



**GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN**

**LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN GEOFÍSICA
EN LA REGIÓN DE TARAPACÁ**

INFORME FINAL

REALIZADO POR:

CON POTENCIAL CONSULTORES LTDA.

S.I.T. N° 325

SANTIAGO, DICIEMBRE 2013

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Ministro de Obras Públicas

Abogada Sra. María Loreto Silva Rojas

Director General de Aguas

Abogado Sr. Francisco Echeverría Ellsworth

Jefe División de Estudios y Planificación

Ingeniero Civil Sr. Adrián Lillo Zenteno

Inspector Fiscal

Ingeniero Civil Sr. Juan Carlos Salgado González

Inspector Fiscal Subrogante

Ingeniero Civil Sr. Miguel Caro Hernández

CON POTENCIAL CONSULTORES LTDA.

Jefe de Proyecto

Carlos Ovalle O.

Profesionales

Alejandro Arenas H.

Karla González N.

Lizbeth Morales D.

Marco Matamala C.

Diego Soza Z.

Sergio Cares M.

Juan Carlos P.

Natalia Silva

Rodrigo García

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
2	ALCANCES Y OBJETIVOS	3
3	ÁREA DE ESTUDIO, DESCRIPCIÓN Y ANTECEDENTES BÁSICOS	5
3.1	Hidrografía, Clima e Hidrología	8
3.2	Acuífero Sector Pica – Matilla	10
3.3	Acuífero Sector Chacarillas	12
4	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL DE LA ZONA DE ESTUDIO	14
4.1	Antecedentes Geológicos	14
4.2	Antecedentes Geológicos Estudio DGA S.I.T. N° 294 (GHD-2012)	20
5	REVISIÓN INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA	23
5.1	Origen del Agua Subterránea y Recarga hacia Pampa del Tamarugal	25
5.2	Características Hidráulicas de Otros Acuíferos Conocidos de la Pampa del Tamarugal (Salar de Pintados y Bellavista)	26
5.3	Características Hidráulicas Acuífero de Pica	27
6	EXPLORACIONES GEOFÍSICAS Y MEDICIONES DE NIVELES POZOS (CP-2013)	29
6.1	Exploraciones Geofísicas Gravimétricas y TEM	29
6.2	Análisis de Resultados Prospección Gravimétricas	30
6.3	Análisis de Resultados Prospección TEM	37
6.4	Mediciones Niveles de Pozos	48
7	INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN	52
7.1	Antecedentes Existentes GHD-2012: Prospecciones Geofísicas y Levantamiento de Niveles de Pozos	52
7.2	Validación de Datos – Sistema de Referencia	54
7.2.1	Validación Mediciones Gravimétricas GHD-2012	54
7.2.2	Validación Modelo Digital de Elevación (DEM)	56

7.2.3	Validación Mediciones TEM GHD-2012	59
7.2.4	Validación Mediciones Niveles de Pozos GHD-2012	59
8	EVALUACIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO DE PICA-TARAPACÁ	60
8.1	Estimación del Basamento Rocoso.....	60
8.2	Estimación De Unidades Acuíferas Existentes	66
8.2.1	Acuífero Libre	66
8.2.2	Potencia de Material de Relleno Seco (Rellenos capa superior)	68
8.2.3	Nivel Freático.....	69
8.2.4	Potencia del Acuífero Libre	73
8.2.5	Volúmenes de Almacenamiento en Acuíferos Libres.....	76
8.2.6	Unidades Acuíferas Principales y Recarga Estimada hacia Pampa del Tamarugal	78
8.2.7	Acuífero Confinado Sector Norte	83
9	ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	84
9.1	Introducción	84
9.2	Objetivos	84
9.3	Materiales Y Método	84
9.4	Características Generales.....	85
9.5	Resultados	90
10	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96

ANEXO A: INFORME GEOFÍSICA

ANEXO B: REGISTRO FOTOGRÁFICO CP-2013 Y GRÁFICAS DE NIVELES POZOS

ANEXO C: ESTACIONES GRAVIMÉTRICAS

ANEXO D: ESTACIONES TEM

ANEXO E: REGISTRO NIVELES DE POZOS

ÍNDICE FIGURAS

Figura 3.1: Cuenca Hidrográfica Acuífero de Pica	9
Figura 3.2: Acuífero de Pica y Quebrada de Quisma	11
Figura 3.3: Acuífero de Chacarillas y Caya	13
Figura 4.1: Carta geológica del área de estudio (SERNAGEOMIN, 2003)	15
Figura 4.2: Área de Estudio – Sistema de Fallas Geológicas	17
Figura 4.3: Estratigrafía Pozos Pampa del Tamarugal	19
Figura 4.4: Bolones extraídos de un pozo cercano a Pica a una profundidad del orden de 40 m, pertenecientes al Miembro 5 de la Formación Altos de Pica	20
Figura 4.5: Esquema conceptual de la geología del acuífero de Pica (GHD, 2012)	22
Figura 5.1: Delimitación estimada Acuífero de Pica	25
Figura 6.1: Perfiles Gravimétricos 1 y 2 CP-2013	33
Figura 6.2: Perfiles Gravimétricos 3 y 4 CP-2013	34
Figura 6.3: Perfiles Gravimétricos 5 y 6 CP-2013	35
Figura 6.4: Perfiles Gravimétricos 7 y 8 CP-2013	36
Figura 6.5: Perfil TEM-GHD3, estudio de GHD (2012)	39
Figura 6.6: Perfil TEM Línea 1-CP-2013. Orientación NNW-SWE.....	41
Figura 6.7: Perfil TEM Línea 2-CP-2013. Orientación NNW-SSE.....	41
Figura 6.8: Perfil TEM Línea 3-CP-2013. Orientación WSW-ENE	42
Figura 6.9: Perfil TEM Línea 4-CP-2013. Orientación SW-NE.....	43
Figura 6.10: Perfil TEM Línea 5-CP-2013. Orientación SW-NE.....	44
Figura 6.11: Perfil TEM Línea 6-CP-2013. Orientación NNW-SSE	45
Figura 6.12: Perfil TEM Línea 7-CP-2013. Orientación SW-NE.....	46
Figura 6.13: Perfil TEM Línea 8-CP-2013. Orientación SW-NE.....	47
Figura 6.14: Registros Fotográficos Levantamiento Pozos CP-Noviembre 2013	50
Figura 7.1: Ubicación Prospecciones Geofísicas GHD-2012	53

Figura 7.2: Puntos de control para comparación de cotas de terreno por gravimetría	55
Figura 7.3: Frecuencia de distribución de error entre DEM SRTM y Puntos Gravimetría GHD-2012 y CP-2013.....	57
Figura 8.1: Vista conjunta Superficie y Basamento Rocosó (elevación a la izquierda y profundidad a la derecha).....	65
Figura 8.2: Perfil 2 TEM CP-2013	67
Figura 8.3: Potencia de material de relleno (superior)	68
Figura 8.4: Superficie de Nivel Freático Superpuesto a Basamento Rocosó.....	69
Figura 8.5: Potencia del Acuífero Libre	73
Figura 8.6: Vista 3D Localización de Zonas y Acuíferos Identificados	74
Figura 8.7: Vista 3D Zonas de Recarga y Secciones Transversales Límites Acuíferos	79
Figura 8.8: Gradiente Hidráulico Hacia Sistema Pica–Matilla.....	80
Figura 8.9: Gradiente Hidráulico Hacia Sistema Pampa Tamarugal, Zona Norte	80
Figura 8.10: Gradiente Hidráulico Hacia Sistema Pampa Tamarugal, Zona Sur	80
Figura 8.11: Elevación Acuífero Confinado Sector Norte.....	83

ÍNDICE LÁMINAS

Lámina 1: Ubicación del Área de Estudio	7
Lámina 2: Prospección Gravimétrica en el Acuífero de Pica. Campañas de 2012 y 2013 .	32
Lámina 3: Prospección TEM en el Acuífero de Pica. Campañas 2012 y 2013	40
Lámina 4: Ubicación de Pozos de Monitoreo. Campañas 2012 y 2013.....	49
Lámina 5: Superficie Topográfica DEM SRTM.....	58
Lámina 6: Superficie del Basamento Rocoso	63
Lámina 7: Profundidad del Basamento Rocoso.....	64
Lámina 8: Equipotenciales Superficie Nivel Freático	71
Lámina 9: Isoprofundidad de Nivel Freático.....	72
Lámina 10: Unidades Acuíferas Detectadas.....	75
Lámina 11: Límites Unidades Acuíferas.....	82

ÍNDICE TABLAS

Tabla 3.1: Información Hidrometeorológica Sector Pica – Estaciones de Control	8
Tabla 3.2: Balance Hídrico Estimado Según Diferentes Estudios.....	11
Tabla 3.3: Parámetros Hidrológicos de Recarga y Descarga Según Diferentes Estudios .	12
Tabla 3.4: Parámetros Hidrológicos de Recarga y Descarga Según Diferentes Estudios .	13
Tabla 4.1: Formaciones Geológicas Presentes (modificada de GALI, 1962).....	15
Tabla 4.2: Miembros de la Formación Altos de Pica (modificada de GALI, 1962)	16
Tabla 5.1: Recarga desde Zona de Pica hacia la Pampa del Tamarugal	26
Tabla 7.1: Comparación Cotas de terreno Gravimétricas, GHD-2012 y CP-2013	56
Tabla 7.2: Comparación Cota terreno DEMs y Gravimetría	57
Tabla 8.1: Profundidades Aproximadas del Acuífero por Zonas	70
Tabla 8.2 Volúmenes Sectores Acuíferos Identificados	77
Tabla 8.3: Caudal De Recarga Hacia Sistemas Acuíferos	81
Tabla 9.1: Requerimientos Mínimos de Información, Entidades y Geometrías del SIG	88
Tabla 9.2: Estructura de Datos.....	91
Tabla 9.3: Estructura de SubDirectorio XLS.....	92
Tabla 9.4: Índice de Láminas generadas (Tamaño A3)	95

1 INTRODUCCIÓN

La Dirección General de Aguas (DGA), dependiente del Ministerio de Obras Públicas (MOP), ha adjudicado a Con Potencial Consultores Ltda. el proyecto denominado "Levantamiento de Información Geofísica en la Región de Tarapacá".

El creciente desarrollo de la actividad minera en la Región de Tarapacá ha generado un fuerte interés en la explotación de los recursos hídricos. Esto se puede observar en la cuenca de la Pampa del Tamarugal debido a la fuerte presión en los recursos hídricos tanto en su calidad como en su cantidad, así como en las fuentes superficiales y subterráneas.

En la región de Tarapacá los recursos hídricos son escasos. La región posee algunos cursos superficiales, pero la fuente más importante de recursos hídricos está dada por sus reservas de aguas subterráneas.

En esta Región, una de las cuencas más importantes es la de la Pampa del Tamarugal, y de ella dependen el agua potable de la ciudad de Iquique, la minería no metálica, la agricultura y los recursos naturales protegidos. Dentro de esta cuenca el acuífero de la Pampa está bajo restricción, de acuerdo a lo señalado en la Resolución DGA 245, del año 2010. Dicha resolución indica, además, que no se considera prudente entregar derechos provisionales.

Por esta razón, enmarcado en los objetivos planteados para el Plan Maestro de Recursos Hídricos de la región de Tarapacá, y a partir de los resultados preliminares de la etapa Diagnóstico (etapa año 2012), para la Dirección General de Aguas (DGA) resulta relevante mejorar el conocimiento de los recursos hídricos de la Región. En particular, debido a la importancia de los acuíferos en la Región de Tarapacá como elementos del ciclo hidrológico, se estimó necesario levantar información para determinar la geometría de los principales acuíferos de la Región y caracterizar los rellenos que los conforman.

Dicho instrumento constituye un primer paso para la implementación de una futura gestión integrada de las cuencas de la Región.

Por lo anterior, se solicitó el presente estudio, cuyo objetivo principal fue realizar una campaña de prospección geofísica que levantará nueva información sobre los acuíferos de

la cuenca de la Pampa del Tamarugal, y que se complementará con el análisis de otros antecedentes para generar así una base de datos consolidada. El área de estudio abarcó el sector centro-oriental de la pampa del Tamarugal, en torno al acuífero de Pica, tal como se muestra en la Lámina 1.

2 ALCANCES Y OBJETIVOS

El objetivo general de este servicio consistió en:

- Revisión y análisis de antecedentes geofísicos, geológicos, información de estratigrafía, niveles y valores de parámetros de acuíferos para definir y materializar una campaña de prospección geofísica complementaria, a partir de lo cual se buscó generar una base de datos consolidada de la información de las características y geometría de sectores acuíferos ubicados en la localidad de Pica, y las salidas de los cursos de agua que recargan la Pampa del Tamarugal.

Para alcanzar este objetivo se desarrollaron diversas actividades que permitieron cumplir con los siguientes objetivos específicos:

- Recopilación y revisión de los antecedentes disponibles, considerando el máximo nivel de actualización posible; lo cual permitió:
 - Determinar la extensión y características (sedimentológicas y geomorfológicas) de los depósitos detríticos susceptibles de constituir acuíferos. Esto implicó trazar el contacto entre las unidades líticas y los depósitos sedimentarios permeables (contacto roca-relleno).
 - Definir los tipos litológicos relevantes y las estructuras existentes, de preferencia aquellas que puedan controlar la geometría del acuífero.
 - Determinar la red hidrográfica y la divisoria de aguas de la cuenca que se estudia.
 - Ubicar en el mapa las captaciones existentes y definir áreas homogéneas desde una perspectiva hidrogeológica (zonas de recarga, de recuperaciones, etc.).
 - Análisis de toda la información de sondajes que exista en el área. Estructuración de las columnas estratigráficas respectivas y definición de las unidades permeables que estos datos permitan identificar.
- Como resultado de esta etapa se logró un adecuado conocimiento de las características geológicas, hidrológicas, hidrogeológicas, geotécnicas, hidráulicas y geomorfológicas principales del sector en estudio.
- A partir de las conclusiones de la fase de revisión de antecedentes, se efectuó una definición y diseño de las campañas de exploración geofísica mediante localización de perfiles y puntos de medición, considerando las condiciones

geológicas, geotécnicas, hidrogeológicas, geomorfológicas y de accesibilidad, que permitieran una adecuada representatividad espacial del acuífero de Pica.

- Planificación de campaña de terreno que asegure la mayor eficiencia y calidad de los datos a medir, considerando los plazos establecidos, empleando las mejores tecnologías existentes.
- Definición, supervisión y análisis de las mediciones que se efectuaron en terreno, verificando consistencia y validación de la información de campo; esto se realizó durante las fases de medición y postratamiento de la información. Consistió en una rigurosa revisión de lo ejecutado en terreno, que permitió validar la información mediante la ejecución de test estadísticos, correlaciones cruzadas, análisis gráficos de parámetros principales, verificando homogeneidad, estacionalidad (puntos coincidentes con campaña estudio anterior), cercanía espacial de puntos, etc. Con esta validación de los datos se procedió a su posterior interpretación en la fase siguiente.
- Análisis e interpretación de la información geofísica levantada en el presente estudio, generación superficies 2D y 3D, y perfiles tipo que caractericen los estratos y materiales interceptados. Toda la data fue vinculada, y georeferenciada con la información existente, creando una única plataforma de información para DGA.
- Caracterización de los diferentes rellenos y estratos que componen el o los acuíferos, determinación de geometría y posición del basamento, delimitando fallas, singularidades, bolsones, anomalías, determinación del nivel freático, cuerpos de agua o embalses subterráneos.
- Determinar la geometría del acuífero y de las unidades impermeables existentes.
- Definir las relaciones que pudiesen existir entre las distintas unidades permeables e impermeables.
- Determinar las características hidráulicas del acuífero.
- Definir la disposición, en profundidad, de la superficie equipotencial (mapa equipotenciales).
- Estimación final del volumen embalsado del o los acuíferos.
- Elaboración de una base de datos consolidada, desarrollada en una plataforma de Sistema de Información Geográfica (SIG).

3 ÁREA DE ESTUDIO, DESCRIPCIÓN Y ANTECEDENTES BÁSICOS

El sector de Pica está ubicado en la I Región de Chile en la provincia de Iquique, en el área oriental de la Pampa del Tamarugal, adyacente a la cuenca altiplánica del Salar de Huasco (ver Lámina 1).

El área del estudio está definida por la extensión aproximada del acuífero de Pica / Matilla como se detalla a continuación:

- Límite Norte: frontera Sur de la subcuenca de Juan Morales, Sagasca y El Tambillo;
- Límite Sur: Quebrada de Chacarilla;
- Límite Este: a una altura promedio de 4.000 msnm existe una divisoria de los sistemas de drenaje que escurren al Este, hacia el salar de Huasco, y hacia la Pampa del Tamarugal, al Oeste.
- Límite Oeste: línea de falla ubicada al Oeste de Matilla.

La topografía de la región está definida por 5 grandes unidades fisiográficas de orientación Norte-Sur:

- 1) Cordillera de la Costa con altitud máxima de 1.700 a 1.750 msnm.
- 2) Depresión intermedia con superficie de plano inclinado al Oeste y una altitud media de 1.000 a 1.200 msnm
- 3) Cordillera del medio con altitud máxima de 5.500 a 5.750 msnm que representa la división hidrográfica entre la depresión intermedia y el altiplano:
- 4) Altiplano con una altitud entre 3.500 a 4.500 msnm, incluyendo cuencas cerradas con base de equilibrio conformada por salares.
- 5) Cordillera Oriental con altitud máxima entre 5.750 a 6.250 msnm que representa una divisoria hidrográfica que suele drenar hacia el Oriente, permitiendo en algunos sectores la descarga de aguas de cuencas altiplánicas hacia Bolivia.

El área del estudio abarca parte de la depresión intermedia y parte de la cordillera del medio con una superficie entre 4.500 msnm al Noreste y 1.000 msnm al Suroeste.

En este sector se desarrolla un acuífero constituido por una secuencia de depósitos sedimentarios denominados Altos de Pica, que hidrogeológicamente constituye una

unidad de aprovechamiento común e independiente de la Pampa del Tamarugal, debido a la desconexión hidráulica que existiría entre ambos Acuíferos.

En efecto, existe una importante diferencia de niveles entre el agua subterránea en la subcuenca de Pica y la Pampa del Tamarugal, producida por una falla estructural que se traduce en afloramiento de rocas cretácicas de baja permeabilidad denominada Horst de Pica y que aflora en el Cerro Longacho.

Esta condición hace que la mayor parte del flujo subterráneo renovable del acuífero aflore naturalmente en forma de vertientes, o sea, alumbrado por pozos, norias y galerías subterráneas, también llamadas socavones. Se estima que solo una parte menor del flujo ingresa efectivamente hacia la pampa del Tamarugal.

SIMBOLOGÍA BASE			
Límite Político administrativo Internacional Regional Comunal			

3.1 Hidrografía, Clima e Hidrología

La cuenca de Pica se ubica en la Cordillera del Medio, unidad geográfica de orientación N-S ubicada entre la depresión intermedia (Pampa del Tamarugal) y el altiplano. Presenta alturas que varían de 1.000 msnm al Suroeste a 4.500 msnm al Noroeste. Los límites de la cuenca hidrográfica han sido definidos al Norte por la línea divisoria de aguas de las Quebradas Tambillo y Juan Morales, al Sur por la quebrada de Chacarilla, al este por la línea divisoria de aguas de la cordillera del Medio (llamada Altos de Pica) y al Oeste por la Serranía de Longacho, límite entre la depresión intermedia (Pampa del Tamarugal) y la Cordillera del Medio. Se extiende por unos 30 km en dirección Oeste-este y 90 km en dirección Norte-Sur. Es una sub-cuenca del sistema endorreico de la Pampa del Tamarugal.

Dentro de la cuenca de Pica, y hasta los 2.500 msnm, se mantiene un clima de desierto franco con importantes oscilaciones térmicas diarias. La humedad relativa tiene un promedio anual de 40-45% lo que favorece una alta tasa de evaporación de 2000 a 3000 mm anuales. Entre los 2.500 y 3.500 msnm, se desarrolla un clima de desierto marginal de altura. Al este de la cota 3.500 m existen condiciones climáticas propias de una estepa fría de altura con temperaturas bajas todo el año (promedio anual inferiores a 5°C).

En la cuenca de Pica, las precipitaciones son de régimen estival, de corta duración, alta intensidad y baja frecuencia. Fluctúan de 10 a 150 mm en promedio anual, incrementándose desde la zona del oasis situado a 1.500 msnm, hacia los Altos de Pica por sobre los 4.000 msnm. Las únicas estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca se encuentran en el mismo oasis de Pica (Tabla 3.1).

Tabla 3.1: Información Hidrometeorológica Sector Pica – Estaciones de Control

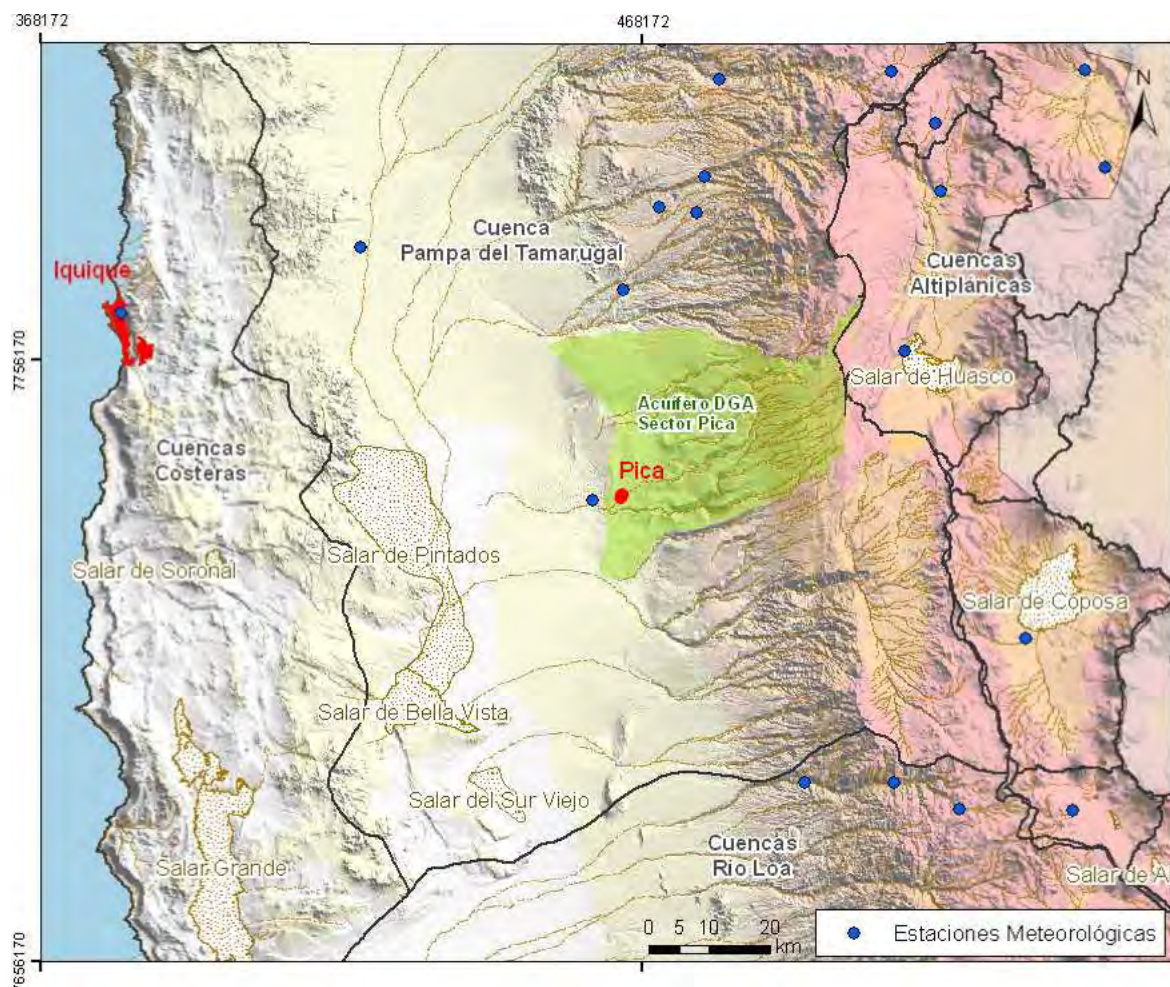
Tipo	N° Total	N° Vigentes	Fuente
Meteorológica	3	3	CIDERH- DMC- UNAP
Fluviométrica	0	0	-
Piezométrica	6	2	DGA
Calidad de Aguas	6	0	DGA

Las estaciones meteorológicas más cercanas, ubicadas en las zonas en donde se producen las precipitaciones se ubican en la cuenca del Salar de Huasco y en la cuenca de

Coposa, donde existen estaciones de la DGA y de Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi.

La Figura 3.1 muestra la cuenca hidrográfica de Pica (acuífero de Pica), junto a sus cuencas vecinas. Tal como se observa, corresponde a una subcuenca de la gran cuenca de la Pampa del Tamarugal. Al este limita con la cuenca de Coposa.

Figura 3.1: Cuenca Hidrográfica Acuífero de Pica



3.2 Acuífero Sector Pica – Matilla

En la Localidad de Pica – Matilla, en general, el agua subterránea es de buena calidad y tiene un bajo contenido de sales. Sin embargo, la zona de estudio es de extrema aridez, con información hidrológica reducida, por lo que la cuantificación certera de su recarga y volúmenes explotables es compleja.

La recarga del acuífero tendría su origen en la precipitación que se produce en la parte alta de la cuenca. En este contexto, el valor establecido por la DGA oficialmente para la constitución de derechos presenta incertidumbres importantes.

A modo de ejemplo se puede señalar que se producen descensos del nivel de la napa en la parte central y baja de la localidad de Pica en coincidencia con las zonas de mayor explotación agrícola, sin embargo, hacia aguas arriba, en el borde Este del pueblo, los niveles han mantenido un equilibrio, lo que indicaría un patrón de recarga uniforme.

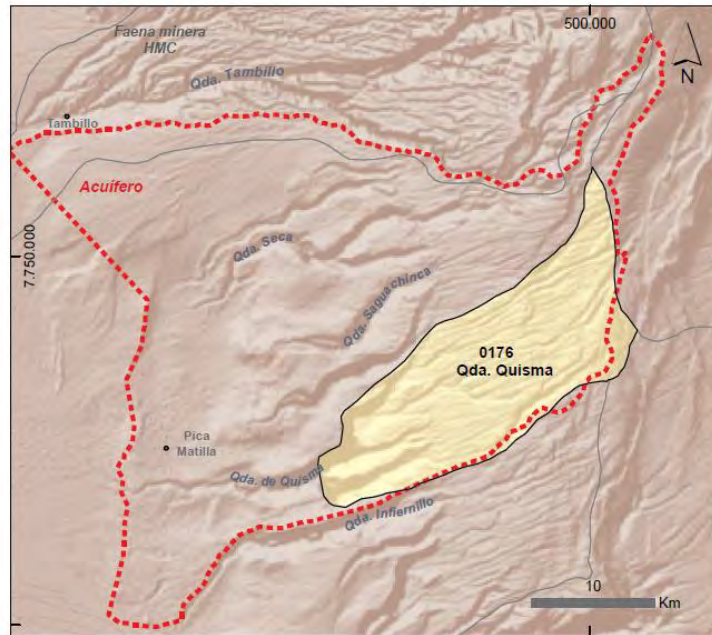
Adicionalmente, existe incertidumbre asociada a la distribución espacial del acuífero, tanto en extensión como en profundidad, así como de las distintas capas litológicas que lo conforman.

A pesar de que el acuífero no manifiesta problemas en satisfacer la demanda actual de agua, si presenta problema de interferencia entre pozos y con vertientes que han mantenido un funcionamiento histórico, así como también en la calidad del agua.

En este sentido, se hace necesario mejorar sustancialmente el conocimiento del funcionamiento hidrogeológico del sistema acuífero, estableciendo un modelo conceptual robusto de la cuenca, que permita proponer mejoras en la gestión de los recursos hídricos. Hidrografía, Clima e Hidrología.

La subcuenca Quebrada de Quisma tiene un área reducida según la clasificación DGA (2000), por lo cual se ha considerado, además, el acuífero de Pica, definido de manera referencial por la DGA, comprende los sectores de la quebrada de Quisma, quebrada Seca, Pica y Matilla (ver Figura 3.2).

Figura 3.2: Acuífero de Pica y Quebrada de Quisma



- **Recursos Hídricos:**

Recursos Subterráneos: Acuífero de Pica. Se encuentra definido por relleno sedimentario reciente (capa superior; Cuaternario) y la Formación Altos de Pica (capa inferior; Cenozoico).

Recursos Superficiales: Red hidrográfica no permanente. Quebrada de Quisma y cuatro vertientes (La Animas, Resbaladero, Concova y Miraflores) más doce socavones.

Tabla 3.2: Balance Hídrico Estimado Según Diferentes Estudios

Item	Castillo, 1969	Dingman & Galli, 1965	Montero, 1969	Karzulovic, 1979	Salazar, 1998
Recarga (l/s)	400	888	700	250	250
Descarga Natural (l/s) Vertientes y Socavones	90	90.5	550	550	132
Descarga artificial (l/s)	44	51			270
Balance total (l/s)	+270	743	150	-300	-152

Según los antecedentes disponibles, el aprovechamiento vía extracciones de agua subterráneas era del orden de 44 l/s en 1969, 150 l/s en 1979 y 270 l/s en 1998.

Según los antecedentes disponibles, las extracciones actuales puedan haber duplicado o triplicado las del año 1998 a la fecha. Por otro lado, se sabe que hay aproximadamente 400 pozos con derechos constituidos y del orden de otros 400 con solicitudes denegadas. Sin embargo, de estos últimos, una parte importante de ellos son actualmente explotados.

Tabla 3.3: Parámetros Hidrológicos de Recarga y Descarga Según Diferentes Estudios

	Castillo, 1969	Dingman & Galli, 1965	JICA, 1995	Salazar, 1998	DICTUC, 2006
Área cuenca (km ²)	1.360	1.000	297,5	223	709
Precipitación (mm/año)	66,3	140	69,5	175	49
Evaporación (mm/año)	-	-	-	-	47
Infiltración (%)	20%	20%	-	-	-
Coeficiente de escorrentía	-	-	-	0,106	-
Recarga (l/s)	400	888	21	-	24

El régimen hidrológico de las quebradas de Quisma y Seca (que conforman la cuenca de Pica), al contrario de otras subcuencas de la Pampa del Tamarugal, no presentan flujos, sino sólo escurrimientos esporádicos de aguas superficiales que fluyen desde los Altos de Pica en dirección Este-Oeste.

Por otra parte, en la cuenca no existen registros de estos escurrimientos superficiales; no obstante estos son escasos e intermitentes y suelen observarse en las zonas de cabecera de la cuenca (sobre los 2.500 msnm) aunque ciertos eventos excepcionales generan escurrimientos que llegan hasta la Pampa del Tamarugal (tal como se generó en marzo 2012). Estos eventos tienen una clara dependencia del periodo de precipitaciones del invierno altiplánico. Por ser un sistema endorreico, todo escurrimiento se infiltra o se evapora.

3.3 Acuífero Sector Chacarillas

En la Figura 3.2 se presenta la subcuenca de la quebrada de Chacarilla que comprende los sectores de las quebradas de Chacarilla y Caya.

Figura 3.3: Acuífero de Chacarillas y Caya

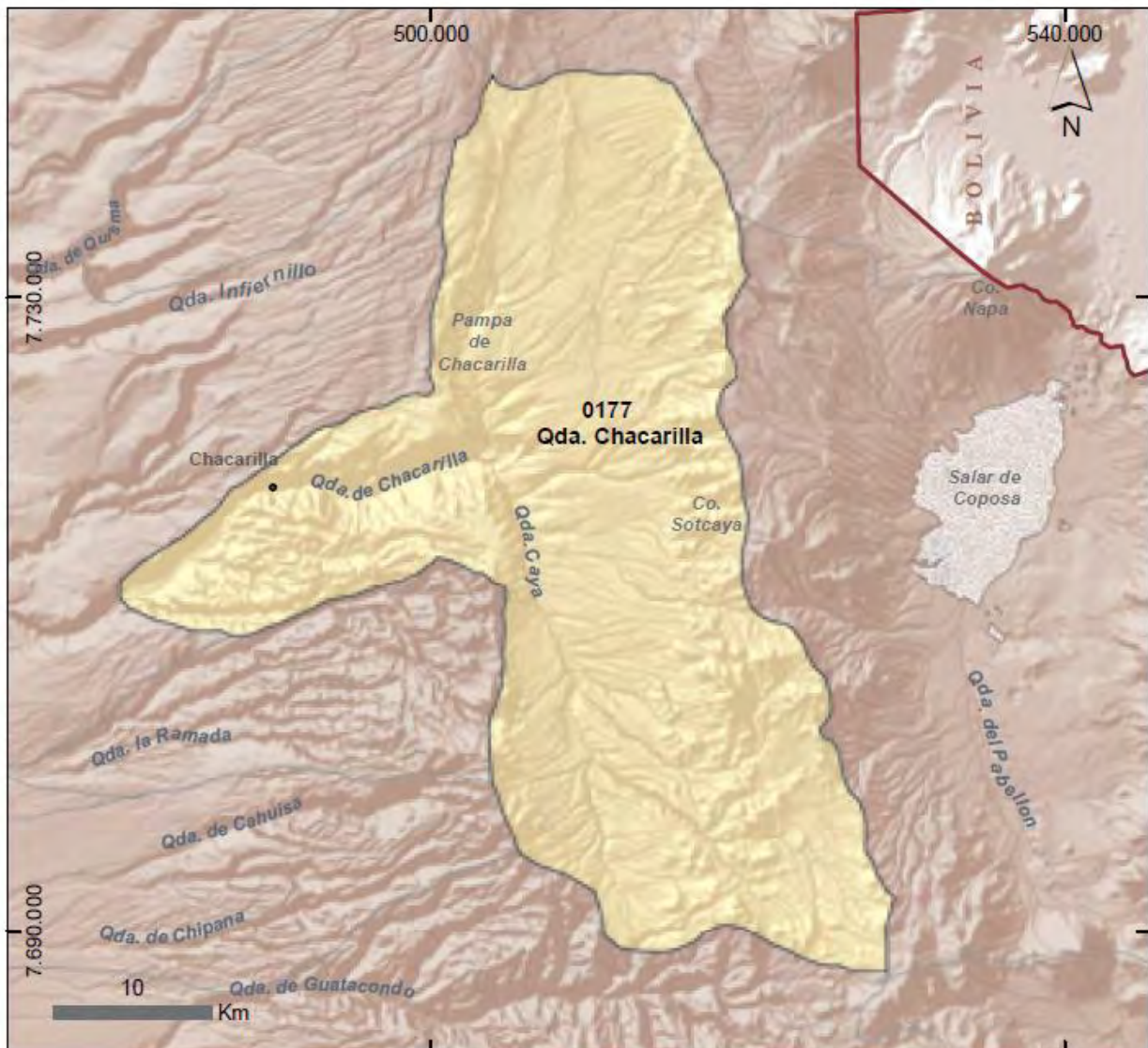


Tabla 3.4: Parámetros Hidrológicos de Recarga y Descarga Según Diferentes Estudios

	DGA, 1987	JICA, 1995	DICTUC, 2006
Área cuenca (km ²)	1297	1221	1550
Altura media (m.s.n.m.)	-	-	3539
Precipitación (mm/año)	129	89.2	87
Evaporación (mm/año)	126	-	83
Recarga (l/s)	130	159	168

4 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

4.1 Antecedentes Geológicos

La zona de Pica y Matilla se encuentra emplazada entre la Pampa del Tamarugal al poniente y el Salar de Huasco al oriente. La situación geográfica presenta principalmente tres zonas de poniente a oriente: (1) la depresión intermedia con una altitud media de 1.000 a 1.200 msnm, donde se encuentra la Pampa del Tamarugal; (2) la cordillera del medio con una altura media de 4.000 msnm, que divide el drenaje superficial entre la depresión intermedia y el Salar de Huasco, y (3) el Altiplano, con una altura de 3.500 a 4.500 msnm y cuencas cerradas que forman salares (i.e. Huasco, Coposa).

Las rocas del complejo geológico-estructural están separadas por una notable discontinuidad que las divide en dos grandes grupos o sistemas. Rocas Preterciarias o Fundamentales y Rocas o Materiales terciarios-Cuaternarios.

Ambos grupos son relevantes desde el punto de vista hidrogeológico; las rocas preterciarias, formadas por rocas sedimentarias, volcánicas, metamórficas y cristalinas intrusivas, por constituir basamento impermeable y, los materiales terciarios-cuaternarios, por configurar el material con potencia de almacenamiento y flujo subterráneo.

Las formaciones geológicas presentes corresponden al ciclo tectónico Andino, que va desde el Paleógeno Superior hasta el presente (Galli y Dingman, 1962). Este ciclo generó el principal alzamiento del Altiplano y tuvo su mayor intensidad hace cerca de 10 Millones de años.

Basado en el trabajo de Galli y Dingman (1962), diversos estudios han descrito la geología de la zona y han aportado antecedentes valiosos para un mejor entendimiento del acuífero (Dingman y Galli, 1965; JICA, 1995; DGA, 1998; SERNAGEOMIN, 2003; DICTUC, 2008; Nester, 2008; GHD, 2012). La morfología de la zona se caracteriza por montañas erosionadas y recubiertas por depósitos cuaternarios y terciarios detríticos y piroclásticos.

La roca basal está compuesta principalmente por la formación Longacho (Ji1m), de edad jurásica inferior y formada por lutitas, fangolitas, areniscas finas y calizas, depositadas en ambiente marino. Esta unidad aflora en el cerro Longacho, al Nor-poniente del área en

estudio. Al Sur oriente del área, en la Quebrada Chacarilla, afloran también otras rocas basales: la formación Chacarilla (JK1c), de edad jurásica superior, de origen marino y continental, y la formación Empexa (Ks1c), de edad cretácica y en discordancia angular con la anterior.

Figura 4.1: Carta geológica del área de estudio (SERNAGEOMIN, 2003)

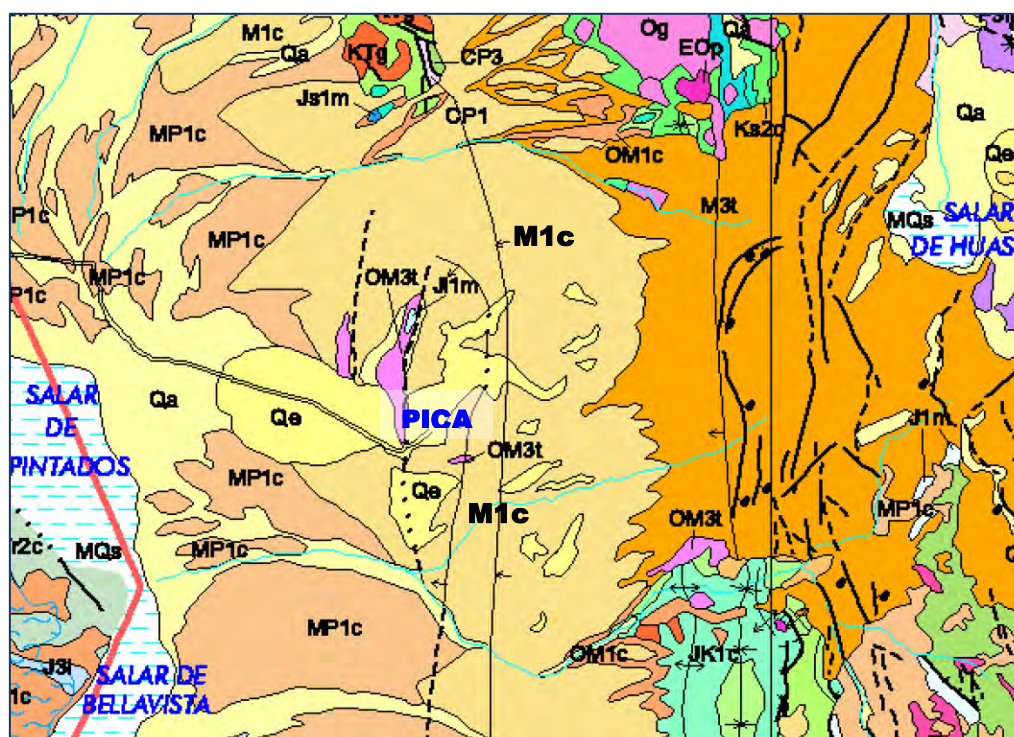


Tabla 4.1: Formaciones Geológicas Presentes (modificada de GALI, 1962)

Edad Geológica	Formación	Litología	Unidad
Cuaternario	Sedimentos Recientes	Depósitos aluviales, eólicos y de pie de monte	Qa, Qe, Qf, Qs
Terciario	Altos de Pica	Miembro 5 Miembro 4 Miembro 3 Miembro 2 Miembro 1	M1c M3t MP1c OM3t OM1c
Mesozoico - Cretácico Mesozoico - Jurásico	Chacarillas Longacho	Lutitas fisibles, fangolitas, areniscas finas y calizas	JK1c J1m

La formación Altos de Pica cubre prácticamente toda la zona en estudio, se encuentra en discordancia angular con el basamento y representa la de mayor interés hidrogeológico. Esta Formación está cubierta por depósitos cuaternarios de depositación eólica (dunas, arenas finas) y aluvial, y existen afloramientos en la Sierra Longacho y en Chacarilla. Las

observaciones muestran que, en los alrededores de Pica, los sedimentos cuaternarios tienen cerca de 30 m de espesor y no acumulan agua. Sin embargo, volúmenes de agua poco significativos podrían escurrir en los materiales cuaternarios de la Quebrada de Chacarilla, pero sin mayor trascendencia para el acuífero de la zona.

La Formación Altos de Pica se compone de una secuencia de depósitos sedimentarios y volcánicos concordantes de fines de la era terciaria, y en discordancia angular con el basamento Mesozoico. Se han identificado cinco miembros que forman las secuencias mencionadas (ver Tabla 4.2). Los miembros 1, 3 y 5 corresponden a depósitos sedimentarios continentales (M1c, MP1c, OM1c) y los miembros 2 y 4 a tobas soldadas principalmente (M3t y OM3t), formadas por ignimbritas o avalanchas incandescentes y flujos de ceniza (Galli y Dingman, 1962; SERNAGEOMIN, 2003). En general, la información estratigráfica de pozos y norias existentes en la zona de Pica y Matilla indica que los primeros 100m corresponden al Miembro 5, el que acumularía un acuífero libre a una profundidad aproximada de 30m (GHD, 2012).

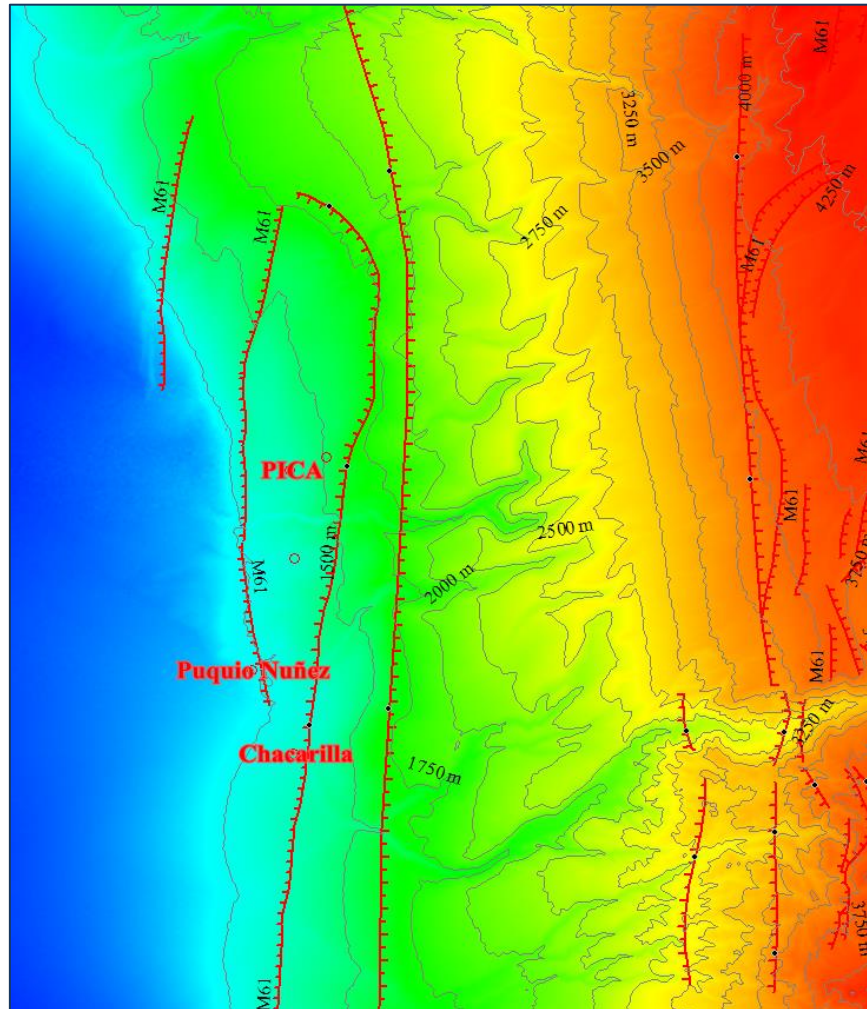
Tabla 4.2: Miembros de la Formación Altos de Pica (modificada de GALI, 1962)

Miembro	Litología	Potencia Estimada (m)	Unidad Sernageomin 2003
Miembro 5	Secuencias sedimentarias de abanicos aluviales, pedimento o fluviales: gravas, arenas y limos con ignimbritas intercaladas	100	M1c
Miembro 4	Secuencias piroclásticas a riolíticas asociadas a calderas de colapso (tobas soldadas)	20	M3t
Miembro 3	Secuencias sedimentarias clásticas de piedemonte, aluviales, coluviales o fluviales: conglomerados, areniscas y limolitas.	200	MP1c
Miembro 2	Secuencias piroclásticas dacíticas a riolíticas asociadas a calderas de colapso (tobas soldadas).	20	OM3t
Miembro 1	Secuencias sedimentarias continentales parálicas o aluviales; conglomerados, areniscas, lutitas, calizas y montes de carbón.	300	OM1c

La actividad tectónica ha generado una serie de fallas de orientación Norte-Sur, las que delimitan los acuíferos de Pica. En la parte alta (oriente), el Horst de Huasco genera una separación de los acuíferos y delimita la zona aportante al acuífero de Pica con aquélla que drena hacia el Salar de Huasco (Troger y Gerstner, 2004). En la parte occidental, el Horst de Pica, ubicado en la línea de los afloramientos del Cerro Longacho, confina el acuífero de Pica-Matilla y limita el caudal de agua subterránea hacia la Pampa del

Tamarugal, lo que explica que los niveles estáticos de los pozos son significativamente más bajos al Oeste de la sierra formada por los afloramientos de la Formación Longacho (Galli y Dingman, 1962). En la parte central el Horst "Intermedio", limita los aportes desde el sector alto hacia el acuífero de Pica-Matilla. En los capítulos 6 y 8 se explica con mayor detalle los efectos del alzamiento del basamento (Horst) sobre la formación de cuerpos acuíferos en la zona.

Figura 4.2: Área de Estudio – Sistema de Fallas Geológicas

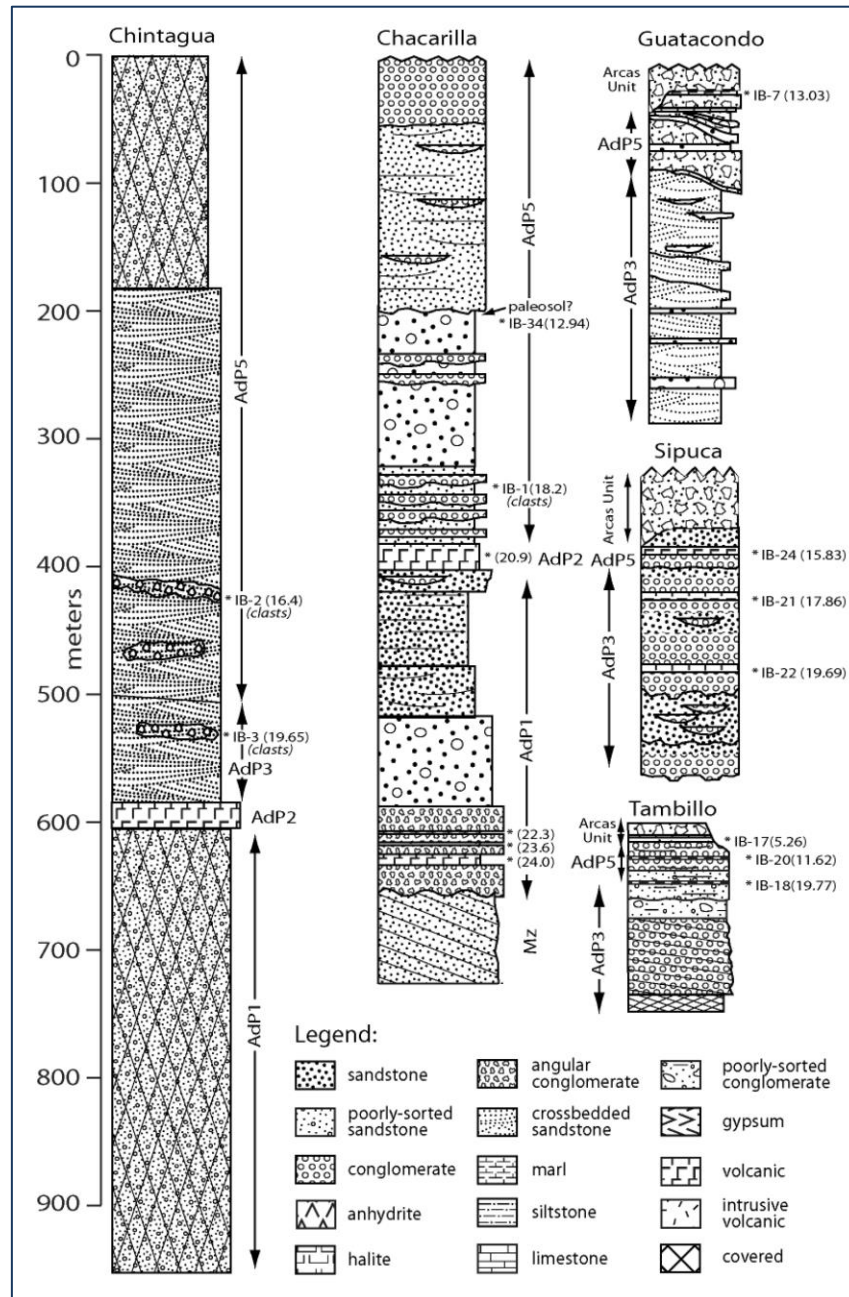


La zona entre las fallas se ha llenado con los depósitos que forman la Formación Altos de Pica y que contiene los acuíferos en estudio. En la zona de Pica, se observa una disminución de la potencia de los estratos (Horst de Pica) e inmediatamente aguas arriba un aumento significativo de la potencia, que da cabida al acuífero en estudio.

La actividad tectónica y, particularmente, el alzamiento del Horst de Pica han generado el fracturamiento de las rocas de la Formación Altos de Pica. Estas diaclasas actúan como vías de evacuación de acuíferos artesianos confinados por los estratos de tobas soldadas poco permeables de la Formación Altos de Pica (Miembro 4), y que se encontrarían en los Miembros 3 y 5 (Galli y Dingman, 1962; DGA, 1998; Suzuki y Aravena, 1985). El agua surgente tiene una temperatura de 35 a 40°C en los alrededores del pueblo de Pica. Se estima que una parte del agua que asciende por este sistema de diaclasas alcanzaría los estratos de conglomerado antes de aflorar en superficie y, en consecuencia, fluye hacia la Pampa del Tamarugal a través de estos materiales más permeables. Asimismo, se han detectado diferencias de nivel estático en pozos cercanos e incluso pozos que se han secado en los últimos años, lo cual estaría asociado al escurrimiento por vías preferenciales de fracturamiento y a una eventual colmatación de las mismas.

Existen diversos pozos y norias en la zona, además de algunos sondajes profundos, que permiten estudiar las estratigrafías. Los resultados de un sondaje realizado por la DGA en 1980 (Karzulovic, 1980), ubicado a 18,5 km al Sur de Pica, al borde de la quebrada de Chacarilla (elevación 1.300 msnm), con 882 m de profundidad, muestra que existen rellenos cuaternarios hasta los 45 m de profundidad, rellenos terciarios hasta los 827 m y se penetró hasta los 882 m en rocas del basamento Mesozoico impermeable mencionado anteriormente (ver Figura 4.3). Los materiales terciarios se componen de estratos impermeables de riolita, toba, lutita arenosa, conglomerado arcilloso (Miembros 2 y 4), intercalados por estratos semi-permeables a permeables de arenisca y conglomerado (Miembros 1, 3 y 5). Se detectó un escurrimiento modesto en los 45 m de depositación cuaternaria. Bajo los 261 m de profundidad, se detectaron diversos acuíferos confinados en los estratos terciarios permeables intercalados por otros impermeables. El nivel estático se midió a aproximadamente 130 m de profundidad, lo que se calificó como excesivamente profundo e indicaría que existen descargas del acuífero hacia la Pampa del Tamarugal.

Figura 4.3: Estratigrafía Pozos Pampa del Tamarugal



Dos sondajes (JICA-6 y JAICA-F) de 200 y 220 m realizados en la Pampa del Tamarugal (JICA, 1995) encontraron las estratigrafías típicas de la Formación Altos de Pica, sin llegar al basamento. Las estratigrafías indican que existen aproximadamente 160 a 190 m de rellenos descritos como arenas gravosas y gravas arcillosas (Miembro 5), bajo los cuales subyace un estrato de arena arcillosa impermeable (Miembro 4).

En general, la estratigrafía de los pozos y norias en la zona de Pica muestra que en los primeros 30 m, aproximadamente, se encuentran areniscas color café, de baja permeabilidad debido a una alta cementación. Estas unidades tienen fracturamiento, a través del cual aflora el agua que se acumula en los pozos. Los pozos excavados a mano han llegado generalmente hasta un estrato de bolones, gravas y arenas, asociado al Miembro 5 (ver Figura 4.4), donde en algunos casos aparece el nivel freático. En general, la presencia de bolones no permite continuar con la excavación manual. En ocasiones, se han excavado galerías en la base del pozo, con el objetivo de buscar las zonas de fracturamiento y aumentar los aportes de agua.

Figura 4.4: Bolones extraídos de un pozo cercano a Pica a una profundidad del orden de 40 m, pertenecientes al Miembro 5 de la Formación Altos de Pica



4.2 Antecedentes Geológicos Estudio DGA S.I.T. N° 294 (GHD-2012)

El estudio más reciente en la zona se denomina “Levantamiento de información hidrogeológica para la modelación del Acuífero de Pica, cuenca de la Pampa del Tamarugal, Región de Tarapacá” y fue realizado por GHD para la DGA en el año 2012. Este estudio sintetiza gran parte de la información existente a la fecha, entrega nuevos datos de terreno y plantea inquietudes e incertidumbres acerca del volumen y comportamiento del acuífero que pretenden ser aclaradas en el presente estudio. En dicho trabajo se realizó una campaña de exploraciones geofísicas a través de perfiles gravimétricos y de transiente electromagnético (TEM) en los alrededores de Pica. El objetivo fue determinar las condiciones del acuífero de Pica para completar un modelo conceptual.

Específicamente, el trabajo de GHD-2012 buscó identificar la profundidad del basamento Mesozoico, determinar la estratigrafía del acuífero, confirmar las hipótesis de barrera hidráulica a lo largo del Horst de Pica y estimar las condiciones de recarga y flujo subterráneo. Según los resultados de GHD-2012, en el área de estudio existe un estrato superficial de material seco con aproximadamente 30 m de profundidad, asociado a los depósitos cuaternarios de alta resistividad eléctrica (arenas y gravas superficiales secas). Más abajo, aparecen materiales parcialmente húmedos y en algunos casos saturados, con espesores de 100 a 150 m, donde se ubicaría el acuífero superficial libre que es explotado por los pozos y norias de regadío. Las estratigrafías indican que los primeros 100 m del Miembro 5 de la Formación Altos de Pica, en la zona de Pica y Matilla, se componen de estratos variables de arenas, gravas, conglomerados de gravas y arcillas, con un nivel freático del orden de 30 a 40 m de profundidad detectado en pozos y a través de mediciones TEM.

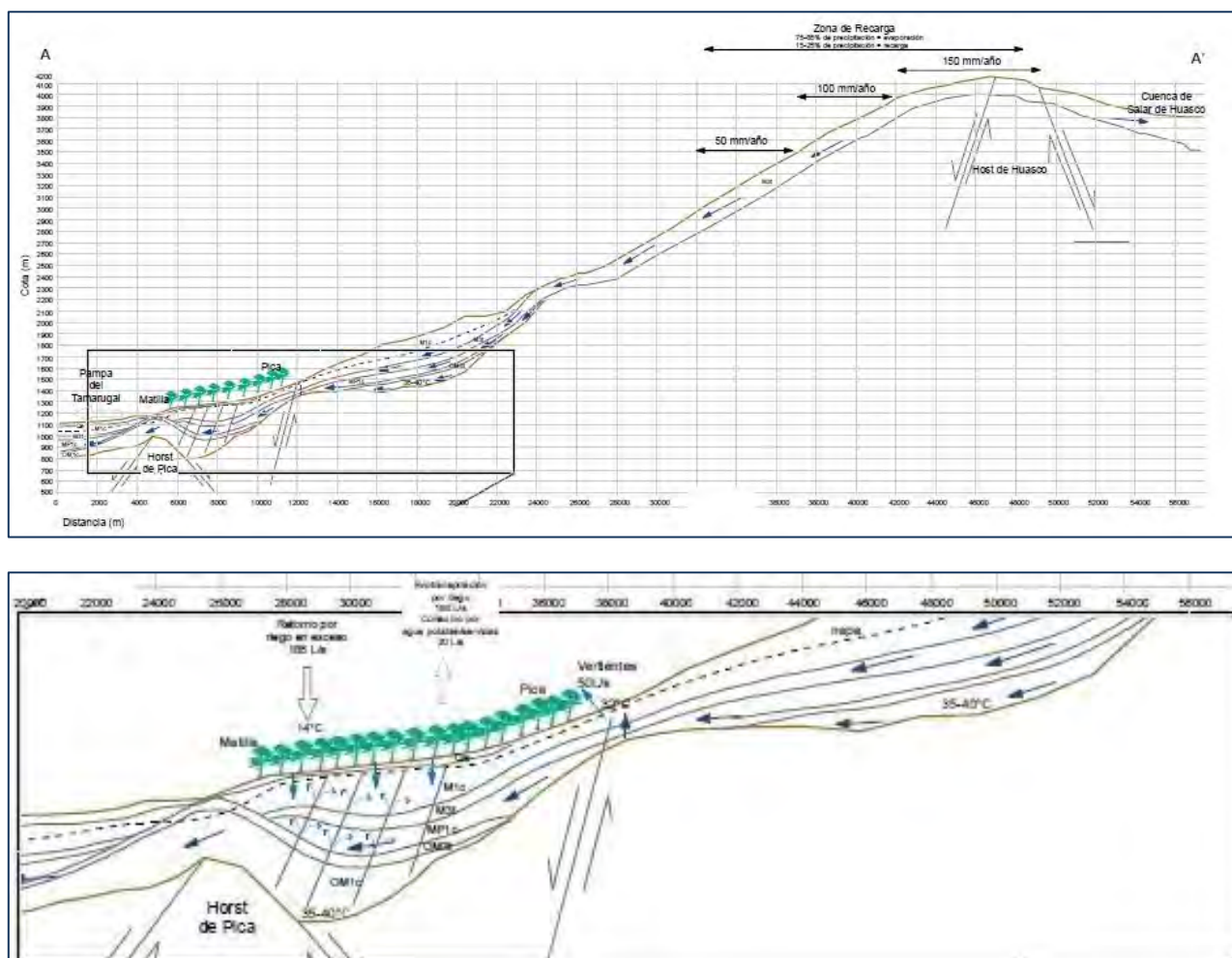
Según los perfiles TEM de GHD-2012, la resistividad disminuye en profundidad hasta 400 a 450 m, lo que se asocia a materiales saturados de la Formación Altos de Pica y por lo tanto no se detectó el basamento impermeable con dichas mediciones. Por otro lado, las mediciones gravimétricas de GHD-2012 indican que el basamento se ubicaría a una profundidad de 300 a 500 m en la zona de Pica, mientras que el Horst de Pica estaría a aproximadamente 200 m de profundidad bajo la localidad de Matilla y extendiéndose hacia el Sur en al menos 5 km y hacia el norte hasta la sierra Longacho, limitando el flujo hacia la Pampa del Tamarugal.

Recopilando gran parte de la información disponible, la Figura 4.5 muestra un esquema del modelo conceptual de GHD-2012 para la recarga, transporte, surgencias y acumulación en el acuífero de Pica. Sin embargo, persisten incertidumbres con respecto a los límites del acuífero y las reservas subterráneas aportantes. Mientras el límite oriente está bien definido por el Horst de Huasco, en el límite poniente no se conoce exactamente la profundidad del Horst de Pica ni su extensión hacia el Sur. Por otro lado, la extensión del acuífero podría desarrollarse en una superficie significativamente más grande hacia el Norte, eventualmente hasta la Quebrada Seca, y hacia el Sur hasta la Quebrada de Chacarillas. No existen suficientes exploraciones de terreno (geofísica) en estos sectores y los supuestos se han hecho en base a observaciones geológicas superficiales y algunos sondeos, pero que deben confirmarse con una mayor densidad de mediciones que entregue consistencia a los resultados. Este dato es clave para evaluar los aportes del acuífero de Pica hacia la Pampa del Tamarugal y una definición precisa de la geometría es

fundamental para estimar adecuadamente el volumen del acuífero y su explotación potencial.

En consecuencia, los numerosos estudios geológicos e hidrogeológicos realizados desde hace cerca de 100 años han permitido avanzar notablemente en el conocimiento y la caracterización del subsuelo y de la dinámica del acuífero de Pica. Sin embargo, aún existen incertidumbres con respecto a la geología, principalmente en dos aspectos: los límites del acuífero y la estratificación de la Formación Altos de Pica que daría lugar a un acuífero libre y eventuales acuíferos artesianos en profundidad.

Figura 4.5: Esquema conceptual de la geología del acuífero de Pica (GHD, 2012)



5 REVISIÓN INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA

Las formaciones de rocas mesozoicas (Longacho, Chacarilla y Empexa) son consideradas impermeables y límites del acuífero contenido en la formación Altos de Pica (Final del terciario y pleistoceno), la única que tiene importancia económica en recursos hídricos, con excepción de algunos depósitos de material cuaternario.

El proceso de recarga del sector de Pica se sitúa sobre los 3.500 msnm en la formación Altos de Pica, por el miembro 4 según Dingman y Galli (1965). La zona de los Altos de Pica se caracteriza por un alto grado de fracturamiento (presencia de diaclasas verticales fuertemente desarrolladas).

Varios estudios mencionan que la recarga de la cuenca de Pica ocurre dentro de su cuenca hidrográfica que limita al este por la línea divisoria de aguas de la cuenca del Salar del Huasco, al sur con la cuenca Chacarilla y al norte con la Quebrada de Tambillo. Sin embargo, Tröger (2004) afirma que la falla en el límite Oeste del Salar del Huasco y de dirección N-S actúa como barrera hidráulica entre la Ignimbrita del Huasco y los sedimentos cuaternarios del graben, por lo cual las precipitaciones que caen sobre la Ignimbrita de Huasco recargarían la zona de Pica y Pampa del Tamarugal. Esta hipótesis a la fecha no ha sido comprobada.

El movimiento del agua subterránea dentro del acuífero se hace por fracturas. Por ello la permeabilidad general de la formación es muy baja, salvo pequeñas zonas con altos valores de permeabilidad.

El escurrimiento lateral más importante se produciría por el miembro 1 de la formación Altos de Pica y es muy lento (pocos metros o menos por año) lo que explica que el conjunto de vertientes artesianas de Pica no esté influenciado por periodos de sequía.

Según Suzuki y Aravena (1984), en el sector de Pica-Matilla se distinguen dos tipos de aguas:

- La primera asociada a las vertientes que muestra valores isotópicos constantes (análisis continuos desde el año 1974), lo que indica una recarga lejana (Salar del Huasco y Altos de Pica entre Huasco y Coposa) y una gran capacidad de almacenamiento.

-
- La segunda está representada por el acuífero surgente de Santa Rosa y Matilla, con un contenido isotópico más pesado, siendo su origen más probable la quebrada de Quisma.

Grilli & al (1999) analizaron los datos isotópicos existentes así como los análisis de iones mayoritarios de las aguas de las vertientes, socavones, pozos y muestras de agua y nieve de las zonas de recarga. Concluyen que la antigüedad de las aguas subterráneas de Pica, por C-14, es mayor a 5.000 años. Las aguas del sector Matilla, La Calera son más jóvenes (cientos de años). En el sector de Pica, las aguas son bicarbonatadas-sulfatadas sódicas; en el sector Matilla-La Calera, corresponden a aguas sulfatadas sódicas.

La dirección del escurrimiento hacia el Oeste está interrumpida por el bloque levantado de la serranía de Longacho (Horst de Pica) que actúa como una barrera hidrogeológica impermeable.

Varios estudios estiman que la conexión entre las cuencas altiplánicas vecinas es muy poco probable, pese a que algunos han estimado que una parte de la recarga en la cuenca del salar del Huasco se descarga a la zona de Pica y a la Pampa del Tamarugal.

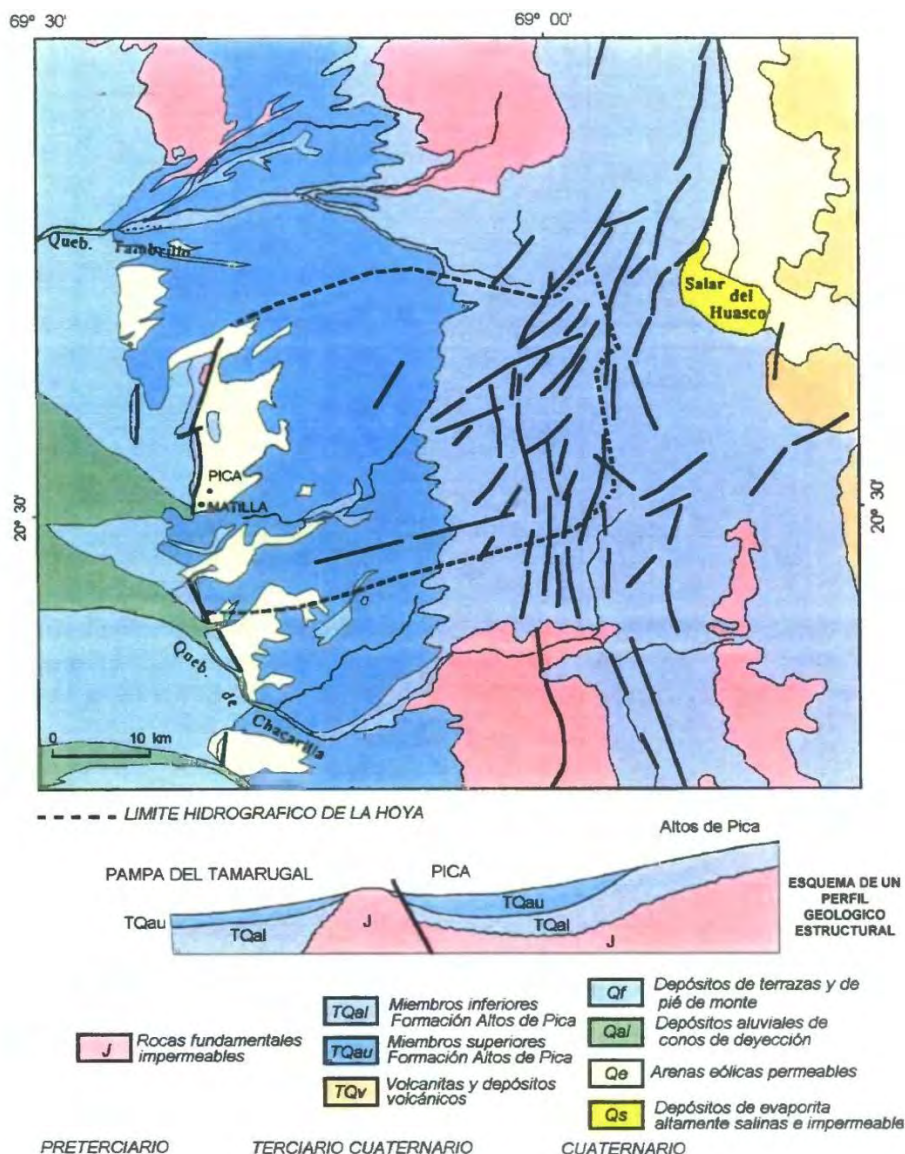
La descarga de la formación Altos de Pica a la superficie ocurre de forma natural por medio de vertientes y socavones (galerías excavadas de la época de la conquista española) y de forma artificial por extracciones de los pozos. La descarga natural mediante 4 vertientes muestra caudales que presentan una estabilidad temporal desde más de un siglo (1893 - 2007), periodo de registro de datos. Ascende a un total promedio de unos 45 l/s. Existen 12 socavones, con un caudal medio total de 11,5 l/s (sin el socavón de Santa Rosita). Desde el año 2007 la DGA no mide el caudal de las vertientes.

El primer mapa piezométrico y de isotermas del acuífero fue el de Dingman y Gally (1965). Muestra anomalías de niveles y temperaturas que están interpretados por los autores como zonas de aportes subterráneos profundos. También muestra que una cantidad importante del agua se descarga a través del acuífero superficial hacia el Oeste y Sur Oeste.

Recientemente, (GHD, 2012) elaboró un mapa local del sector de Pica con los niveles equipotenciales del nivel freático del acuífero superficial.

Es de destacar la existencia de una gran diferencia de niveles entre las aguas subterráneas de Pica y las de la Pampa en sus cercanías, del orden de los 100 metros. Este hecho indicaría una aparente desconexión entre los acuíferos de la Pampa y las formaciones geológicas causantes de la existencia de napas freáticas o surgentes en la localidad de Pica y sus alrededores.

Figura 5.1: Delimitación estimada Acuífero de Pica



5.1 Origen del Agua Subterránea y Recarga hacia Pampa del Tamarugal

En términos generales, el origen del agua subterránea del Acuífero de Pica, obedece a dos situaciones distintas en el tiempo. En primer lugar, una gran parte del volumen de agua

almacenada corresponde a aguas ingresadas en la época de los rellenos junto a los acarreos fluviales y que se denominan aguas fósiles. En segundo lugar, existen otras aguas que responden a mecanismos de recarga modernos y eventualmente actuales. Estas aguas tienen su origen en las precipitaciones que caen en la vertiente occidental de la cordillera de Los Andes, las que escurren por las numerosas quebradas de la zona y se infiltran en la depresión intermedia, ingresando de esta forma al sub suelo y pasando finalmente a formar parte de los distintos acuíferos de la zona. En la Tabla 5.1 se presenta las estimaciones de la recarga desde la zona de Pica a la Pampa del Tamarugal obtenida en el estudio hidrológico DGA S.I.T. 157 (DICTUC, 1994).

Tabla 5.1: Recarga desde Zona de Pica hacia la Pampa del Tamarugal

Quebrada	Pesimista (l/s)	Razonable (l/s)	Optimista (l/s)
Quisma y otras	17	25	29
Chacarilla	140	206	290

5.2 Características Hidráulicas de Otros Acuíferos Conocidos de la Pampa del Tamarugal (Salar de Pintados y Bellavista)

Los valores de transmisividad para la zona del Salar de Pintados son variables, observándose valores desde 70 a 90 m²/día en el sector ubicado al Sur de la Tirana hasta valores de 600 a 1100 m²/día en el límite Norte del Salar. En el sector de Canchones y de Cuminalla la transmisividad es del orden de 600 a 800 m²/día mientras que en el sector central del Salar, a la altura de Hispania los valores son del orden de los 120m²/día. En el sector SurOeste del Salar la transmisividad alcanza valores del orden de los 600 m²/día, los que van disminuyendo hacia la localidad de Pintados, límite Sur del, donde alcanza valores del orden de los 200m²/día. Por su parte, en el Salar de Bellavista las pruebas de bombeos realizados en las cercanías de Victoria entregan valores del orden de los 400 m²/día.

Datos de pruebas de bombeo de pozos de monitoreo instalados por JICA indican una amplia gama de propiedades del acuífero. Ninguno de estos pozos fue localizado dentro del acuífero de Pica. Los dos pozos más cercanos al acuífero de Pica, J-6 y J-8, reportaron valores de transmisividad (T) de 22 y 376 m²/d, respectivamente. En base al espesor observado del acuífero, se calculó una conductividad hidráulica (K) de 3.2 x 10⁻⁴ cm/seg y 5.18 x 10⁻³ cm/seg para estos pozos.

Valores de coeficientes de almacenamiento de 0.3 a 0.35 se calcularon para las unidades principales del acuífero de la Pampa del Tamarugal teniendo presente la secuencia sedimentaria. Estos valores son considerablemente mayores que los observados en el área de Pica /Matilla. Por otro lado, Cabrera y otros (1988) en la calibración de su modelo de simulación hidrogeológico de la Pampa del Tamarugal, obtienen valores del orden del 0.2 y 0.25 para los acuíferos de Pintados y de Bellavista, respectivamente.

5.3 Características Hidráulicas Acuífero de Pica

Según lo indicado en el estudio de Galli (1962) "Carta Geológica de Chile, Cuadrángulos Pica, Alca, Matilla y Chacarilla", la permeabilidad de la mayor parte de las rocas de la formación Altos de Pica es muy baja, principalmente debido a la cementación por minerales secundarios que se han depositado en los intersticios de las rocas. Sin embargo, en áreas localizadas existen fracturas de alta permeabilidad que permiten escurrimiento vertical ascendente del agua artesiana caliente como el agua que se descarga en las vertientes de Pica (Concova-Resbaladero).

El informe incluyó un resumen de exploración de agua subterránea de la región. Después de aproximadamente 40 perforaciones en la zona, se logró sólo un sondaje de alto rendimiento (surgente de Chintaguay). Esto fue atribuido a la permeabilidad relativamente baja de los sedimentos cementados por sílice, y el hecho de que las fracturas se encuentran en posición vertical. Estos aspectos reducen considerablemente la posibilidad de obtener pozos o sondajes con altos rendimientos.

Según lo indicado en el estudio de Suzuki, Aravena (1985) "Hidrología Isotópica y El Recurso Agua del Sector Esmeralda – Pica – Matilla", en el sector de Pica-Matilla se pueden distinguir dos tipos de aguas desde el punto de vista isotópico:

- Las vertientes Concova, Miraflores y Resbaladero, y el sondaje de vertientes de Chintaguay, con un contenido isotópico comprendido entre -13 y -13.2 ‰ oxígeno-18. Tomando en cuenta la altura mínima de recarga, la semejanza isotópica con otras vertientes de la zona altiplánica y el contenido isotópico de las nieves de los Altos de Pica, se postuló que estas aguas están conectadas a la parte Sur de la cuenca de Huasco y el área comprendida entre este salar y el Coposa ubicada más al Sur. Estos datos son consistentes con la hipótesis de que el agua subterránea de las vertientes asciende verticalmente por fracturas desde el acuífero profundo

con presión artesiana, y este es el mismo acuífero perforado por el sondaje surgente de Chintaguay.

- El otro tipo de aguas del área está represando por los sondajes con un contenido isotópico un poco mayor, entre -9.1% y -9.5% en oxígeno 18. Este mayor contenido isotópico está relacionado a precipitaciones a menor altura, por lo tanto, estas aguas deben provenir de la recarga producida en la zona alta de la quebrada de Quisma.

Los sondajes en Matilla tienen contenidos isotópicos intermedios lo cual debe ser producto de la mezcla de aguas de los tipos antes mencionados. Esto concuerda con la hipótesis de que el acuífero freático en el área de Pica y Matilla incluye una mezcla del agua caliente que asciende verticalmente (largo camino por el acuífero profundo con presión artesiana) y el agua de retorno por riego.

Según lo indicado en el estudio de JICA (1996) "Estudio sobre el Desarrollo de los Recursos de Agua en la Parte Norte de Chile", la productividad de los pozos en el área de Pica se estima en menos de 10 l/s con una reducción de las aguas subterráneas que varía de 8 a 55 m. Esto es consistente con las conclusiones de Galli 1962 respecto de que el acuífero de Pica generalmente tiene una permeabilidad muy baja debido a la cementación de las rocas.

6 EXPLORACIONES GEOFÍSICAS Y MEDICIONES DE NIVELES POZOS (CP-2013)

Con miras a avanzar en la aclaración de las incertidumbres que persisten a la fecha para la caracterización del acuífero de Pica, en el presente estudio se presenta una vasta exploración geofísica en base de perfiles TEM y Gravimetría, además de un catastro de pozos y norias. El objetivo final es poder levantar un modelo tridimensional, que integre estos nuevos antecedentes geofísicos y de pozos, con la información previa existente, de forma de determinar y caracterizar sectores acuíferos, geometría y volúmenes embalsados.

6.1 Exploraciones Geofísicas Gravimétricas y TEM

Se planificó y realizó, en noviembre de 2013, una campaña de mediciones geofísicas sobre un área de aproximadamente 1200 km². Con el propósito de caracterizar la cuenca y la ubicación de basamento Mesozoico a través del contraste con los depósitos terciarios, se ejecutó el método de Gravimetría, ejecutándose finalmente 218 de las 220 estaciones gravimétricas que habían sido planificadas originalmente.

Nota: Debido al difícil acceso a ciertos sectores del terreno, por presentar fuertes pendientes, fue imposible poder ejecutar todas las estaciones originalmente planificadas (220). Como forma de poder tener una cobertura espacial completa, y desarrollar la totalidad de las estaciones comprometidas, se decidió aumentar el número de estaciones TEM de 77 a 91 estaciones.

Las estaciones Gravimétricas se desarrollaron a lo largo de 8 líneas. Cada estación fue dispuesta según la planificación acordada con la DGA, distribuyéndose de tal manera de cubrir el área de interés con una malla medianamente regular en espaciamiento (600m entre estaciones). La Lámina 2 muestra la disposición y cobertura de los perfiles geofísicos Gravimétricos ejecutados en el presente estudio.

Adicionalmente, para determinar las características geoeléctricas de la sub-superficie que permitan obtener información de la estratigrafía, nivel de agua subterránea y eventualmente la profundidad del basamento, se utilizó el método TEM, ejecutándose 91 estaciones TEM, a lo largo de 8 líneas. Cada estación fue dispuesta según la planificación acordada con la DGA, distribuyéndose de tal manera de cubrir el área de interés con una malla medianamente regular en espaciamiento (2000m entre estaciones). La Lámina 3

muestra la disposición y cobertura de los perfiles geofísicos TEM ejecutados en el presente estudio.

Complementándose con la campaña de GHD-2012, la extensión de los perfiles trazados atraviesa prácticamente toda la zona del acuífero. Hacia el Norte, los perfiles atraviesan la Quebrada Seca, buscando validar la hipótesis del límite Norte del acuífero. En la esquina norponiente, las mediciones gravimétricas se apoyan en los afloramientos del Cerro Longacho, con el fin de “amarrar” la ubicación del basamento y su contraste con la Formación Altos de Pica. En la zona poniente, las mediciones se extienden hacia aguas abajo de la localidad de Matilla, con el objetivo de interceptar y atravesar el Horst de Pica y definir precisamente su traza y profundidad. En la zona Sur, las mediciones atraviesan la Quebrada de Chacarillas, buscando definir el límite Sur del acuífero.

En el Anexo A se presenta el informe completo de las exploraciones geofísicas, incluyendo la disposición de las estaciones de medición, los equipos e instrumentos utilizados, la descripción de la metodología utilizada, los procesos de análisis, inversión e interpretación de datos y los resultados obtenidos. A continuación se presenta un resumen de los resultados y su interpretación en base a la información antes revisada.

6.2 Análisis de Resultados Prospección Gravimétricas

Se midieron 218 estaciones gravimétricas a lo largo de los 8 perfiles mostrados en la Lámina 1. En este caso, el espaciamiento entre estaciones corresponde a 600 m en promedio. Las Figuras 6.1 a 6.4 presentan los perfiles del contacto entre el basamento y los sedimentos, en base a un contraste de densidades estimado en $0,4 \text{ gr/cm}^3$, lo que corresponde al dato de GHD-2012. Para el presente estudio, este valor de contraste fue validado y adoptado en base a los tipos de roca presentes, además de la carencia de mejor información para su reevaluación. En el Anexo C.1 presenta el detalle de cada estación gravimétrica, indicándose la profundidad final estimada del basamento. El análisis de la anomalía de Bouguer expresada en miligal ($1\text{mGal} = 10^{-5} \text{ m/s}^2$), los datos de gravedad, la respuesta calculada y la tendencia regional se presentan en detalle en el Anexo A.

El límite Norte del acuífero puede definirse en función de las zonas de levantamiento del basamento evidenciadas por los perfiles gravimétricos. En los perfiles G1, G2, G6 y G7, se observa una depresión de 300 a 400 m en los sedimentos terciarios en el eje de la Quebrada Seca. En el borde Sur de dicha Quebrada, se detectó un peralte donde el

basamento estaría a cerca de 50 a 70 m de profundidad, generando una barrera hidráulica para los flujos del Norte y cerrando el acuífero aportante hacia Pica.

Sobre el perfil G5, que atraviesa gran parte del centro de la zona de oriente a poniente, se observa un estrato profundo de sedimentos del orden de 500 a 600 m de profundidad, específicamente en la intersección con G2 (Figura 6.3, Entre Horst Superior y Límite Este). Este resultado es coherente con los datos de Nester (2008) y con el modelo conceptual de GHD-2012 (ver Figura 4.5). El Horst de Pica se detectó en G5, en la línea de falla indicada en la carta geológica (ver Figura 4.2), y a una profundidad de 250 m. Hacia aguas abajo, bajo la zona de Matilla, el basamento presenta una depresión hasta cerca de 400 m de profundidad. Adicionalmente se detecta un Horst Intermedio (Concova) que confina el acuífero de Pica-Matilla, y un Horst Superior que confina un acuífero en la zona alta, que denominaremos acuífero Altos de Pica.

En G4 (Figura 6.2) se detectó que, inmediatamente al Norte de la Quebrada Chacarilla, existiría una fosa de aproximadamente 400 m de profundidad rellena con sedimentos terciarios. Mientras que en la ladera Sur de la Quebrada, el basamento se encontró a 100 m de profundidad, lo que generaría una barrera Sur para el acuífero, impidiendo cualquier flujo de agua subterránea hacia el Sur. Por tanto, el límite Sur del Gran Acuífero de Pica, que estamos estudiando, se encuentra inmediatamente al Norte de la Quebrada Chacarillas, en el sector poniente, y se desarrolla hacia el sector Oriente, paralelo a la quebrada De Alona, la que se encuentra inmediatamente al Norte de la Quebrada Chacarillas, tal como se muestra en el perfil G1 mostrado en la Figura 6.1.

Independiente al desarrollo de modelos tridimensionales del sector estudiado, se han podido establecer los límites geométricos de los acuíferos de Pica (ver Capítulo 8). Por el Norte, el límite es la Quebrada Seca, por el Sur, es la quebrada De Alona, ubicada inmediatamente al Norte de la Quebrada Chacarillas, por el Poniente es el Horts de Pica, el cual se presenta con profundidades variables a lo largo de la frontera Poniente, lo que permite un flujo de recarga hacia Pampa del tamarugal, y por el Oriente, se estima que correspondería al Horst del Huasco.

Lámina 2: Prospección Gravimétrica en el Acuífero de Pica. Campañas de 2012 y 2013

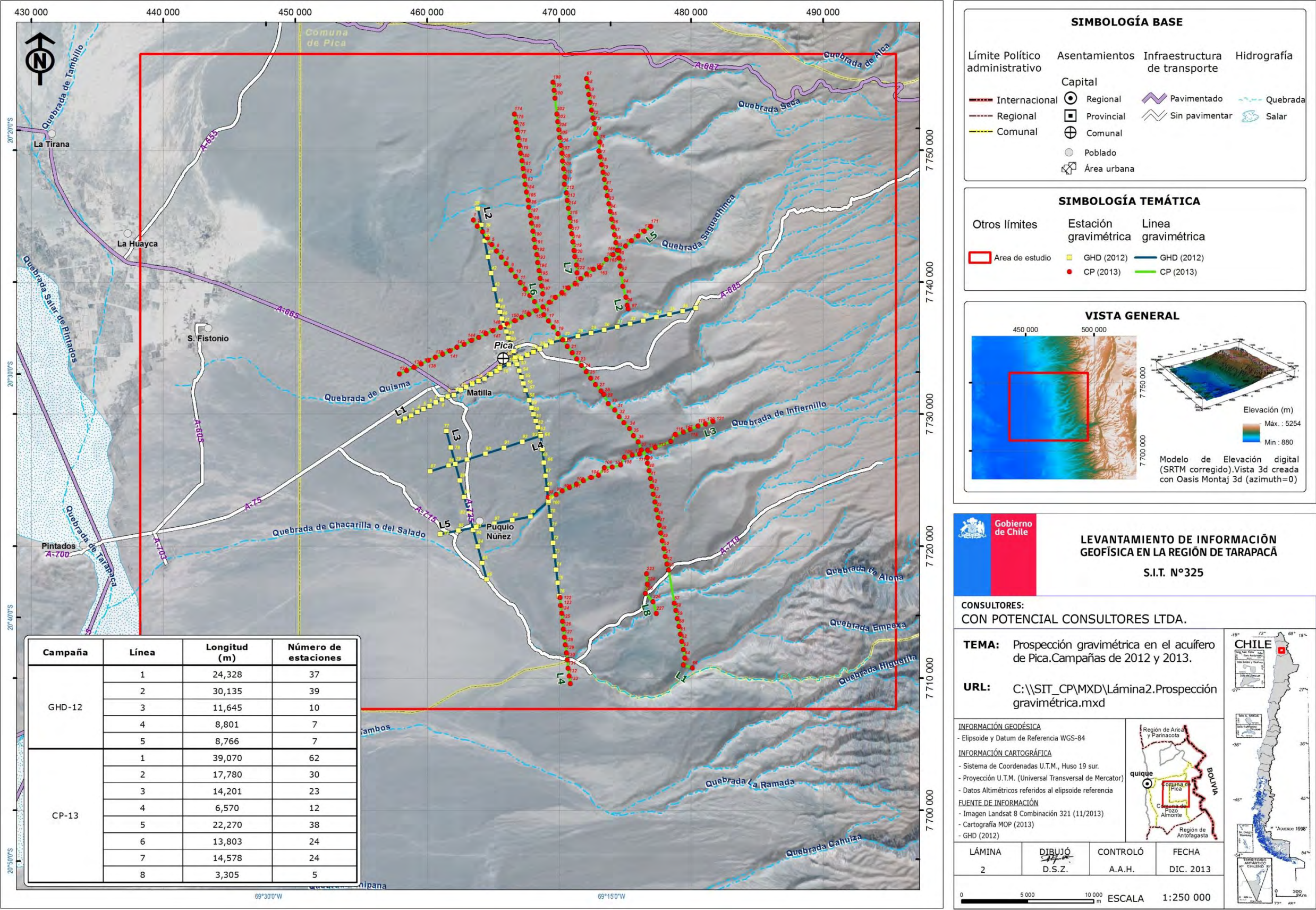


Figura 6.1: Perfiles Gravimétricos 1 y 2 CP-2013

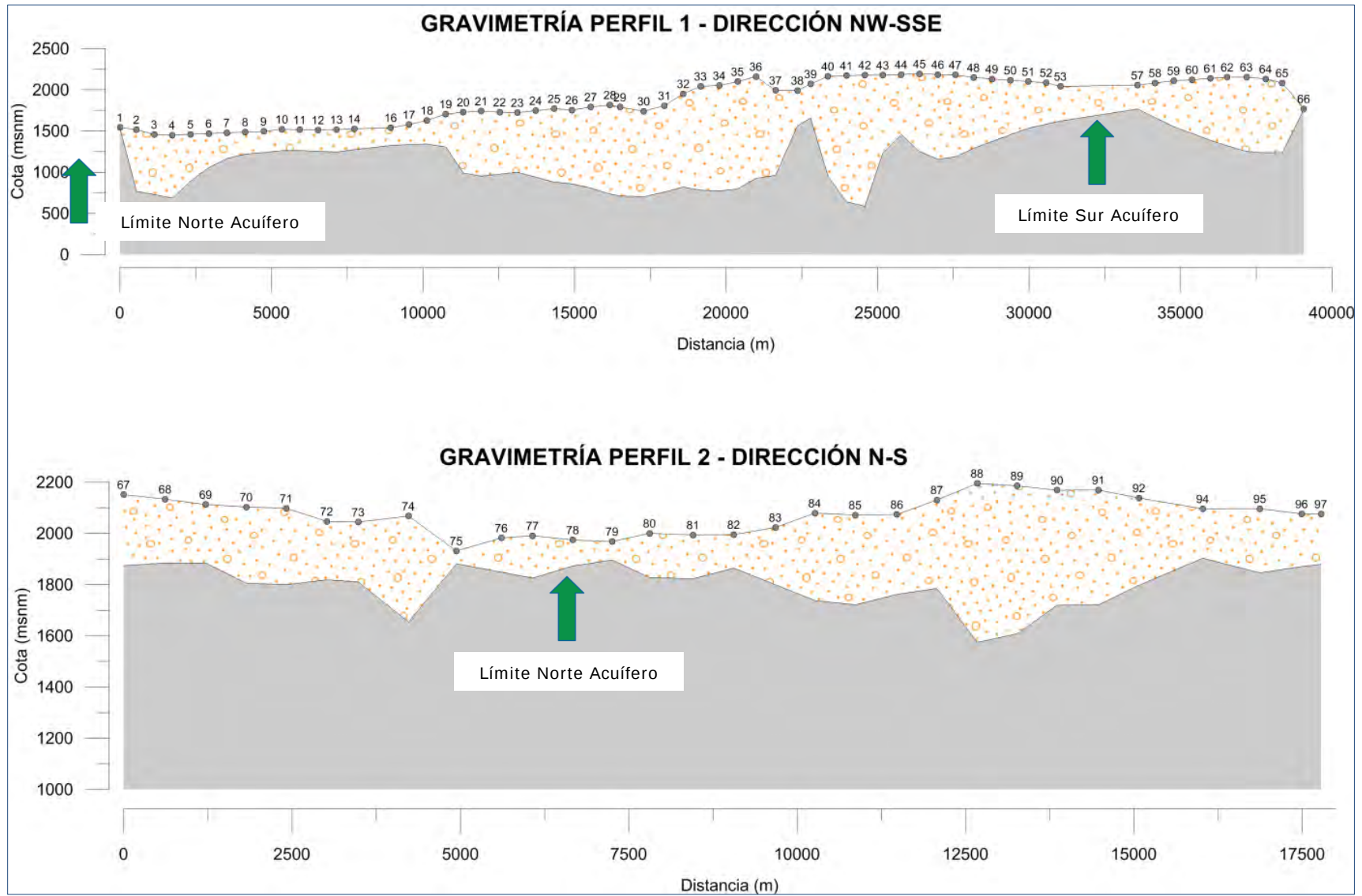


Figura 6.2: Perfiles Gravimétricos 3 y 4 CP-2013

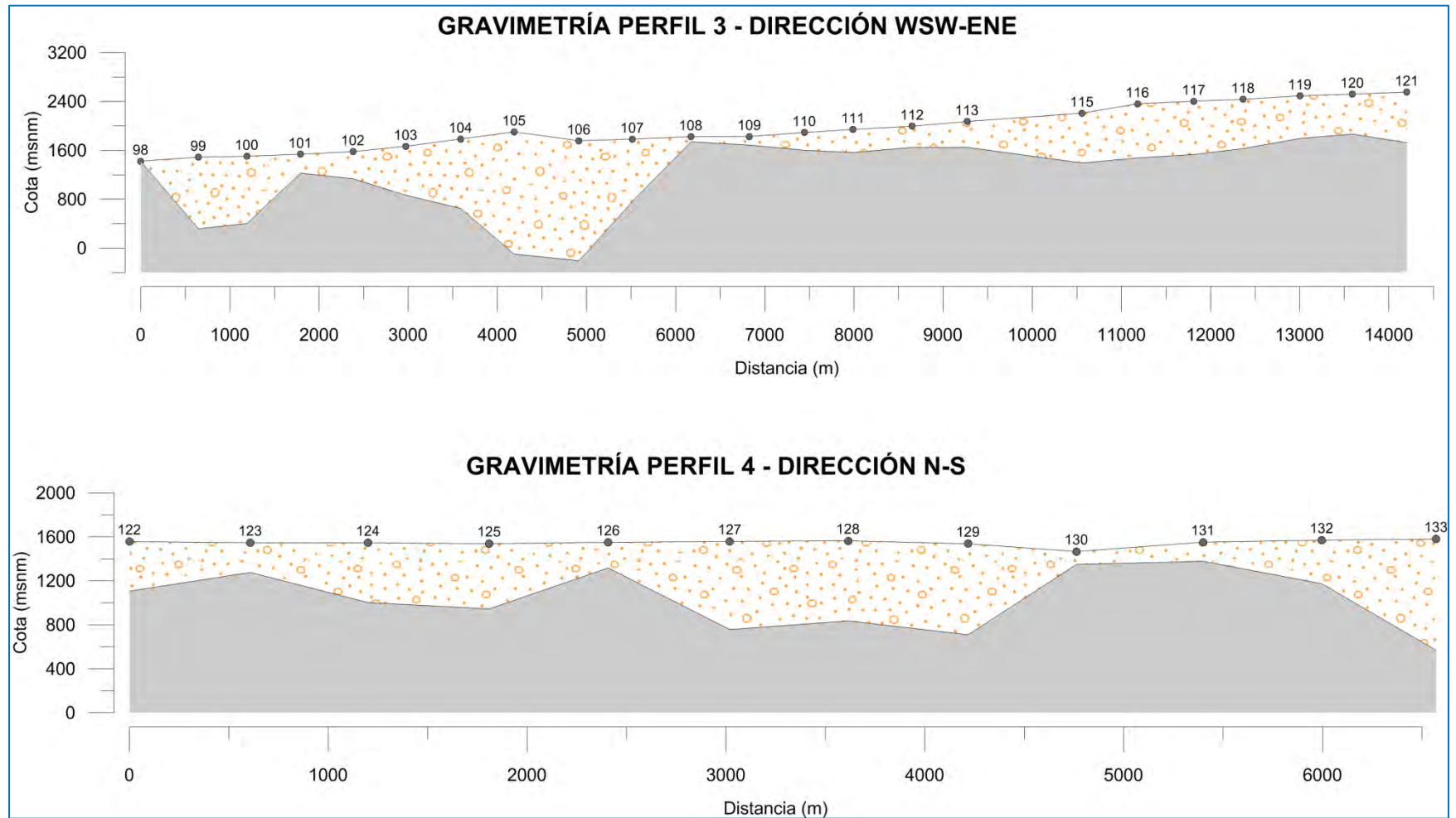


Figura 6.3: Perfiles Gravimétricos 5 y 6 CP-2013

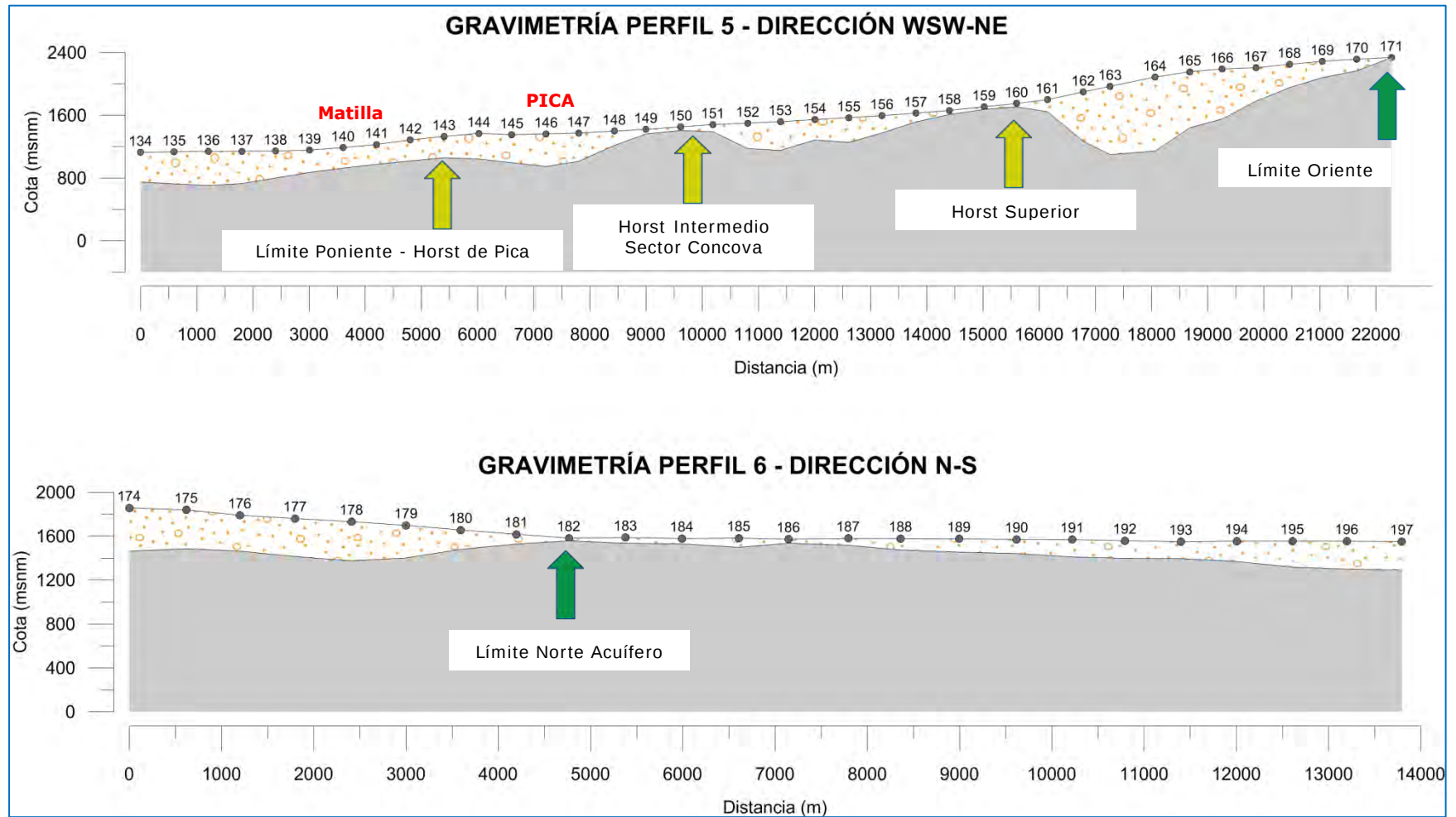
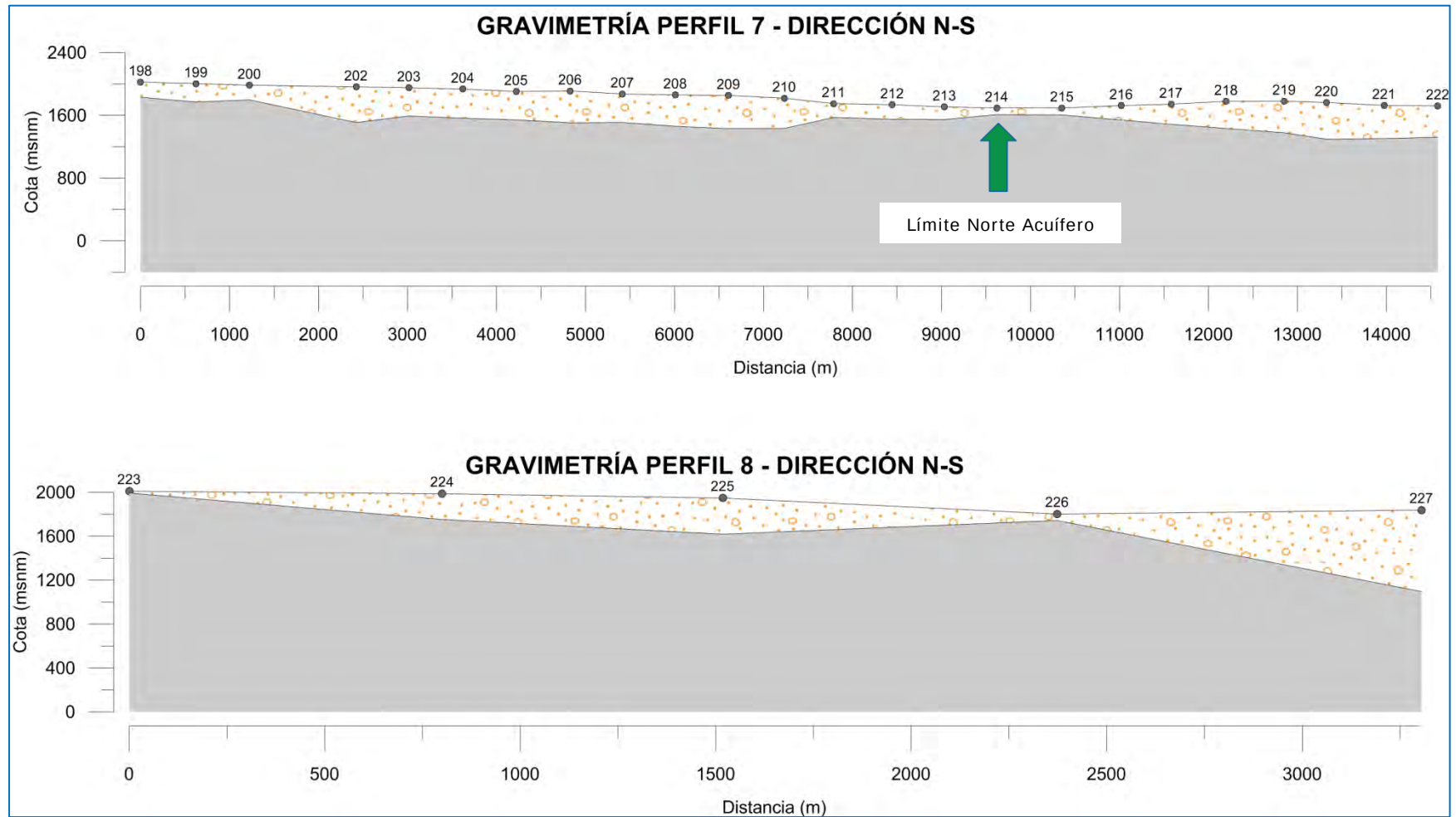


Figura 6.4: Perfiles Gravimétricos 7 y 8 CP-2013



6.3 Análisis de Resultados Prospección TEM

Originalmente se planificó ejecutar 77 estaciones TEM (Oferta Técnica de Con Potencial Consultores), sin embargo, una vez recorrida la zona a levantar, Con Potencial Consultores decidió aumentar, asumiendo el mayor costo, el número de estaciones TEM a ejecutar. Los motivos técnicos para esta decisión fueron la necesidad de asegurar una cobertura espacial completa, que permitiera un levantamiento robusto de información geofísica para el adecuado logro de los objetivos del estudio. Por lo anterior, se determinó necesario ejecutar 91 estaciones TEM para obtener una cobertura completa del área a explorar.

Los sondeos TEM se planificaron siguiendo las líneas trazadas en la Lámina 3. Con el objetivo de maximizar la profundidad de exploración, los loops de transmisión cuadrados fueron de 200 m x 200 m. No fue posible realizar loops más extensos debido a consideraciones logísticas y a las irregularidades topográficas, especialmente en las quebradas. Así, las mediciones TEM permitieron obtener información teórica máxima y válida hasta aproximadamente 450 m de profundidad, dada la resistividad de los medios atravesados. Las 91 estaciones de medición se agruparon en 8 líneas, las cuales poseen un espaciamiento nominal regular cercano a 2.000 m y una longitud promedio cercana a 40 km cada una. El Anexo D.1 presenta el detalle de cada estación TEM, indicándose la resistividad del estrato superficial. Un detalle completo de las resistividades de cada punto TEM se presenta en el Anexo A.

Las figuras 6.6 a 6.12 presentan los perfiles TEM desarrollados. Se muestran los valores de resistividad medidos en cada punto y el trazado de los perfiles en profundidad. Los perfiles TEM se presentan en escala vertical distorsionada, considerando una exageración vertical de 10, lo que facilita visualizar las variaciones laterales y en profundidad considerando la extensión de cada perfil. Tomando como base las secciones de resistividad generadas a partir de la inversión de un modelo de capas, se realizó una correlación entre las unidades de diferentes rangos de resistividad, con estratos de diferentes características litológicas. En las secciones unidimensionales de distribución en profundidad de la resistividad eléctrica, se pueden distinguir claramente al menos 3 dominios, los que no necesariamente corresponden a diferentes unidades litológicas, sino que a diferentes respuestas geoeléctricas. Estas podrían corresponder a diferencias en granulometrías, niveles de humedad, grados de sedimentación, salinidad del agua, entre otros aspectos.

-
- a) **Unidad resistiva Superficial:** Esta unidad se aprecia continua a lo largo de todos los perfiles con potencias inferiores a 50m en los alrededores de Pica y Matilla (elevaciones 1.330-1.500 msnm), donde se ubican la mayoría de las extracciones de agua. Las resistividades eléctricas están comprendidas entre los 300 y 3.900 Ohm-m. Este dominio puede asociarse a sedimentos cuaternarios secos de origen aluvial, fluvial y eólicos. En los perfiles de dirección oriente-poniente (TEM3 a TEM5), se observa que la potencia de estos estratos aumenta a 100-150m en la parte alta, sobre la elevación 1.600 a 1.800 msnm, dependiendo del perfil.
- b) **Unidad de resistividad Media:** Esta unidad subyace a la anteriormente descrita. Las resistividades eléctricas están comprendidas entre los 45 y 300 Ohm-m. Se presenta heterogénea lateralmente. Esto podría explicarse debido a las intercalaciones de materiales presentes en la zona, las que corresponderían principalmente a depósitos del Miembro 4 de la Formación Altos de Pica (ignimbritas y tobas soldadas), y depósitos sedimentarios continentales del Miembro 5 (conglomerados principalmente).
- c) **Unidad Conductora:** Se aprecia a distintas profundidades, en general visualizándose en forma de núcleos o zonaciones de menor resistividad, con valores inferiores a 45 Ohm-m. Esto podría asociarse a cambios de granulometría en los sedimentos dentro de la unidad anteriormente descrita. Asimismo, según los antecedentes disponibles, también podría corresponder a la circulación de aguas fósiles de naturaleza salina y con un mayor gradiente térmico, lo que contribuye al aumento de la conductividad relativa.

En el primer km del perfil TEM-1, en dirección Norte a Sur, se puede apreciar una unidad de profundidad intermedia de alta resistividad, lo que se asocia a la cercanía con el basamento Mesozoico del Cerro Longacho.

En el perfil TEM-2, específicamente entre los puntos 25 y 29 (cruce con TEM-5), se detecta una baja de resistividad del orden de uno a dos órdenes de magnitud a 70m de profundidad, lo que corresponde a materiales húmedos a saturados. Luego, bajo 100m de profundidad la resistividad se incrementa aproximadamente 10 veces, para volver a caer a valores de 10 Ohm-m a 350m de profundidad. Estas mediciones podrían interpretarse como un acuífero confinado, ubicado a 350m de profundidad. Un caso análogo se da en el perfil L6, entre los puntos 80 a 82.

El perfil L8 se trazó intencionalmente en la zona donde se ubica el Horst de Pica, identificado en las mediciones gravimétricas (GHD 2012 y en este estudio). Se esperaba detectar, mediante la técnica TEM, zonas profundas de alta resistividad correspondientes al levantamiento del basamento (Horst). Sin embargo, los resultados muestran una resistividad decreciente en profundidad, tal como en el resto de los perfiles que atraviesan la zona de Pica. Probablemente, el distanciamiento de 1 km entre puntos de dicho perfil no permitió la discretización necesaria para observar el Horst.

Este resultado concuerda con las mediciones de TEM del estudio de GHD-2012. Específicamente con el perfil TEM-GHD-3 de dicho estudio (Figura 6.5), donde se superpone el Horst (línea roja segmentada) con resistividades inferiores a 10 Ohm-m, propias de medios permeables o saturados. Esto podría sugerir que la técnica de TEM no sería la más adecuada para detectar, con alta precisión, basamento y límites de acuíferos.

Figura 6.5: Perfil TEM-GHD3, estudio de GHD (2012)

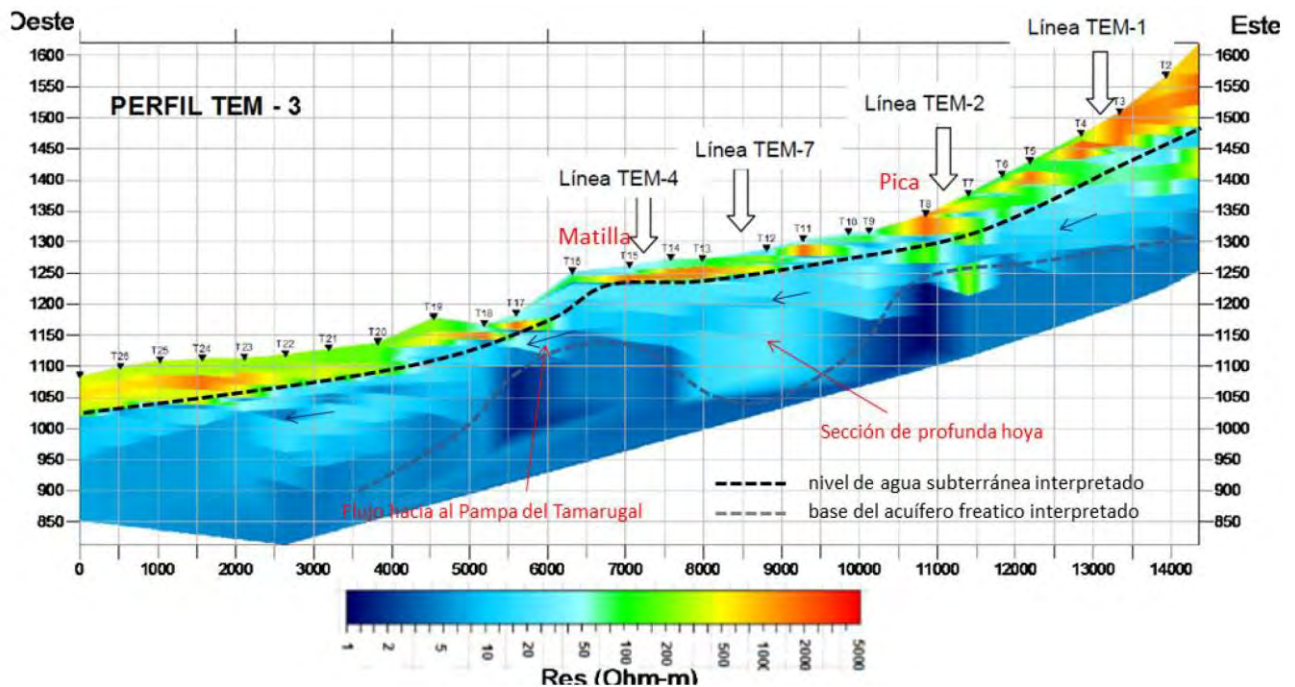


Lámina 3: Prospección TEM en el Acuífero de Pica. Campañas 2012 y 2013

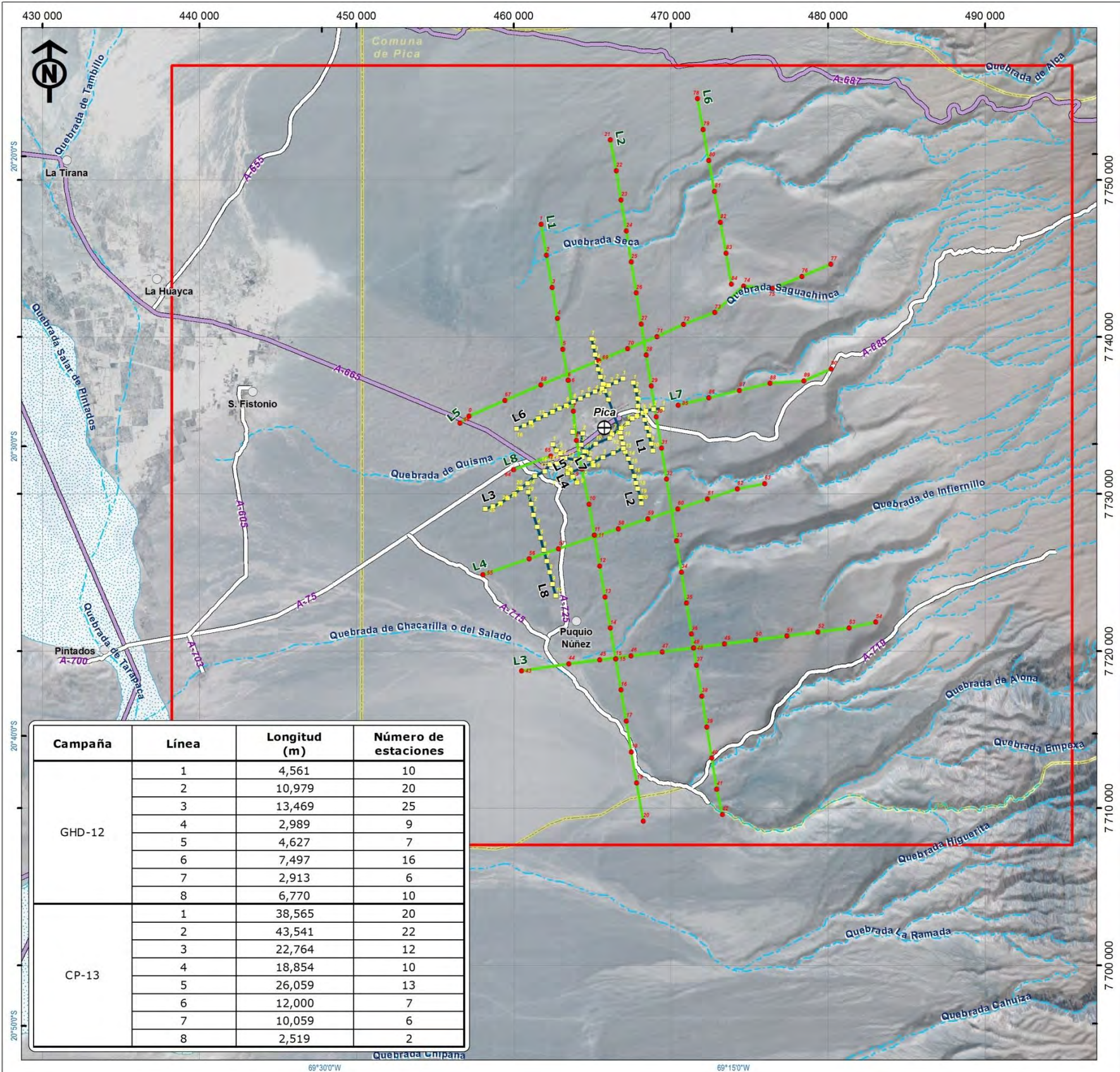


Figura 6.6: Perfil TEM Línea 1-CP-2013. Orientación NNW-SWE

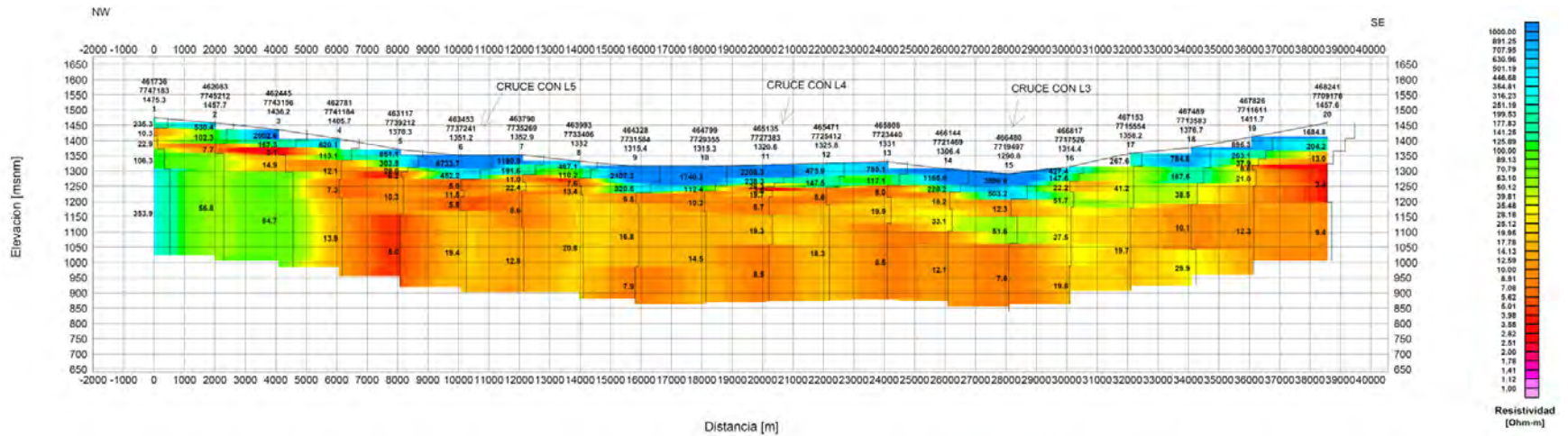
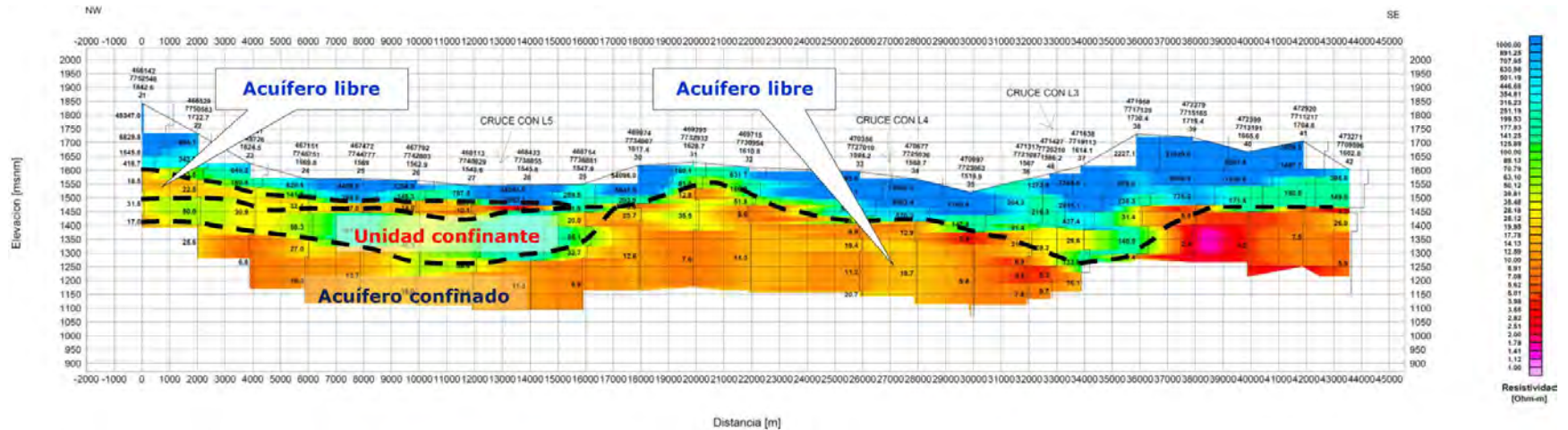


Figura 6.7: Perfil TEM Línea 2-CP-2013. Orientación NNW-SSE



(Nota: Se incorporó una interpretación Hidrogeológica de los resultados de variaciones de resistividad en el Perfil)

Figura 6.8: Perfil TEM Línea 3-CP-2013. Orientación WSW-ENE

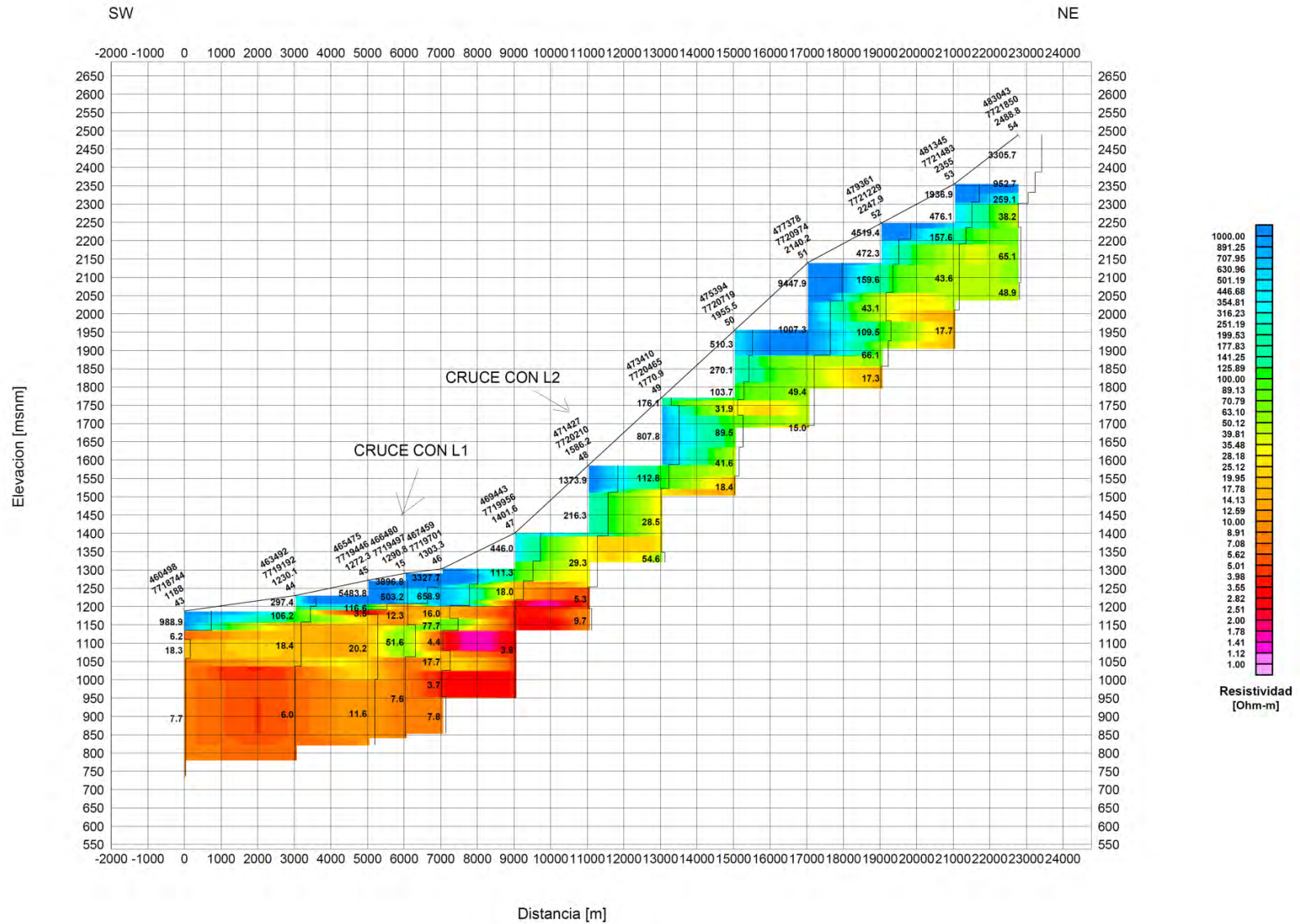


Figura 6.9: Perfil TEM Línea 4-CP-2013. Orientación SW-NE

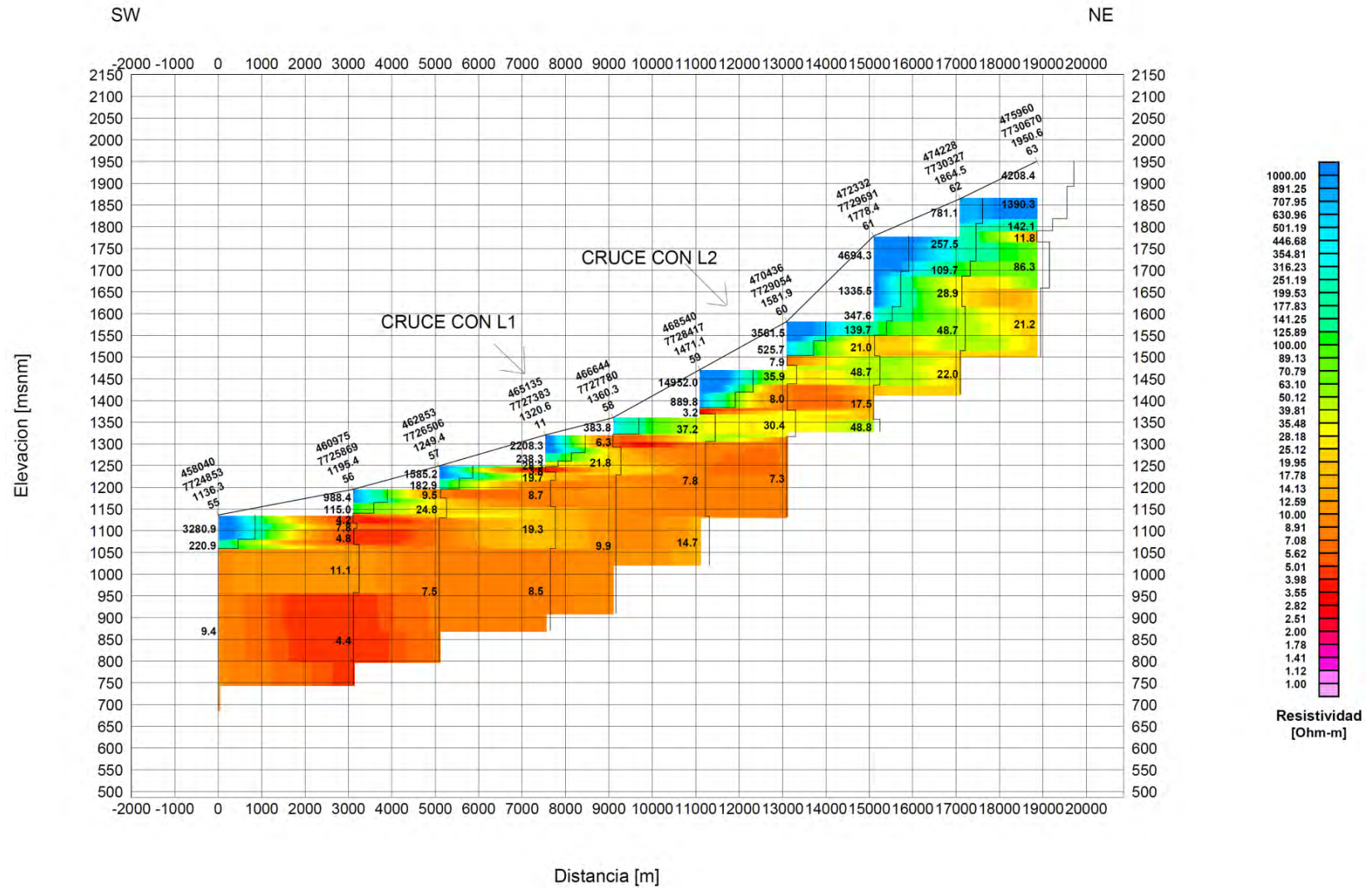


Figura 6.10: Perfil TEM Línea 5-CP-2013. Orientación SW-NE

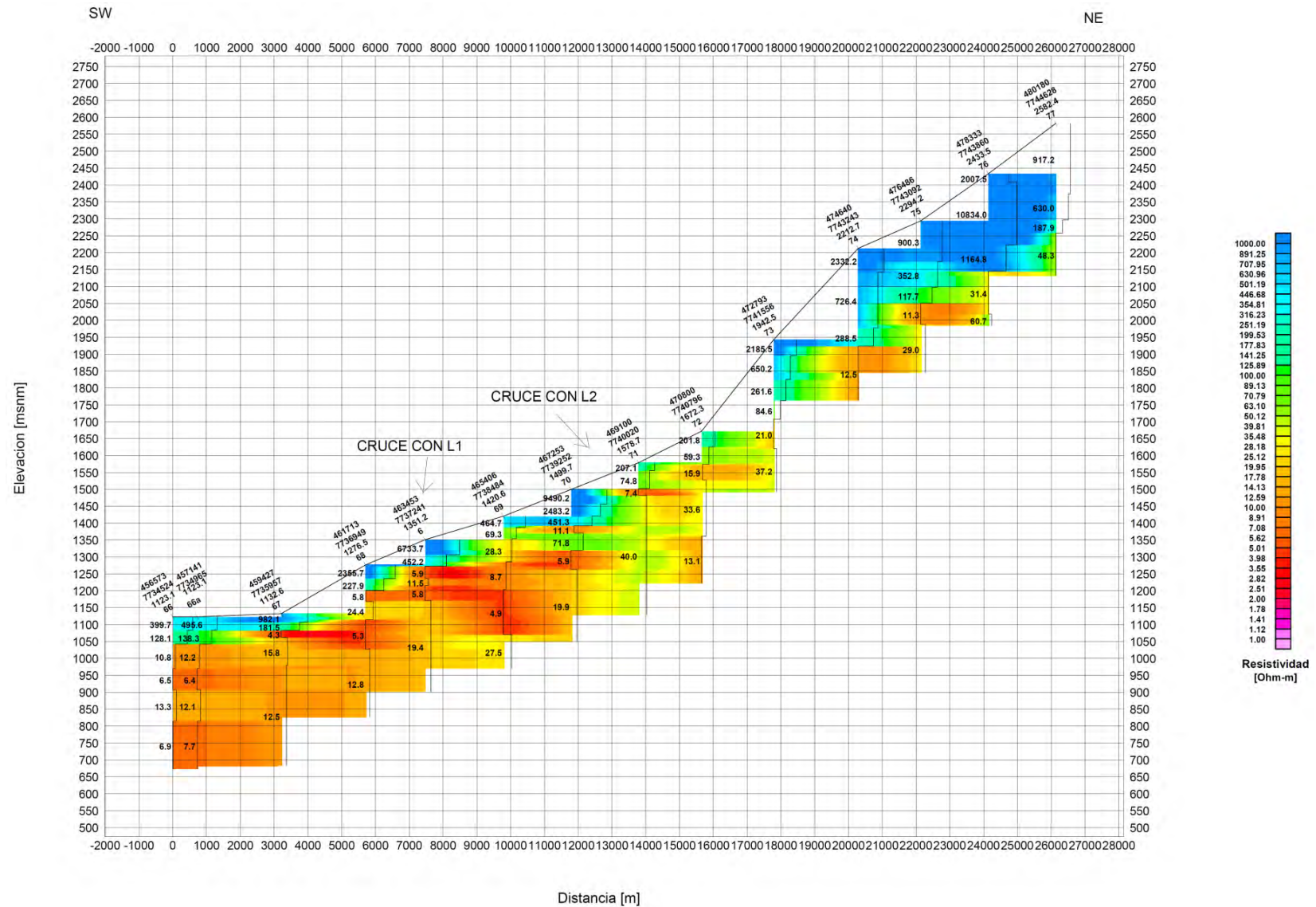


Figura 6.11: Perfil TEM Línea 6-CP-2013. Orientación NNW-SSE

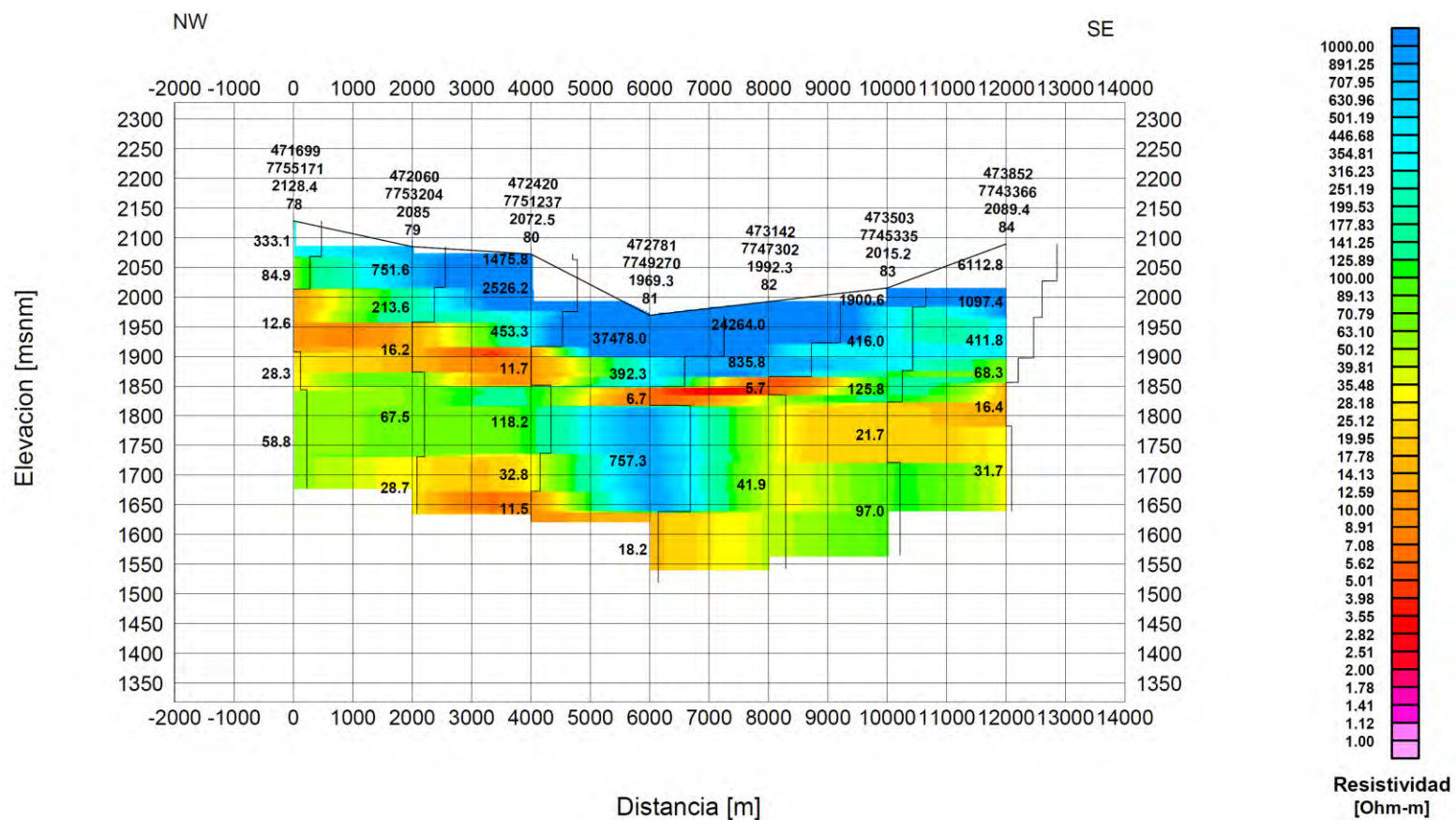


Figura 6.12: Perfil TEM Línea 7-CP-2013. Orientación SW-NE

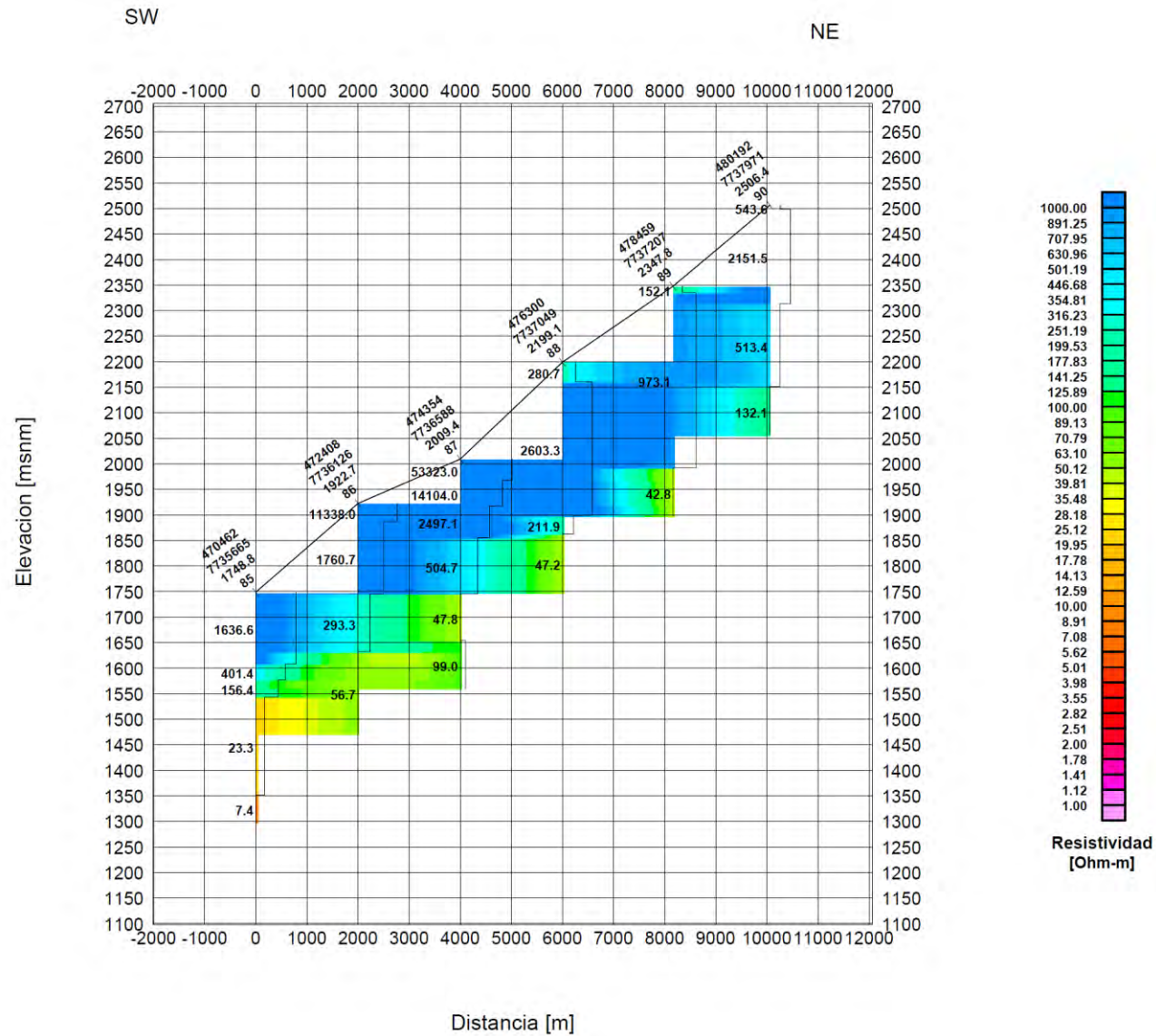
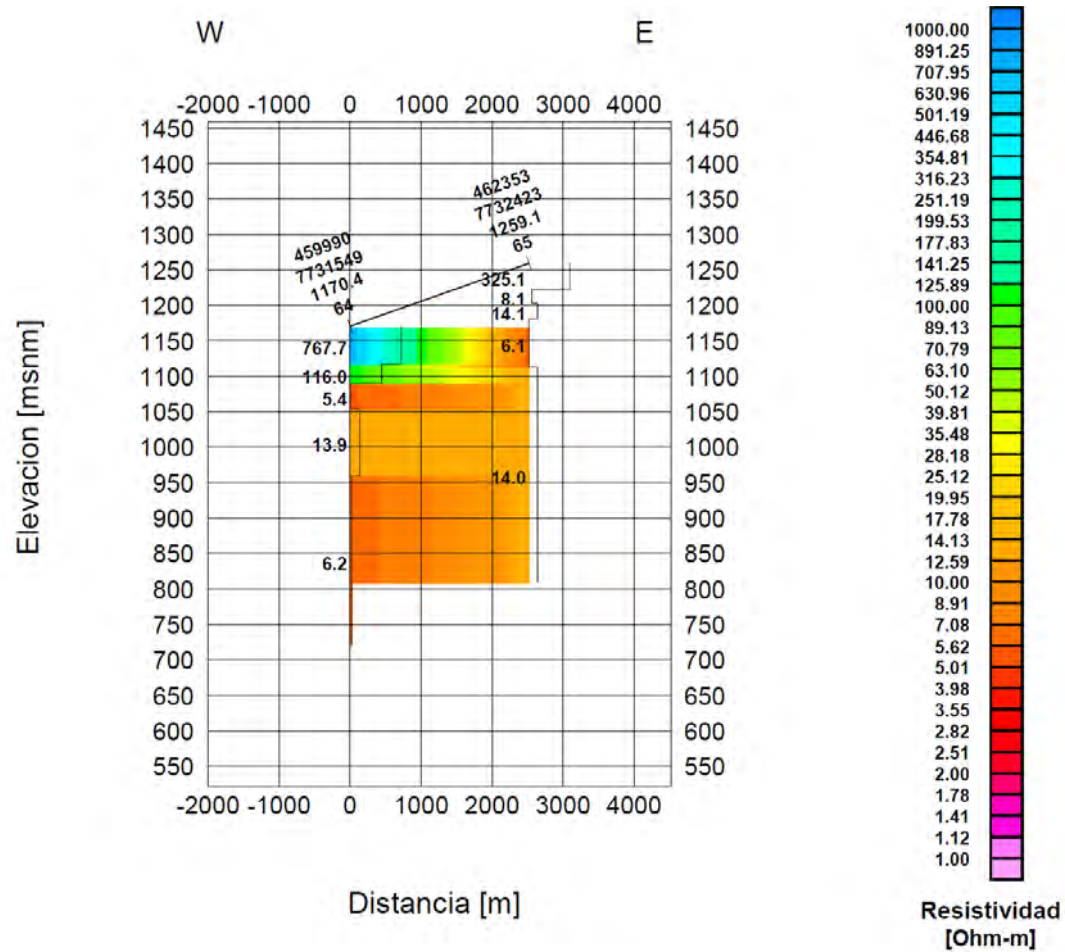


Figura 6.13: Perfil TEM Línea 8-CP-2013. Orientación SW-NE



6.4 Mediciones Niveles de Pozos

Dentro de las actividades desarrolladas en terreno, se ejecutaron levantamientos de información de niveles de Pozos Oficiales DGA y Pozos Privados. Lo anterior permitió tener una medida de verificación y validación de la información de niveles freáticos determinada mediante las prospecciones geofísicas TEM. Por otra parte, se complementó y validó la información de niveles de Pozos levantada en el estudio de GHD-2012, con la finalidad de determinar posibles variaciones experimentadas por el nivel freático en el acuífero, entre fines del 2012 y fines del 2013. Una vez validada la información de niveles de pozos, fue posible incorporarla al presente estudio para determinar, en conjunto con la información proporcionada por los perfiles TEM, el plano de equipotenciales del nivel freático en toda el área de estudio.

En la Lámina 4 se presentan la ubicación en planta de todos los pozos levantados en la presente campaña. La Figura 6.13 incluye parte de los registros gráficos de los pozos levantados. El Anexo E.1 presenta un resumen del levantamiento de niveles de pozos ejecutado en noviembre del 2013. El Anexo B se presenta detalle fotográfico del catastro desarrollado en el presente estudio, y gráficos del nivel de aguas subterráneas de las Estaciones de Control DGA.

Lámina 4: Ubicación de Pozos de Monitoreo. Campañas 2012 y 2013

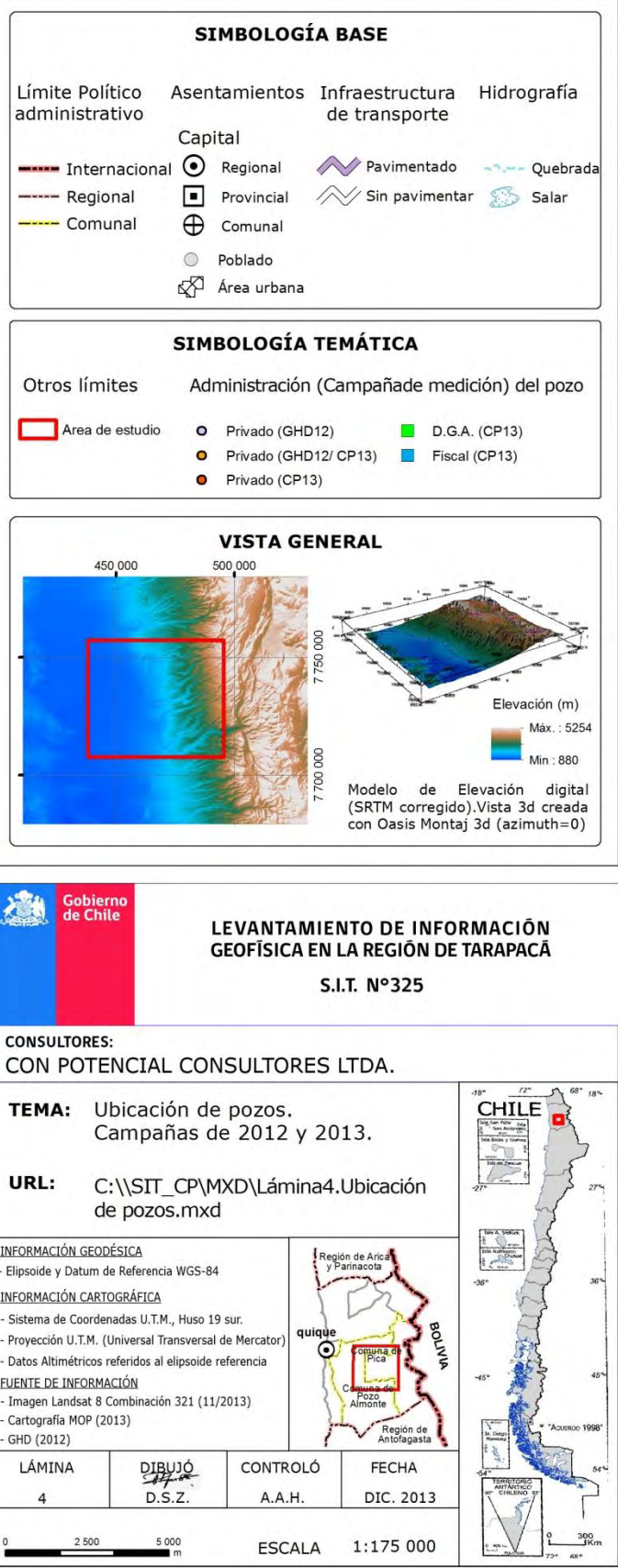
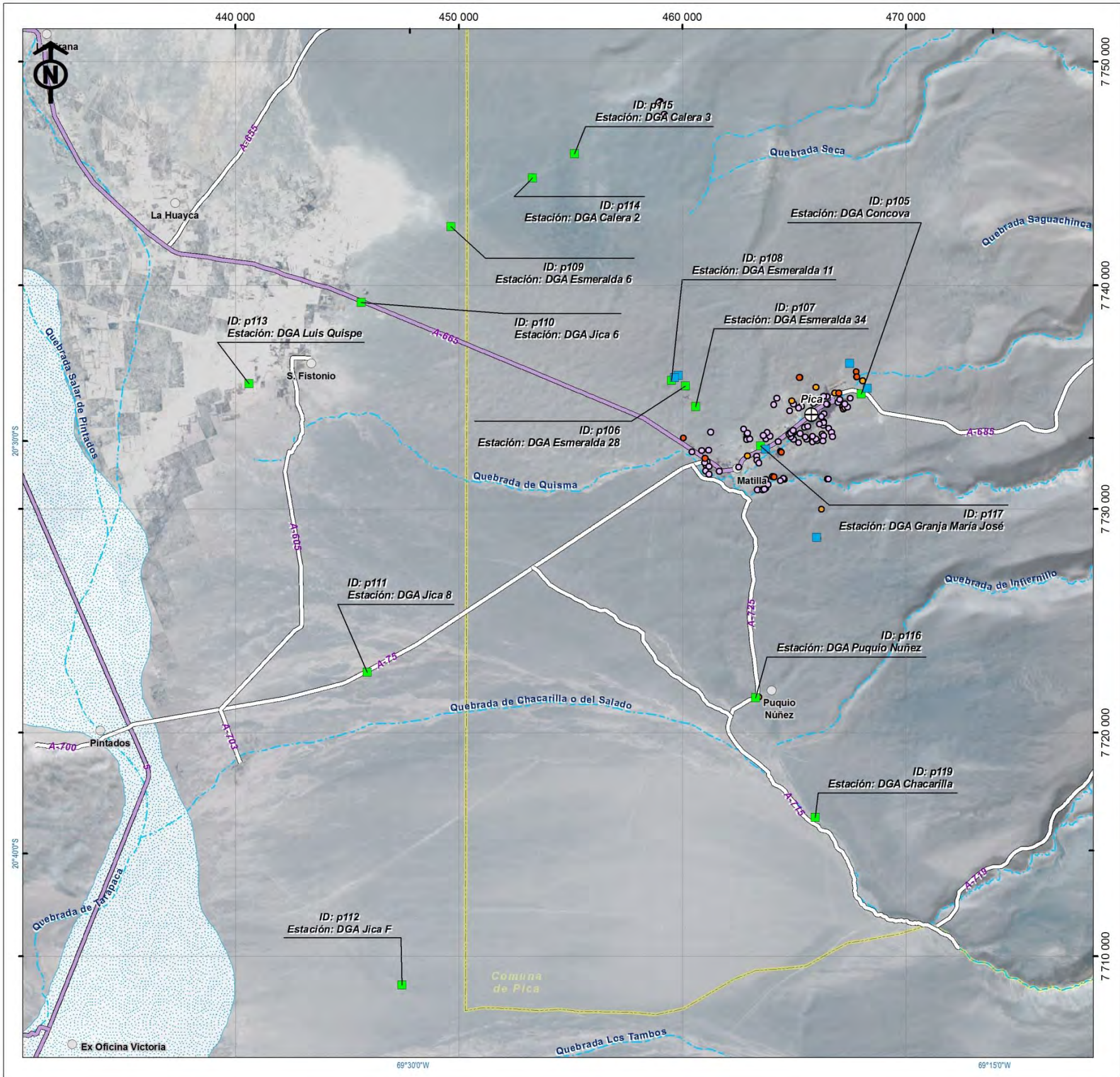


Figura 6.14: Registros Fotográficos Levantamiento Pozos CP-Noviembre 2013

(Mayor Detalle se presenta en Anexo B)

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	467 806	7 735 908
	Sector	Concova
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P28
Norte Concova		

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	463 283	7 721 558
	Sector	Puquío Nuñez
	Tipo de pozo	DGA Puquío Nuñez
	ID Pozo	Pozo CP-13- P127
Código BNA: 01700068-3		

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	465 954	7 716 212
	Sector	Chacarillas
	Tipo de pozo	DGA
	ID Pozo	Pozo CP-13- P130
Código BNA: 01700023-3		

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	468 013	7 735 137
	Sector	Concova
	Tipo de pozo	DGA Concova
	ID Pozo	Pozo CP-13- P116
Estado: Seco		

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	445 636	7 739 238
	Sector	Canchones
	Tipo de pozo	DGA JICA-6
	ID Pozo	Pozo CP-13- P121
Código BNA: 01700102-7		

7 INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN

En este capítulo se validará y presentará la información disponible para la realización del estudio, tanto la información obtenida en campañas de terreno, como los datos obtenidos de la recopilación de antecedentes.

7.1 Antecedentes Existentes GHD-2012: Prospecciones Geofísicas y Levantamiento de Niveles de Pozos

En el estudio previo (GHD-2012) se desarrollaron las siguientes exploraciones geofísicas:

- 100 Estaciones Transientes Electromagnético (TEM)
- 100 Estaciones de Gravimetría

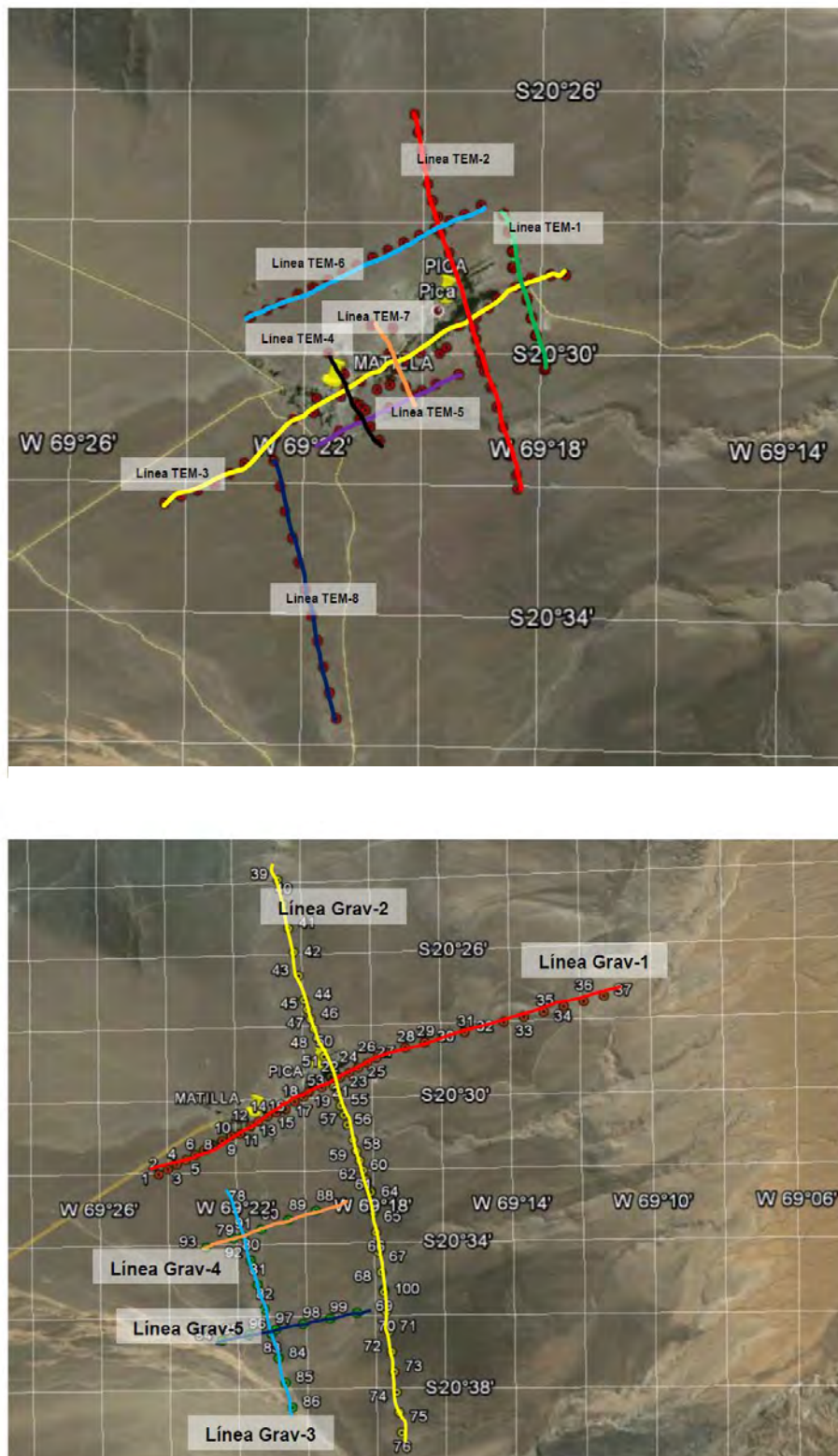
En la Figura 7.1 se presenta la ubicación de los perfiles geofísicos TEM y Gravimétricos desarrollados en el estudio previo, los que se ven también en las Láminas 2 y 3 presentadas en el Capítulo 6.

Adicionalmente se catastraron y levantaron niveles estáticos en 79 pozos existentes en la zona de Pica – Matilla, los que se observan en la Lámina 4.

Con esta información y otros antecedentes recopilados, en el estudio GHD-2012 se estimaron propiedades acuíferas en el sector de Pica – Matilla, con lo que se obtuvo una primera aproximación del volumen almacenado en el sector, correspondiente a 450 Mm³ o 1350 Mm³ con coeficientes de almacenamiento de 0,05 y 0,15 respectivamente.

Del mismo modo, se estimó la recarga del sistema Pica – Matilla, con un caudal de 100 a 160 l/s, con permeabilidades de 0,15 a 0,25 m/día, respectivamente.

Figura 7.1: Ubicación Prospecciones Geofísicas GHD-2012



7.2 Validación de Datos – Sistema de Referencia

Para utilizar la información existente (GHD-2012) fue necesario validar los resultados con las nuevas mediciones realizadas en terreno.

Para ello, se estudió qué sistema de referencia altimétrico se utilizó en ambos estudios, de modo que las mediciones fuesen consistentes.

7.2.1 Validación Mediciones Gravimétricas GHD-2012

Como primer análisis, se comparan los datos de cota de terreno tomados en las estaciones gravimétricas del presente estudio (CP-2013), con los valores obtenidos por GHD en el año 2012 (GHD-2012), de modo de validar los datos anteriores. Para ello, se considera que los datos CP-2013 son fiables ya que responden a la altura elipsoidal corregida por post-proceso de registros obtenidos con GPS de doble frecuencia.

Se toman 5 zonas de control, donde existen puntos cercanos de ambas campañas, y se comparan las elevaciones obtenidas.

En la Figura 7.2 se observa un esquema con los puntos de control en planta utilizados, con un zoom respectivo a los puntos utilizados, y en la Tabla 7.1 se muestran los resultados obtenidos.

Se observa que las diferencias obtenidas guardan relación con la distancia y separación entre los puntos a evaluar, explicándose por las diferencias altimétricas de la superficie. Dado esto, se concluyó que GHD utilizó para el levantamiento de información Gravimétrica, un GPS Diferencial amarrado a la misma estación Base IGM, por lo que las referencias altimétricas fueron coincidentes en ambos estudios

Figura 7.2: Puntos de control para comparación de cotas de terreno por gravimetría

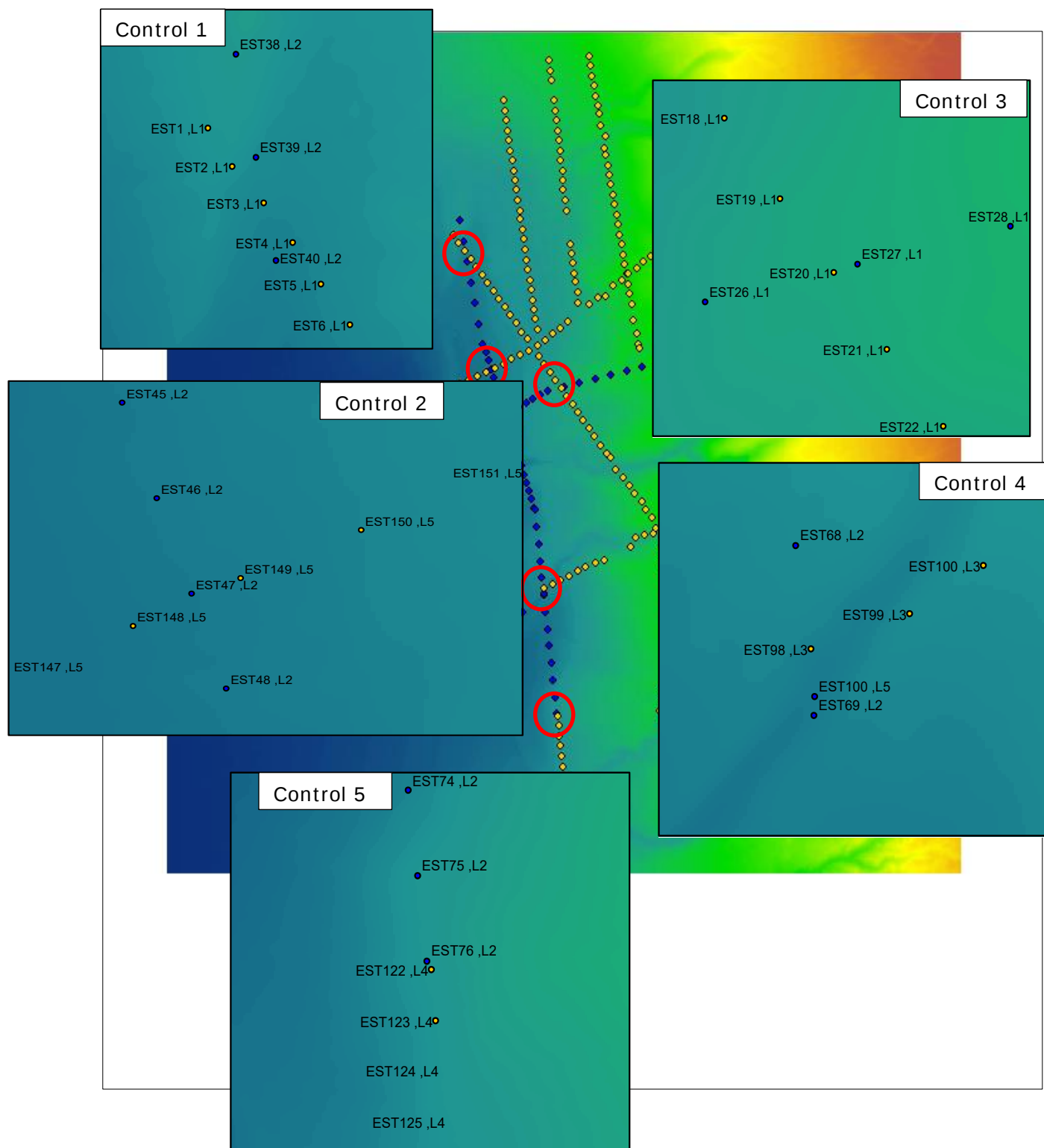


Tabla 7.1: Comparación Cotas de terreno Gravimétricas, GHD-2012 y CP-2013

Zona de control	Estaciones		Cotas (msnm)		Distancia (m)	Delta (m)
	GHD12	CP13	GHD12	CP13		
1	39_L2	2_L1	1491	1516	315,6	25
	39_L2	2_L1	1491	1458	549	-33
	40_L2	4_L1	1437	1451	297	14
	40_L2	5_L1	1437	1451	625	14
2	47_L2	148_L5	1414	1400	322	-14
	47_L2	158_L5	1414	1421	243	7
3	26_L1	20_L1	1665	1729	855	64
	27_L1	20_L1	1747	1729	163	-18
4	100_L5	98_L3	1408	1425	286	17
	69_L2	98_L3	1421	1425	433	4
	68_L2	98_L3	1488	1425	624	-63
	68_L2	99_L3	1488	1488	815	0
5	76_L2	122_L4	1555	1557	112	2

En el Anexo C.2 se presentan los datos verificados de las prospecciones geofísicas Gravimétricas desarrollados en el estudio de GHD -2012 (Línea GRAV 1 a Línea GRAV 5).

7.2.2 Validación Modelo Digital de Elevación (DEM)

Como se expuso en el acápite anterior, las diferencias altimétricas son considerables a nivel espacial, encontrándose en puntos a 100m de distancia cotas de terreno con diferencias de más de 10m, por lo que, para obtener la Cota de Terreno en todos los puntos de interés, es necesario complementar la información de elevación. Para ello se utiliza un Modelo Digital de Elevación (DEM) de la zona de estudio.

Para escoger que modelo DEM utilizar, entre los modelos DEM SRTM, ASTER e IGM, se estudia cuál de ellos posee un menor error o varianza con respecto a los datos puntuales de gravimetría validados anteriormente, y que fueron tomados con GPS Diferencial.

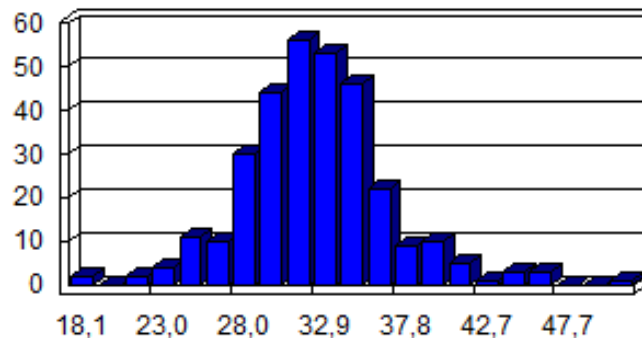
En la Tabla 7.2 y Figura 7.3 se observan los resultados al comparar las cotas de terreno de la gravimetría de GHD-2012 y CP-2013 con los DEM. Se obtiene que el DEM que mejor se ajusta a los puntos de control corresponde al SRTM, con una varianza de 20 m y una desviación estándar de 4,47. El error promedio obtenido con este modelo de elevación es de 32,9 m.

Tabla 7.2: Comparación Cota terreno DEMs y Gravimetría

Fuente	N	Mín	Máx	Media		Desv. Típ.	Varianza	Curtosis	
				Estadístico	Error típico			Estadístico	Error típico
Zm_GPS	312	1129	2555	1695	19	342	116722	-0,91	0,275
Z_SRTM	312	1097	2509	1662	19	341	116473	-0,922	0,275
Z_ASTER	312	1089	2497	1655	19	342	116987	-0,929	0,275
Z_IGM	312	1094	2510	1651	19	338	114206	-0,89	0,275
DELTA_1	312	18	51	32,9	0,25	4,47	19,95	1,77	0,28
DELTA_2	312	18	58	40,6	0,28	4,91	24,06	2,51	0,28
DELTA_3	312	4	122	43,9	0,79	14,03	196,93	3,92	0,28

Dónde: DELTA_1 = Zm_GPS- Z_SRTM
DELTA_2 = Zm_GPS- Z_ASTER
DELTA_3 = Zm_GPS- Z_IGM

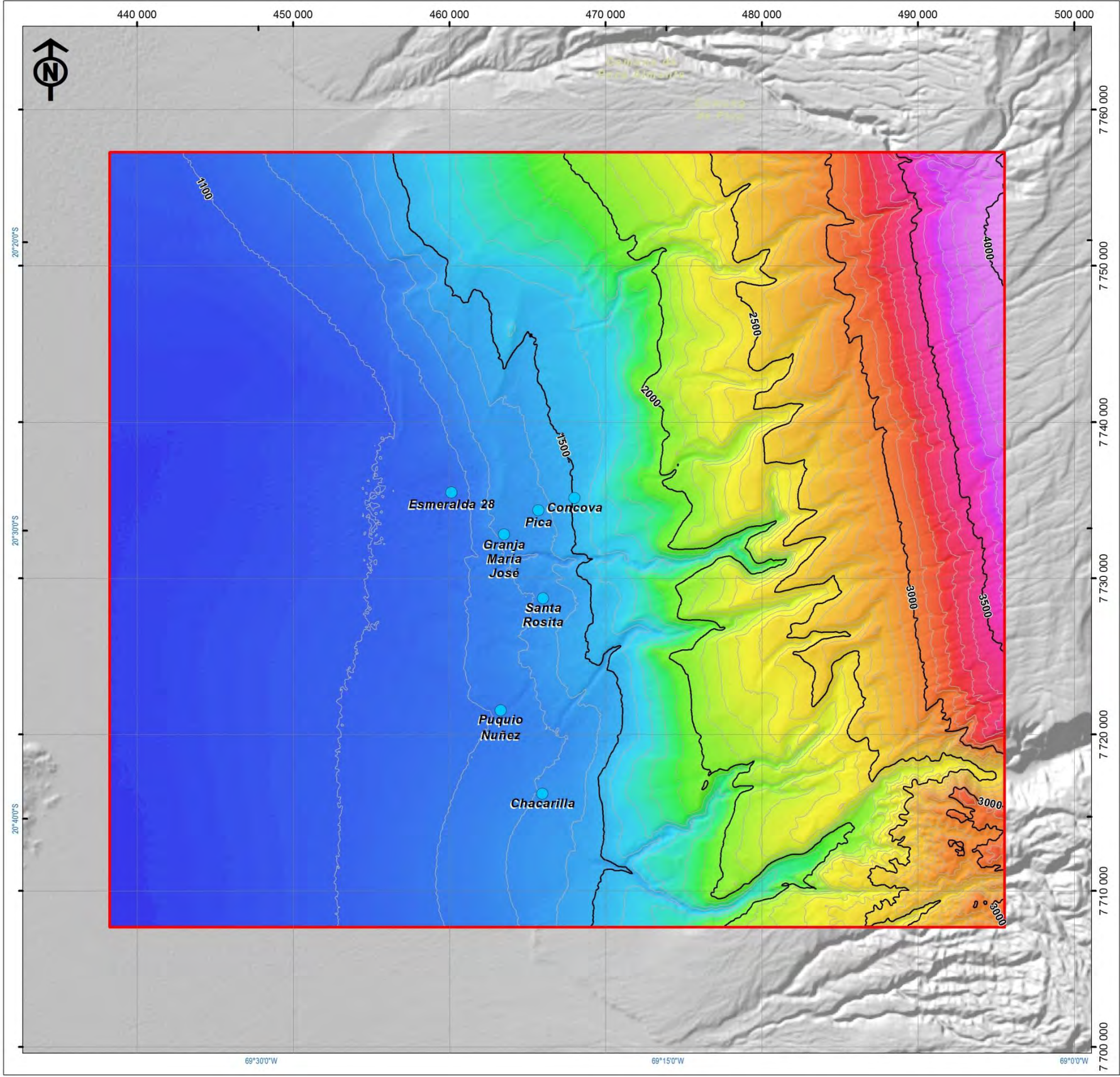
Figura 7.3: Frecuencia de distribución de error entre DEM SRTM y Puntos Gravimetría GHD-2012 y CP-2013



De este modo, para utilizar correctamente los valores de elevación que proporciona el DEM-SRTM, se corrige su elevación homogéneamente en 32,9 m. Se vuelven a comparar las cotas de la gravimetría con los datos obtenidos del DEM ajustado y se tiene un error promedio de 0,29 m, con un máximo de 15,2 m y un mínimo de -12,35 m, con una desviación estándar de 3,67.

En la Lámina 5 se presenta la superficie de terreno en 3D para toda la zona, con los puntos de interés para el presente estudio. Esta superficie fue proyectada utilizando la información disponible de los datos DEM SRTM con un interpolado de 25 m.

Lámina 5: Superficie Topográfica DEM SRTM



SIMBOLOGÍA BASE

Límite Político administrativo	Asentamientos	Infraestructura de transporte	Hidrografía
Internacional	Capital	Pavimentado	Quebrada
Regional	Regional	Sin pavimentar	Salar
Comunal	Provincial		
	Comunal		
	Poblado		
	Área urbana		

SIMBOLOGÍA TEMÁTICA

Elementos contextuales	Altura de la superficie (m)	Curva de nivel
Area de estudio	Máx. : 4100	Indice
Punto de interés	Min. : 1000	Secundaria

VISTA GENERAL

Elevación (m)
Máx. : 5254
Min. : 880

Modelo de Elevación digital (SRTM corregido). Vista 3d creada con Oasis Montaj 3d (azimuth=0)

Gobierno de Chile

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN GEOFÍSICA EN LA REGIÓN DE TARPACÁ

S.I.T. N°325

CONSULTORES:
CON POTENCIAL CONSULTORES LTDA.

TEMA: Superficie topográfica DEM SRTM

URL: C:\\SIT_CP\\MXD\\Lámina5.Superficie topográfica DEM SRTM.mxd

INFORMACIÓN GEODÉSICA

- Elipsoide y Datum de Referencia WGS-84

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

- Sistema de Coordenadas U.T.M., Huso 19 sur.
- Proyección U.T.M. (Universal Transversal de Mercator)
- Datos Altimétricos referidos al elipsoide referencia

FUENTE DE INFORMACIÓN

- Imagen Landsat 8 Combinación 321 (11/2013)
- Cartografía MOP (2013)
- GHD (2012)

CHILE

Región de Antofagasta

Región de Tarapacá

Región de Atacama

Región de Coquimbo

Región de Valparaíso

Región de Santiago

Región de Los Ríos

Región de Magallanes

Región de Aysén

Región de Zudaz

Región de Puntarenas

Región de Biobío

Región de Concepción

Región de Valdivia

Región de Temuco

Región de Los Lagos

Región de Chilo

Región de Isla de Chilo

Región de Antofagasta

Región de Tarapacá

Región de Atacama

Región de Coquimbo

Región de Valparaíso

Región de Santiago

Región de Los Ríos

Región de Magallanes

Región de Aysén

Región de Zudaz

Región de Puntarenas

Región de Biobío

Región de Concepción

Región de Valdivia

Región de Temuco

Región de Los Lagos

Región de Chilo

Región de Isla de Chilo

LÁMINA	DIBUJO	CONTROLÓ	FECHA
5	D.S.Z.	A.A.H.	DIC. 2013

0 2 500 5 000 m

ESCALA 1:250 000

7.2.3 Validación Mediciones TEM GHD-2012

Para utilizar la información TEM existente (GHD-2012) fue necesario corregir la elevación (nivel de referencia utilizado), para que fuese coincidente con los niveles de referencia utilizados en el presente estudio (CP-2013). Lo anterior se debe a que, en el estudio de GHD, se utilizó un modelo DEM ASTER para referenciar altimétricamente los puntos TEM, lo que redundaba en diferencias altimétricas, entre -38 y -41 m en promedio, respecto a la referenciación altimétrica utilizando un GPS diferencial, como se hizo en este estudio.

En el Anexo D.2 se presentan los datos actualizados, georeferenciados y ajustados al nivel de referencia utilizado en este estudio, de los registros de prospecciones geofísicas TEM desarrollados en el estudio de GHD-2012 (Perfiles TEM 1 al TEM 8). Se muestran las Cotas de Terreno, además de la Cota asociada al nivel freático (COTA TEM NF) y la profundidad de éste con respecto a la superficie (PROF).

7.2.4 Validación Mediciones Niveles de Pozos GHD-2012

Para utilizar la información existente de niveles de pozos levantados (GHD-2012), fue necesario corregir la elevación (nivel de referencia utilizado) para que fuese coincidente con los niveles de referencia utilizados en el presente estudio (CP-2013). Lo anterior, al igual como ocurrió en las prospecciones TEM, se debe a que, en el estudio de GHD, se utilizó un modelo DEM ASTER para referenciar altimétricamente los puntos TEM, lo que redundaba en diferencias altimétricas, entre -38 y -41 m en promedio, respecto a la referenciación altimétrica utilizando un GPS diferencial, como se hizo en este estudio.

En el Anexo E.2 se presentan los datos actualizados, georeferenciados y ajustados al nivel de referencia utilizado en este estudio, de los registros de niveles estáticos de 79 pozos levantados en el estudio de GHD-2012 (Pozos N° 1 al 103).

8 EVALUACIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO DE PICA-TARAPACÁ

A continuación, se valida, integra y analiza toda la información geofísica, hidrométrica y topográfica levantada, a fin de poder determinar geometría, disposición, volumen y sectorización de los cuerpos acuíferos presentes en la zona de estudio.

Para ello se desarrollaron las siguientes actividades:

- Análisis e interpretación de la información geofísica levantada en el presente estudio, generación de perfiles tipo que caractericen los estratos y materiales interceptados. Toda la data se vinculó con la información existente, creando una única plataforma de información para DGA.
- Caracterización de los diferentes rellenos y estratos que componen el acuífero, determinación de geometría y posición de la roca fundamental o basamento, delimitando fallas, singularidades, bolsones, anomalías, determinación del nivel freático.
- Determinación de la geometría del o los acuíferos, con la identificación de distintas unidades de almacenamiento y unidades impermeables existentes.
- Definición de las relaciones que pudiesen existir entre las distintas unidades permeables e impermeables.
- Determinación de las características hidráulicas del acuífero, vale decir el grado de confinamiento y las constantes elásticas respectivas.
- Definición de la disposición, en profundidad, de la superficie equipotencial (mapas equipotenciales).
- Estimación final del volumen embalsado del o los cuerpos acuíferos.
- Estimación del flujo de recarga hacia Pampa del Tamarugal.

8.1 Estimación del Basamento Rocoso

Para determinar el basamento rocoso de la zona de estudio, se utilizó toda la información gravimétrica disponible, es decir, los datos georeferenciados de la gravimetría de GHD 2012 y los datos levantados de las prospecciones gravimétricas de CP 2013.

Dado que la información de gravimetría se encuentra en promedio cada 600 metros, se realiza una interpolación cada 350 metros mediante el método Kriging entre los puntos

con información, de modo de generar una superficie de basamento en toda la zona de estudio, empleando para ello, software especializados tipo SURFER.

En la Lámina 6 se observa una vista en planta y en 3D del basamento rocoso.

De modo de hacer una correcta interpretación de los resultados presentados en la Lámina 6, se grafica en la Lámina 7 la profundidad del basamento rocoso (Equivalente a la Potencia de los rellenos), es decir, la diferencia entre la cota de terreno y la cota del basamento. De esta forma se puede distinguir aquellas zonas donde el basamento tiende a aflorar a la superficie, generando zonas de confinamiento o barreras al libre escurrimiento de los flujos subterráneos. Así es posible determinar la geometría de cierre de los cuerpos acuíferos.

Se detecta en el extremo poniente del área de estudio, la barrera que produce el Horst de Pica, producto del aumento de elevación del basamento en esta zona. Dicha barrera tiene alturas variables, lo que permite que parte de los flujos ingresados a los acuíferos de Pica-Matilla sean trasvasados hacia Pampa del tamarugal, por lo que no existe un confinamiento completo del acuífero de Pica-Matilla. También se detecta, en el sector de Matilla-Esmeralda, un alzamiento del Horst, que divide los flujos de recarga hacia la Pampa del Tamarugal (Esquema tipo gargantas subterráneas). Se puede establecer entonces que existen dos sectores claramente definidos de aportes de recarga a Tamarugal. El sector Norte (Definido entre Cerro Longacho y el área Norte de Concova, y el sector Sur, definido por el área de Pica-Matilla y Quebrada de Quisma.

También se detecta, hacia el sector oriente, una segunda barrera (Horst Intermedio) paralela a la barrera anterior, a la altura de Concova, que había sido ya identificada en el perfil gravimétrico G5, presentado en la Figura 6.3.

En el extremo Norte, a la altura de la Quebrada Seca, se detecta claramente el límite exterior de la zona de Acuíferos en estudio. El límite Norte del acuífero puede definirse en función de las zonas de levantamiento del basamento, en dirección SW-NE, las que ya habían sido evidenciadas por los perfiles gravimétricos G1, G2, G6 y G7, que fueron descritos en el acápite 6.2.

Por otra parte, también se detecta, a la altura de Pica-Concova, un segundo alzamiento del basamento, en dirección SW-NE, que define un límite interior, que separa las unidades acuíferas del sector Norte y Sur, que componen el área de estudio.

Finalmente, en el extremo Sur, se detecta el límite exterior del área de acuíferos en estudio, lo que resulta coincidente a lo inferido de la interpretación de los perfiles gravimétricos G1 y G4, presentados en el acápite 6.2. Por tanto, el límite Sur del Gran Acuífero de Pica, que estamos estudiando, se encuentra inmediatamente al Norte de la Quebrada Chacarillas, en el sector poniente, y se desarrolla hacia el sector Oriente, paralelo a la quebrada De Alona, la que se encuentra inmediatamente al Norte de la Quebrada Chacarillas.

También se detecta que el sector del acuífero de Puquío de Nuñez se encontraría parcialmente aislado de las recargas del cuerpo acuífero principal (Acuífero Altos de Pica-Quísma-Infiernillo), por lo que se infiere que sería principalmente alimentado por los aportes subterráneos que provendrían del sector de Chacarillas.

En la Figura 8.1 se presentan la superficie de terreno, la superficie del basamento y su profundidad. Se observa a la derecha, en la imagen de la profundidad del basamento, en qué sectores el acuífero se cierra - zonas en blanco y en rojo- determinando de esta forma la geometría de los cuerpos acuíferos presentes.

Lámina 6: Superficie del Basamento Rocoso

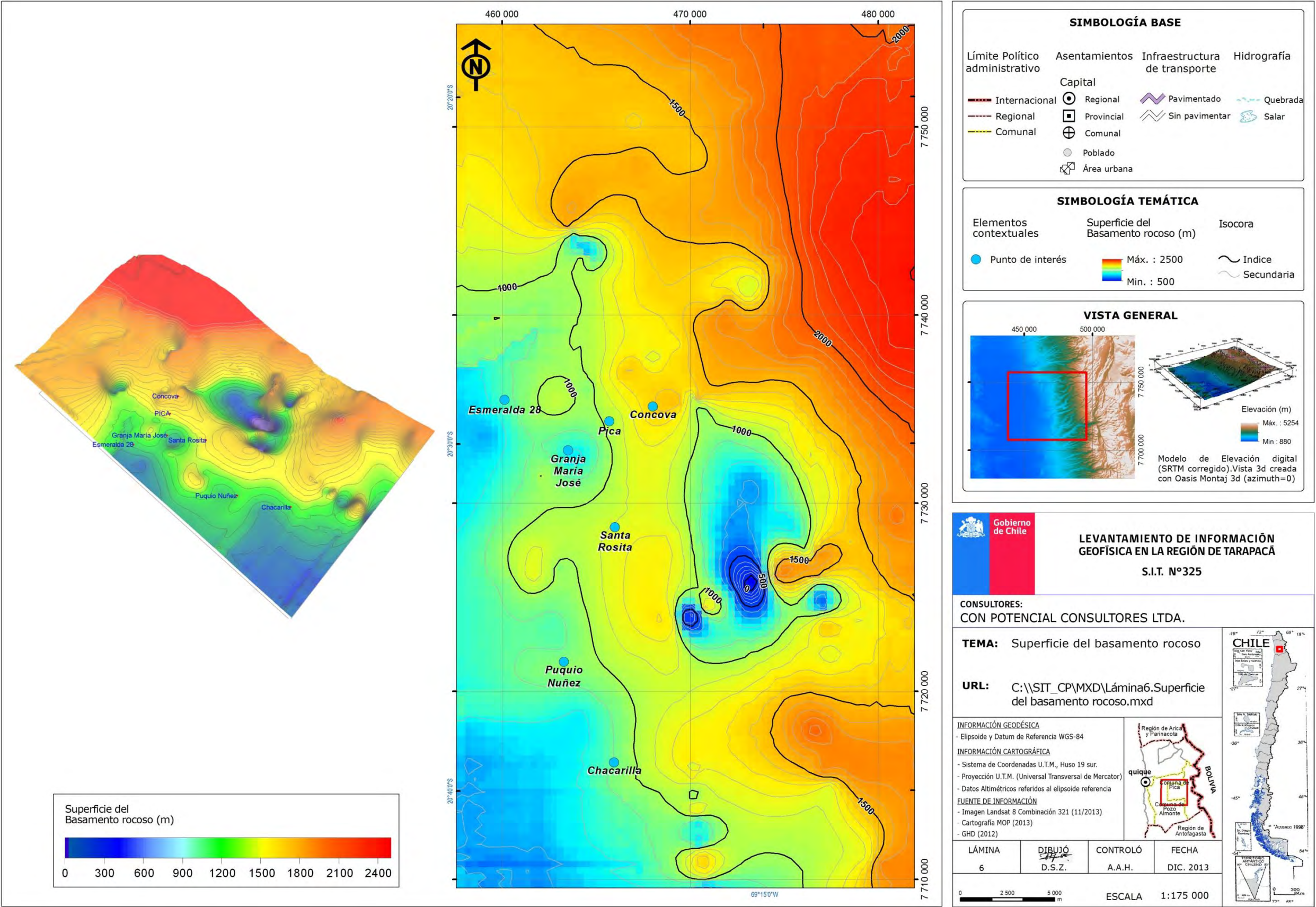
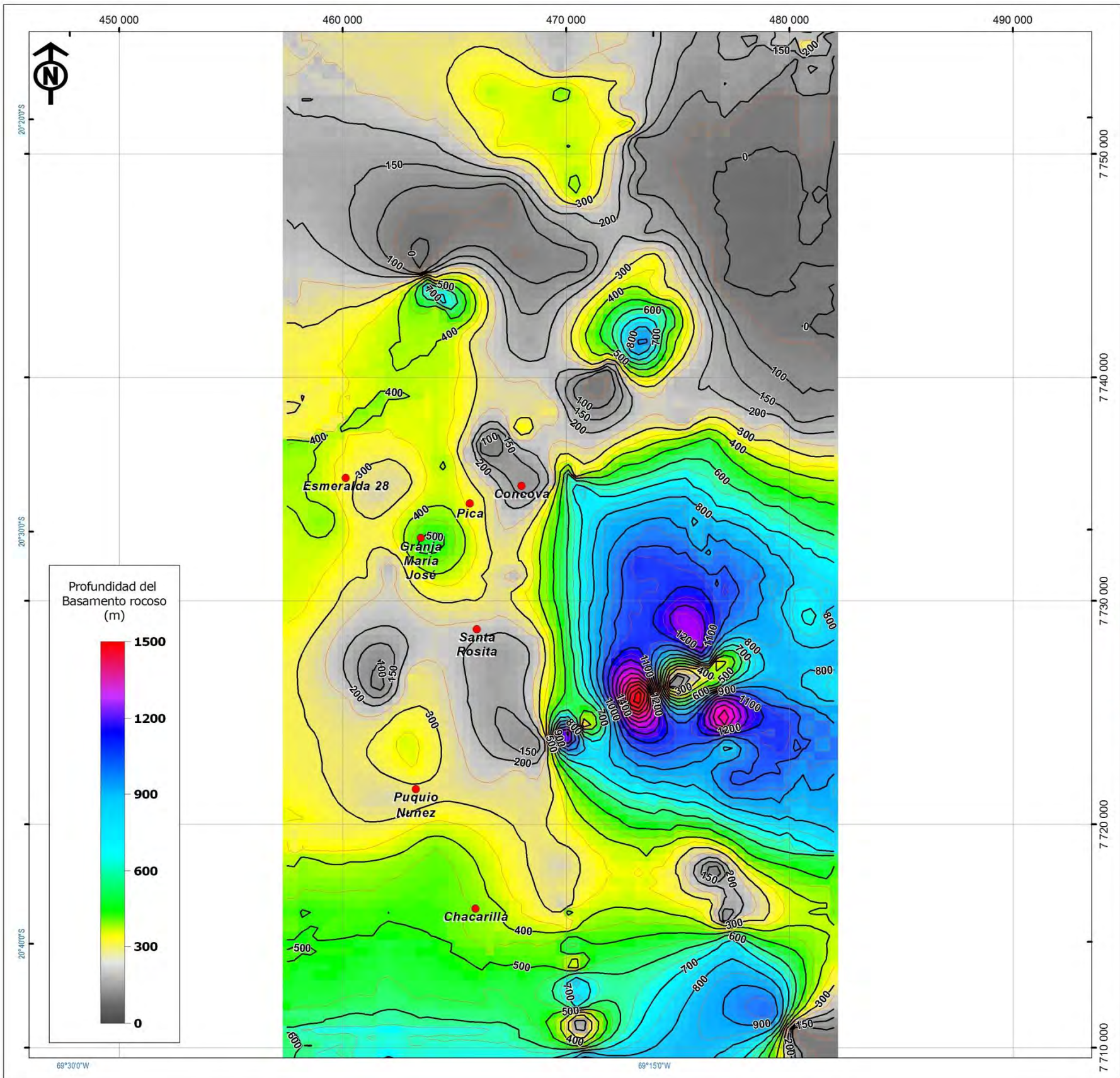


Lámina 7: Profundidad del Basamento Rocoso



SIMBOLOGÍA BASE

Límite Político administrativo	Asentamientos	Infraestructura de transporte	Hidrografía
Internacional	Capital	Pavimentado	Quebrada
Regional	Regional	Sin pavimentar	Salar
Comunal	Provincial		
	Comunal		
	Poblado		
	Área urbana		

SIMBOLOGÍA TEMÁTICA

Elementos contextuales	Profundidad del Basamento rocoso (m)	Isocora
Punto de interés	Máx. : 1500 Min. : 0	Indice Secundaria

VISTA GENERAL

Modelo de Elevación digital (SRTM corregido). Vista 3d creada con Oasis Montaj 3d (azimuth=0)

Gobierno de Chile

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN GEOFÍSICA EN LA REGIÓN DE TARAPACÁ

S.I.T. N°325

CONSULTORES:
CON POTENCIAL CONSULTORES LTDA.

TEMA: Profundidad del basamento rocoso

URL: C:\SIT_CP\MXD\Lámina7.Profundidad del basamento rocoso.mxd

INFORMACIÓN GEODÉSICA

- Elipsoide y Datum de Referencia WGS-84

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

- Sistema de Coordenadas U.T.M., Huso 19 sur.
- Proyección U.T.M. (Universal Transversal de Mercator)
- Datos Altimétricos referidos al elipsoide referencia

FUENTE DE INFORMACIÓN

- Imagen Landsat 8 Combinación 321 (11/2013)
- Cartografía MOP (2013)
- GHD (2012)

CHILE

Región de Antofagasta

Región de Tarapacá

Región de Atacama

Región de Coquimbo

Región de Valparaíso

Región de Metropolitana

Región de Los Ríos

Región de Los Lagos

Región de Aysén

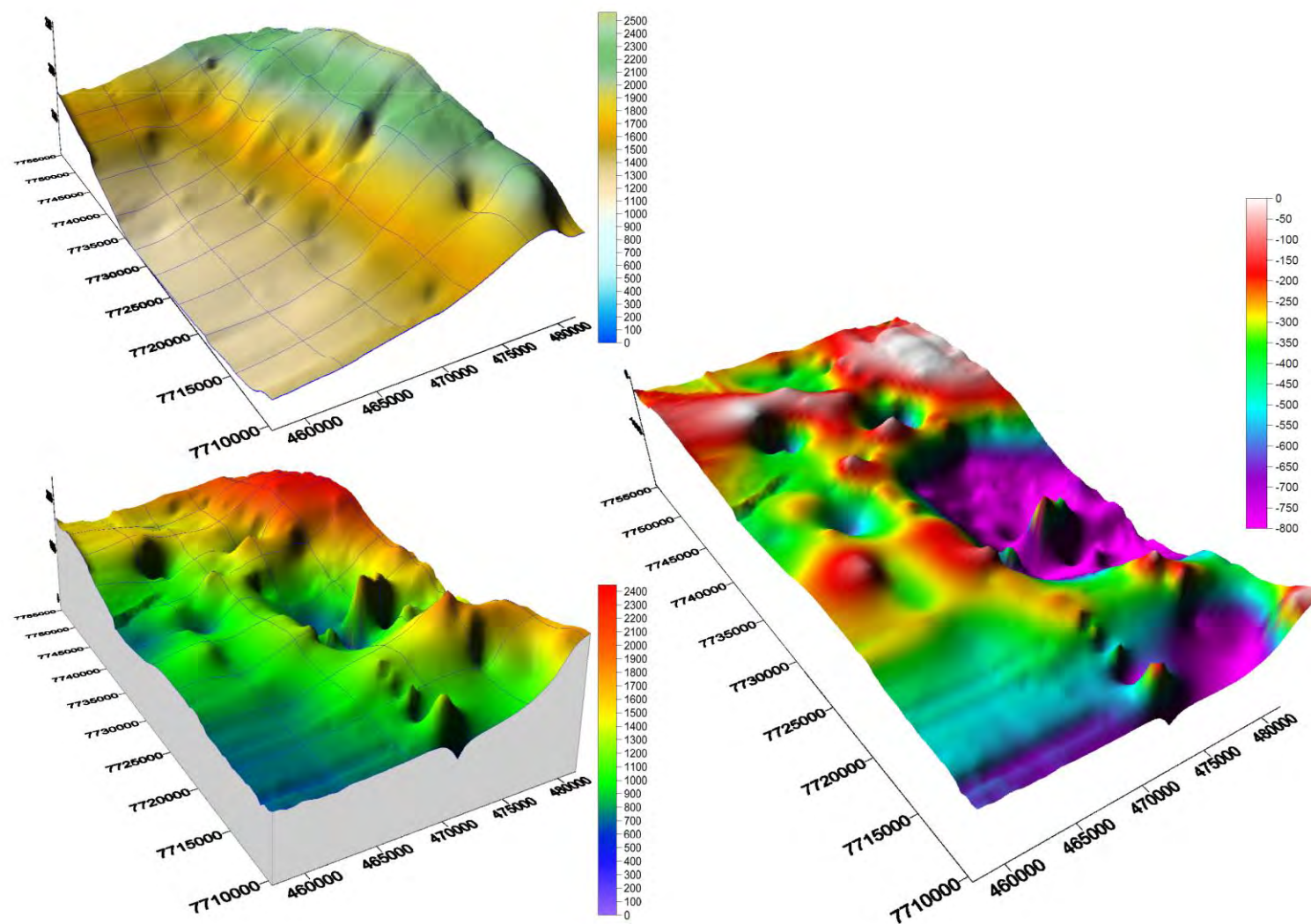
Región de Magallanes

LÁMINA	DIBUJO	CONTROLÓ	FECHA
7	D.S.Z.	A.A.H.	DIC. 2013

0 2 500 5 000 m

ESCALA 1:175 000

Figura 8.1: Vista conjunta Superficie y Basamento Rocoso (elevación a la izquierda y profundidad a la derecha)



8.2 Estimación De Unidades Acuíferas Existentes

Según la información geofísica levantada, específicamente los TEM, se han distinguido principalmente dos tipos de acuíferos, uno libre y uno confinado, los cuales, según las características de potencia en los diferentes sectores, se han dividido en 7 potenciales zonas de almacenamiento, como se analizará posteriormente.

Se interpretó que los resultados de las mediciones TEM representaban la siguiente secuencia estratigráfica, en base a rangos de valores de resistividad (ohm-m).

- 100% húmedo: Resistividades menores a 15 Ohm-m
- Parcialmente húmedo: Resistividades entre 15 y 45 Ohm-m
- Parcialmente seco: Resistividades entre 45 y 300 Ohm-m
- 100% seco: Resistividades entre 300 y 3000 Ohm-m
- Roca o zonas de muy baja permeabilidad: Resistividades sobre 3000 Ohm-m
- Basamento: resistividades sobre 10.000 Ohm-m

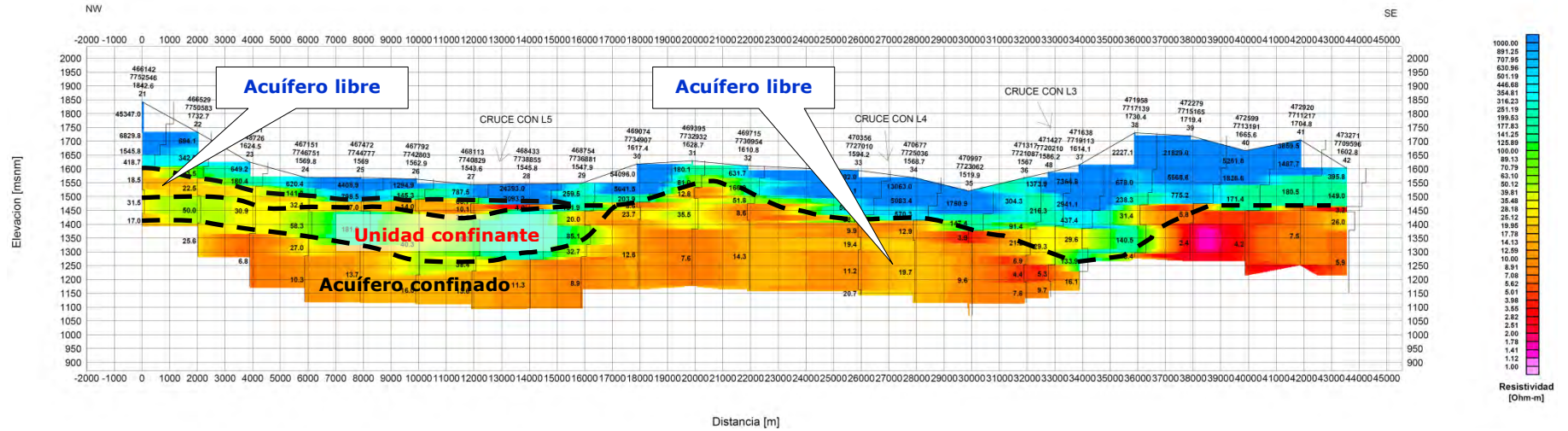
De este modo, fue posible identificar junto con la información del basamento, las distintas zonas acuíferas de la zona de estudio.

8.2.1 Acuífero Libre

Para la determinación del acuífero libre, se distinguieron en los TEM, los niveles de agua más superficiales, que no presentaban capas intermedias de confinamiento, las cuales se determinaron como capas intermedias parcialmente secas, 100% secas o rocas según los rangos de resistividad anteriormente descritos, que presentan permeabilidades menores, confinando así aguas más profundas.

A modo de ejemplo, se muestra en la Figura 8.2 el perfil TEM 2, con la interpretación realizada de las unidades acuíferas, mostrando la zona de confinamiento, el acuífero libre y el acuífero confinado.

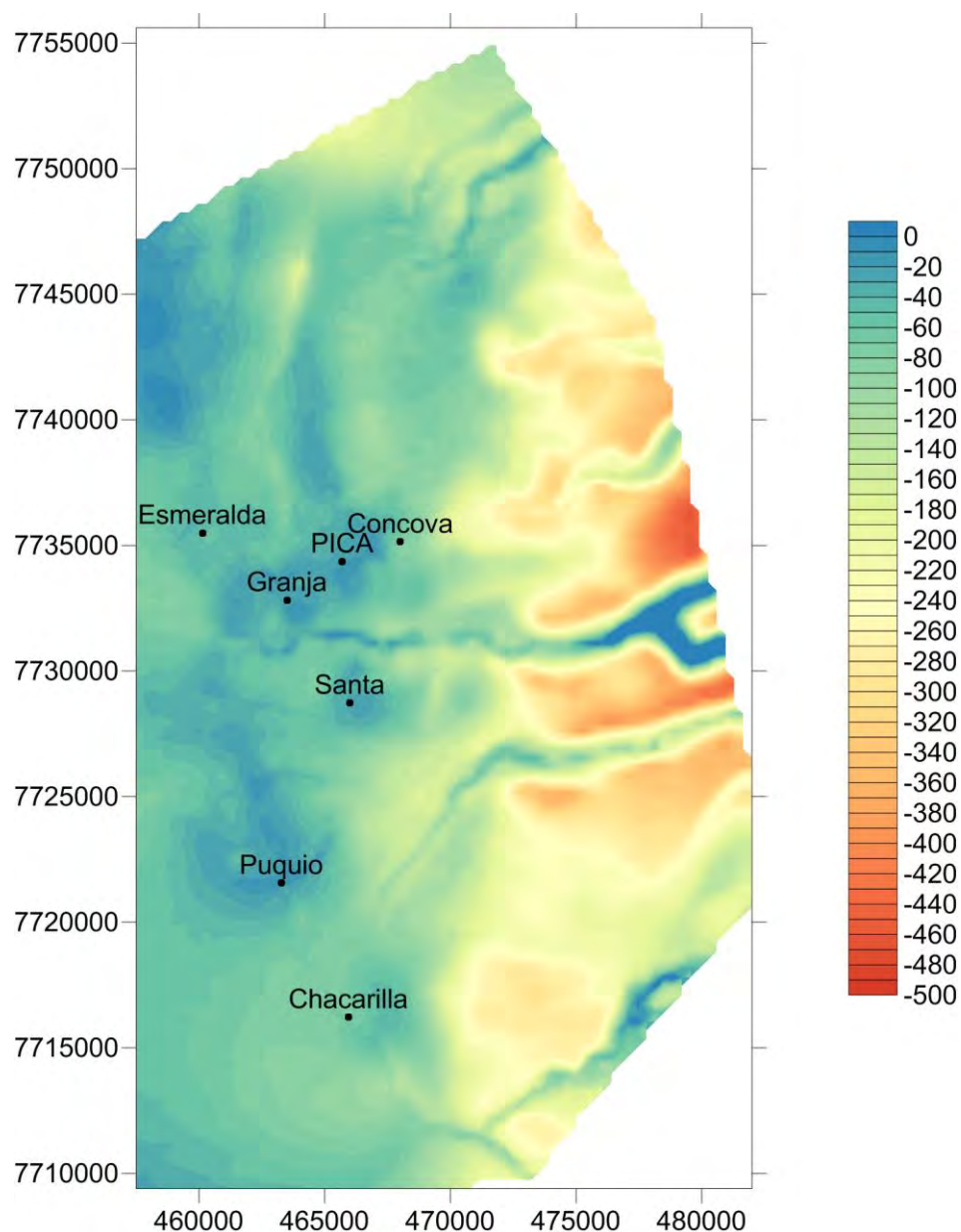
Figura 8.2: Perfil 2 TEM CP-2013



8.2.2 Potencia de Material de Relleno Seco (Rellenos capa superior)

Con las elevaciones de superficie del terreno y el nivel freático, se procede a restar ambas capas con el fin de obtener la potencia del material de relleno seco, sobre el nivel freático (Figura 8.3).

Figura 8.3: Potencia de material de relleno (superior)

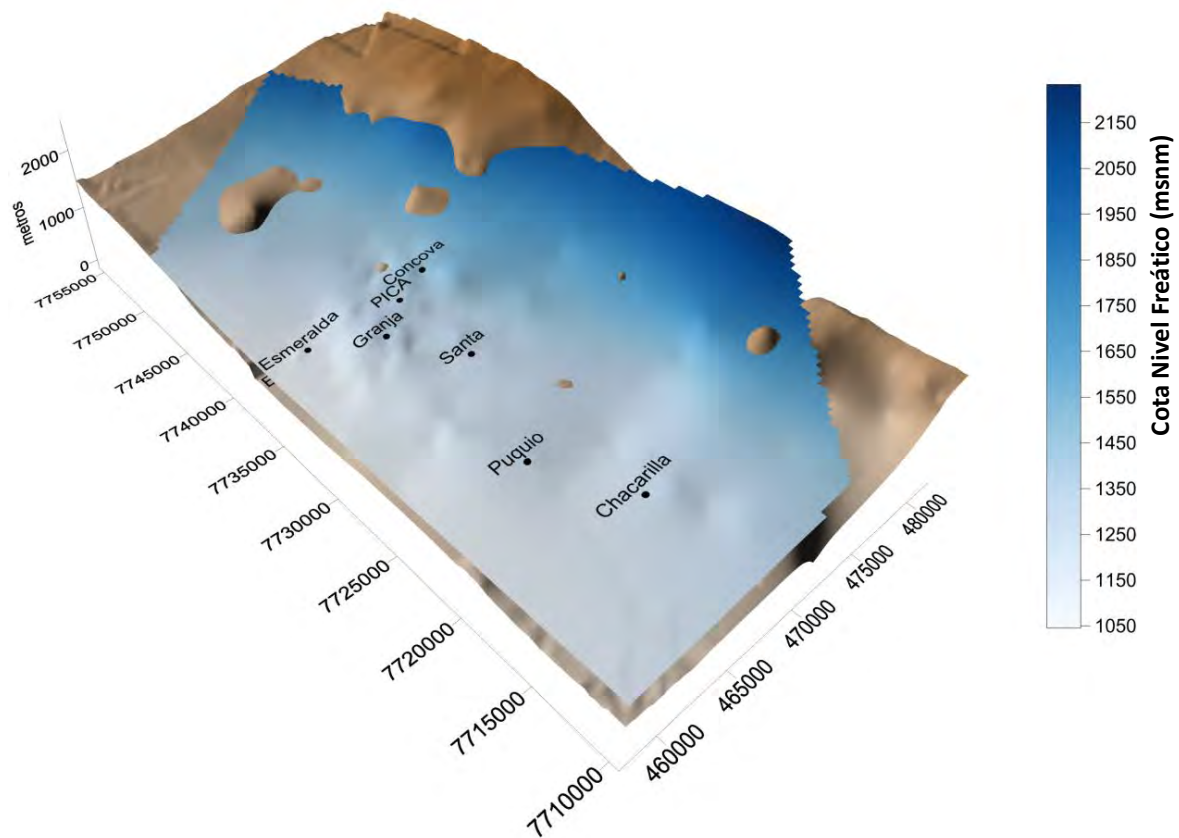


8.2.3 Nivel Freático

Para determinar el Nivel Freático del acuífero libre, se utilizan los datos de la TEM de GHD-2012, los TEM levantados recientemente (CP-2013), además de la información disponible de Pozos tanto de GHD-2012 y CP-2013. El criterio de selección de datos fue de resistividad menores a 45 Ohm-m para la detección de los estratos parcialmente húmedos a 100% húmedos. Además, como se menciona anteriormente, se seleccionaron sólo aquellos niveles donde no existía un confinamiento, de modo que efectivamente se tratara del acuífero libre superficial.

Se realiza una interpolación cada 350 metros mediante el método Kriging entre los puntos con información, y se obtiene el manto de la Figura 8.4. Esta superficie se observa recortada con el fin de presentar sólo la información interpolada, puesto que al considerar una geometría rectangular se producen errores en la extrapolación de puntos.

Figura 8.4: Superficie de Nivel Freático Superpuesto a Basamento Rocoso



Se trazan luego las curvas equipotenciales del acuífero somero cada 25 m, las que se presentan en la Lámina 8. Se observan las líneas de flujo que presentan una dirección del escurrimiento Este-Oeste, desde las zonas altas hacia las zonas baja de la cuenca (PICA), con un gradiente hidráulico, en sentido Este-Oeste, en promedio de 8 a 10%.

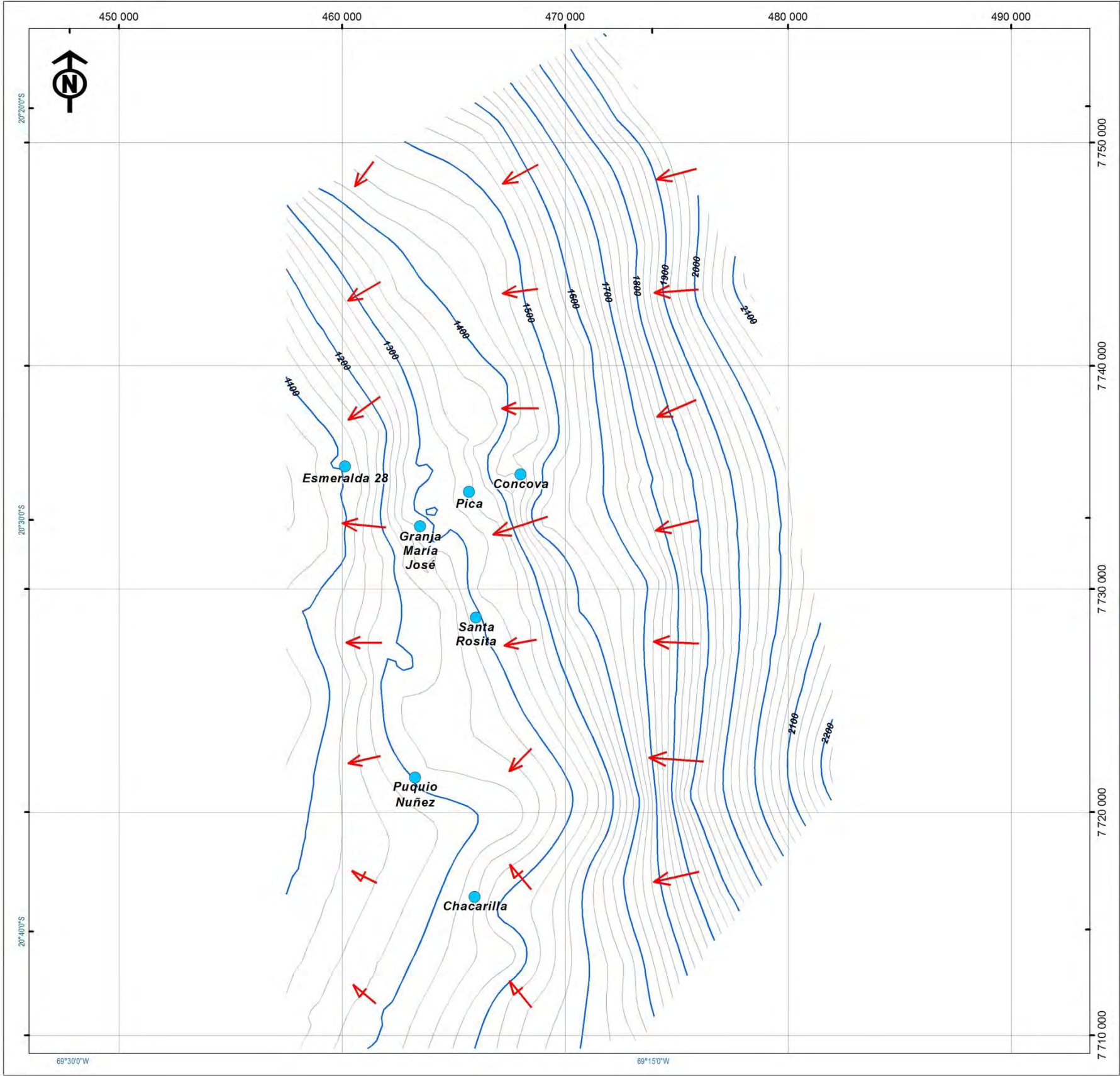
Se presenta también, en la Lámina 9, las curvas de isopropundidad del nivel freático, que indican a qué profundidad se encuentra el nivel freático en los distintos sectores.

Se determina la profundidad promedio del acuífero en cada sector, la que se presenta en la Tabla 8.1. En particular, se observa para la zona de Pica que la profundidad del acuífero se encuentra a 20 metros aproximadamente.

Tabla 8.1: Profundidades Aproximadas del Acuífero por Zonas

Localidad	Profundidad Acuífero
	(m)
Esmeralda	50
Concova	75
Pica-Matilla	25
Granja María José	30
Santa Rosita	35
Puquío Núñez	25
Chacarilla	50-75

Lámina 8: Equipotenciales Superficie Nivel Freático

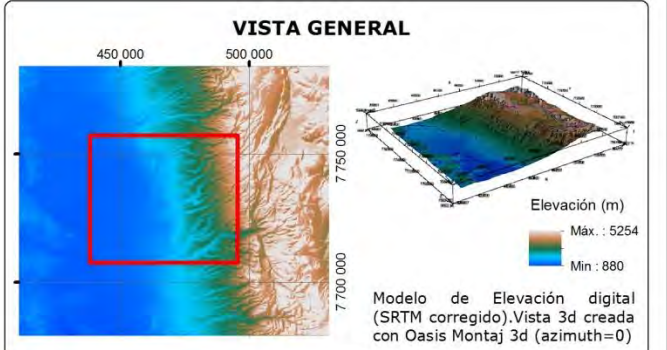


SIMBOLOGÍA BASE

Límite Político administrativo	Asentamientos	Infraestructura de transporte	Hidrografía
Internacional	Capital	Pavimentado	Quebrada
Regional	Regional	Sin pavimentar	Salar
Comunal	Provincial		
	Comunal		
	Poblado		
	Área urbana		

SIMBOLOGÍA TEMÁTICA

Elementos contextuales	Isolinea
Punto de interés	Dirección del flujo
	Equipotencial índice
	Equipotencial secundaria



GOBIERNO DE CHILE

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN GEOFÍSICA EN LA REGIÓN DE TARAPACÁ

S.I.T. N°325

CONSULTORES:
CON POTENCIAL CONSULTORES LTDA.

TEMA: Equipotenciales superficie nivel freático

URL: C:\SIT_CP\MXD\Lámina8.Equipotenciales superficie nivel freático.mxd

INFORMACIÓN GEODÉSICA
- Elipsoide y Datum de Referencia WGS-84

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA
- Sistema de Coordenadas U.T.M., Huso 19 sur.
- Proyección U.T.M. (Universal Transversal de Mercator)
- Datos Altimétricos referidos al elipsoide referencia

FUENTE DE INFORMACIÓN
- Imagen Landsat 8 Combinación 321 (11/2013)
- Cartografía MOP (2013)
- GHD (2012)

LÁMINA
8

DIBUJÓ
D.S.Z.

CONTROLÓ
A.A.H.

FECHA
DIC. 2013

ESCALA
1:175 000

CHILE



8.2.4 Potencia del Acuífero Libre

Una vez obtenidas las elevaciones del Nivel Freático y Basamento Rocoso se estima la potencia del acuífero libre, para lo que se resta ambas superficies (NF y Basamento).

El análisis de las potencias de los acuíferos, es relevante ya que permite identificar adecuadamente los distintos sectores de almacenamiento, para luego estimar el volumen de agua disponible en cada embalse subterráneo.

Se presenta en la Figura 8.5 la potencia estimada, y se identifican 6 sectores acuíferos libres en la zona, los que se aprecian en 3D en la Figura 8.6.

En la Lámina 10 se presentan las unidades acuíferas detectadas, y se indican las áreas (rectángulos) que se utilizaran para la determinación del volumen de almacenamiento de agua, cuyos valores se indican en la Tabla 8.2.

Figura 8.5: Potencia del Acuífero Libre

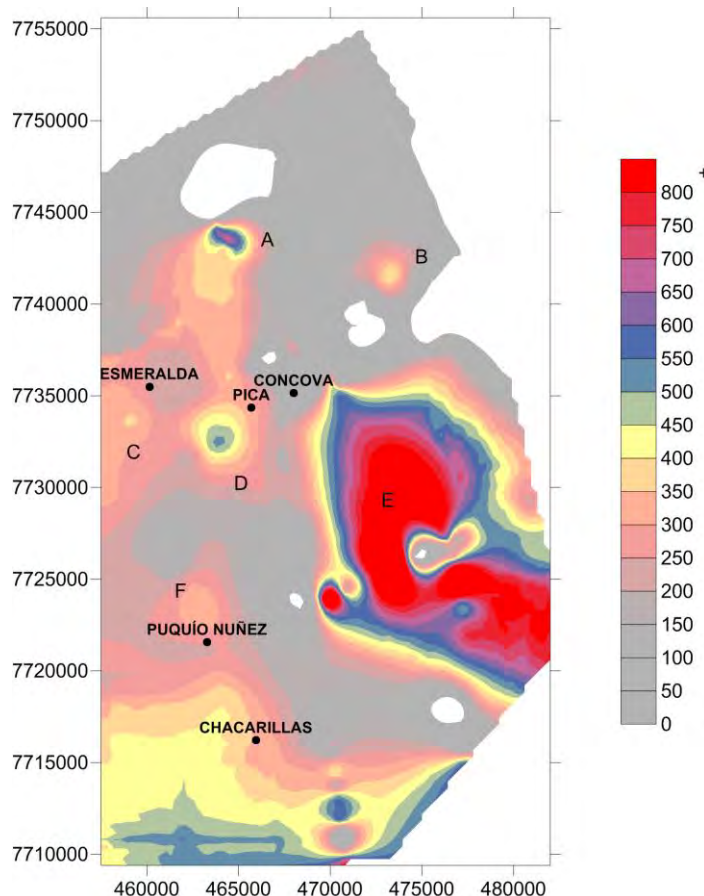


Figura 8.6: Vista 3D Localización de Zonas y Acuíferos Identificados

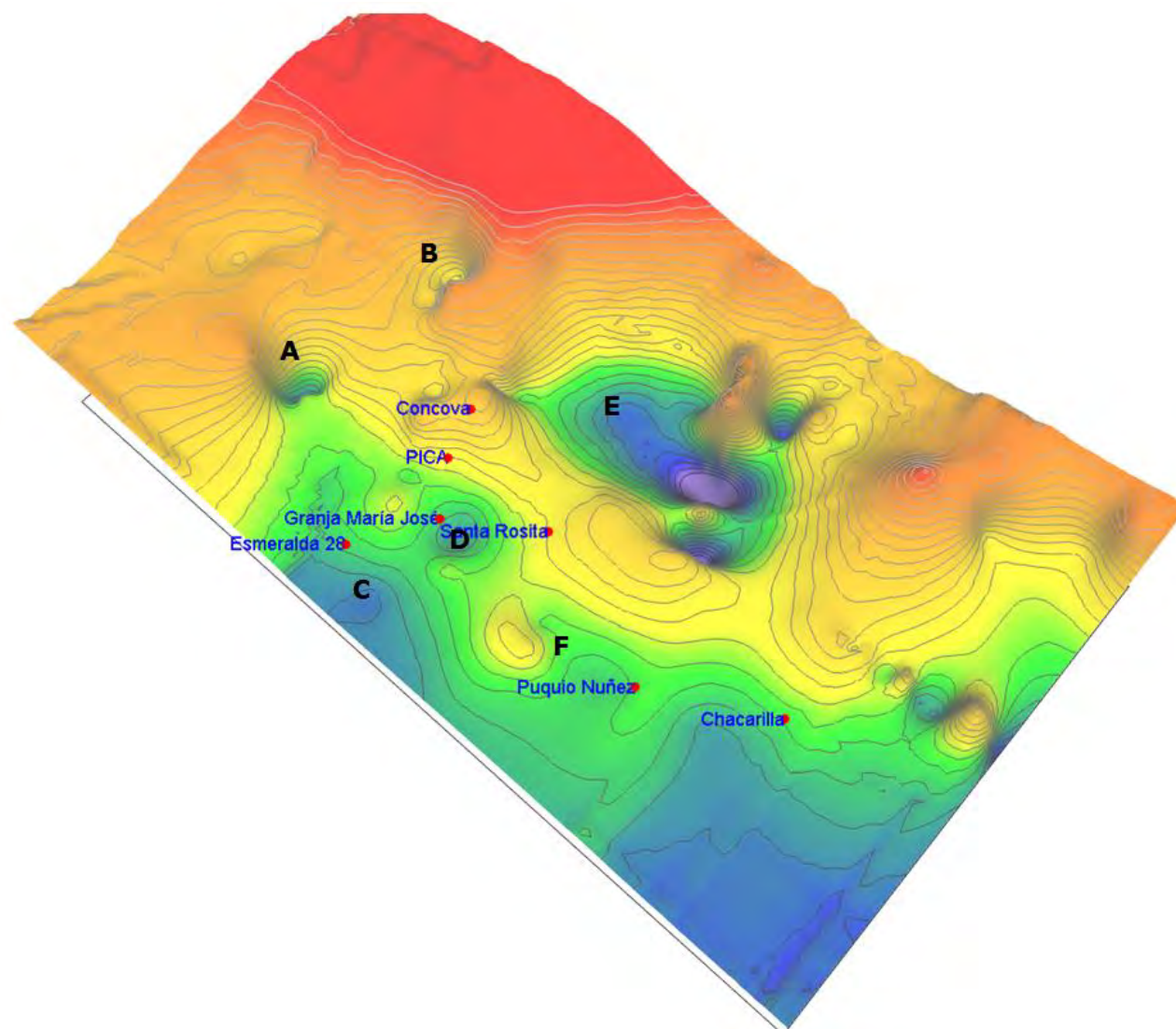
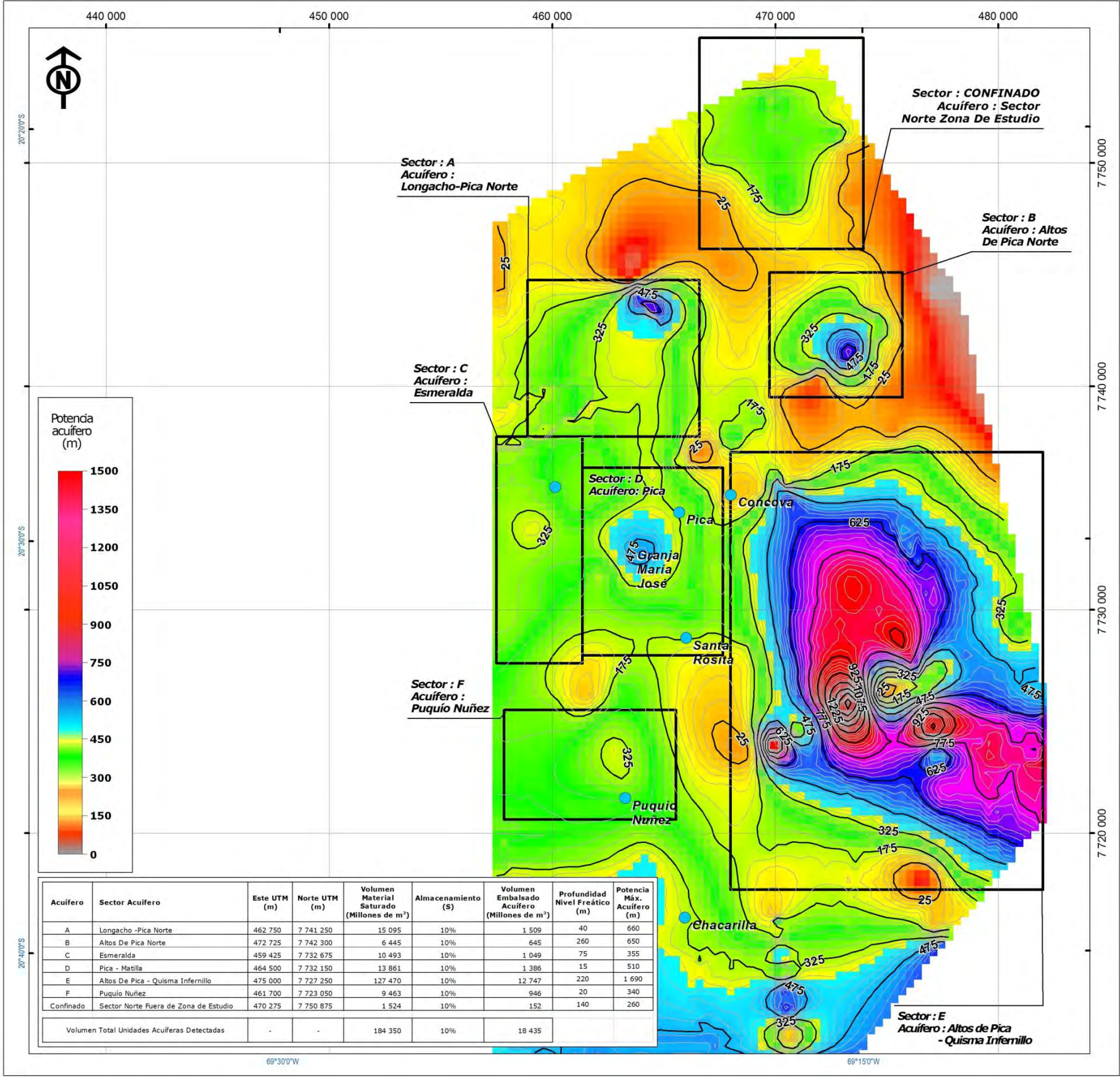


Lámina 10: Unidades Acuíferas Detectadas



SIMBOLOGÍA BASE

Límite Político administrativo	Asentamientos	Infraestructura de transporte	Hidrografía
Internacional	Capital	Pavimentado	Quebrada
Regional	Regional	Sin pavimentar	Salar
Comunal	Provincial		
	Comunal		
	Poblado		
	Área urbana		

SIMBOLOGÍA TEMÁTICA

Elemento contextual	Potencia acuífero (m)	Isolínea
Punto de interés	Máx. : 1500	Indice
Unidad Acuífera	Low : 0	Secundaria

VISTA GENERAL

Elevación (m)
Máx. : 5254
Min : 880

Modelo de Elevación digital (SRTM corregido). Vista 3d creada con Oasis Montaj 3d (azimuth=0)

Gobierno de Chile

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN GEOFÍSICA EN LA REGIÓN DE TARAPACÁ

S.I.T. Nº325

CONSULTORES:
CON POTENCIAL CONSULTORES LTDA.

TEMA: Unidades Acuíferas Detectadas

URL: C:\\SIT_CP\\MXD\\Lámina10.Unidades Acuíferas Detectadas.mxd

INFORMACIÓN GEODÉSICA
- Elipsoide y Datum de Referencia WGS-84

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA
- Sistema de Coordenadas U.T.M., Huso 19 sur.
- Proyección U.T.M. (Universal Transversal de Mercator)
- Datos Altimétricos referidos al elipsoide referencia

FUENTE DE INFORMACIÓN
- Imagen Landsat 8 Combinación 321 (11/2013)
- Cartografía MOP (2013)
- GHD (2012)

LÁMINA
10

DIBUJO
D.S.Z.

CONTROLÓ
A.A.H.

FECHA
DIC. 2013

0 2 500 5 000 m
ESCALA 1:175 000

8.2.5 Volúmenes de Almacenamiento en Acuíferos Libres

Para la determinación de los volúmenes de almacenamiento, se utilizan las delimitaciones de la Lámina 10, y se cubica mediante SURFER, el volumen existente entre el Basamento Rocosó y el Nivel Freático. A ese volumen de relleno saturado se le aplica el coeficiente de almacenamiento, de modo de obtener el volumen total de agua disponible en cada sector.

De acuerdo a lo presentado en el Capítulo 5, y según el estudio de GHD-2012, se considerará un coeficiente de almacenamiento (S) conservador, correspondiente al 10% del volumen total de los rellenos saturados. En la Tabla 8.2 se presentan los volúmenes estimados de cada acuífero detectado, se indica la profundidad del nivel freático y la potencia máxima de cada acuífero.

Tabla 8.2 Volúmenes Sectores Acuíferos Identificados

Sector Acuífero	Sector Acuífero	UTM E	UTM N	Volumen Material Saturado (Mm³)	Almacenamiento (S)	Volumen Embalsado Acuífero (Mm³)	Profundidad Nivel Freático (m)	Potencia Máx. Acuífero (m)
A	Longacho -Pica Norte	458900	7737750	15 095	10%	1 509	40	660
		466600	7744750					
B	Altos De Pica Norte	469750	7739500	6 445	10%	644	260	650
		475700	7745100					
C	Esmeralda (Fuera de Zona de Estudio)	457500	7727600	10 493	10%	1 049	75	355
		461350	7737750					
D	Pica-Matilla	461350	7727950	13 861	10%	1 386	15	510
		467650	7736350					
E	Altos De Pica Quisma - Infernillo	468000	7717450	127 470	10%	12 747	220	1 690
		482000	7737050					
F	Puquío Nuñez (Fuera de Zona de Estudio)	457850	7720600	9 463	10%	946	20	340
		465550	7725500					
CONFINADO	Sector Norte Fuera de Zona de Estudio	466600	7746150	1 524	10%	152	140	260
		473950	7755600					
Volumen Total Unidades Acuíferas Identificadas		-	-	184 350	10%	18 435		

Nota: Se han destacado en gris aquellos sectores acuíferos que se ubican fuera de los límites de las unidades acuíferas en estudio.

8.2.6 Unidades Acuíferas Principales y Recarga Estimada hacia Pampa del Tamarugal

Según la zonificación realizada, se agruparon los sectores acuíferos y se establecieron finalmente los límites entre las unidades acuíferas, las que se presentan en la Lámina 11. Esta gráfica permite visualizar de manera global y agrupada las unidades acuíferas presentadas en la Lámina 10, con el fin de otorgar una apreciación macro de la dirección de recarga. Los sectores acuíferos de Puquío de Nuñez, Esmeralda y acuífero confinado Norte se encuentran fuera de los límites de los acuíferos en estudio por lo que no fueron considerados en esta distribución de unidades.

Se estimó, de forma aproximada, los potenciales caudales de recarga de flujo subterráneo hacia el sistema acuífero Pica-Matilla y hacia Pampa Tamarugal, desde estas unidades acuíferas. Para ello se determinó la extensión de las zonas de recarga con su respectiva potencia, de modo de estimar el área por la que atraviesa el flujo. En la Figura 8.7 se observa en un plano 3D la ubicación de las zonas de recarga, con los perfiles asociados a cada zona, con las áreas respectivas.

Se calculó el caudal mediante la Ley de Darcy, para flujos en zona saturada, expresada como:

$$Q = K \cdot i \cdot A \quad \left[\frac{L^3}{T} \right]$$

Dónde:

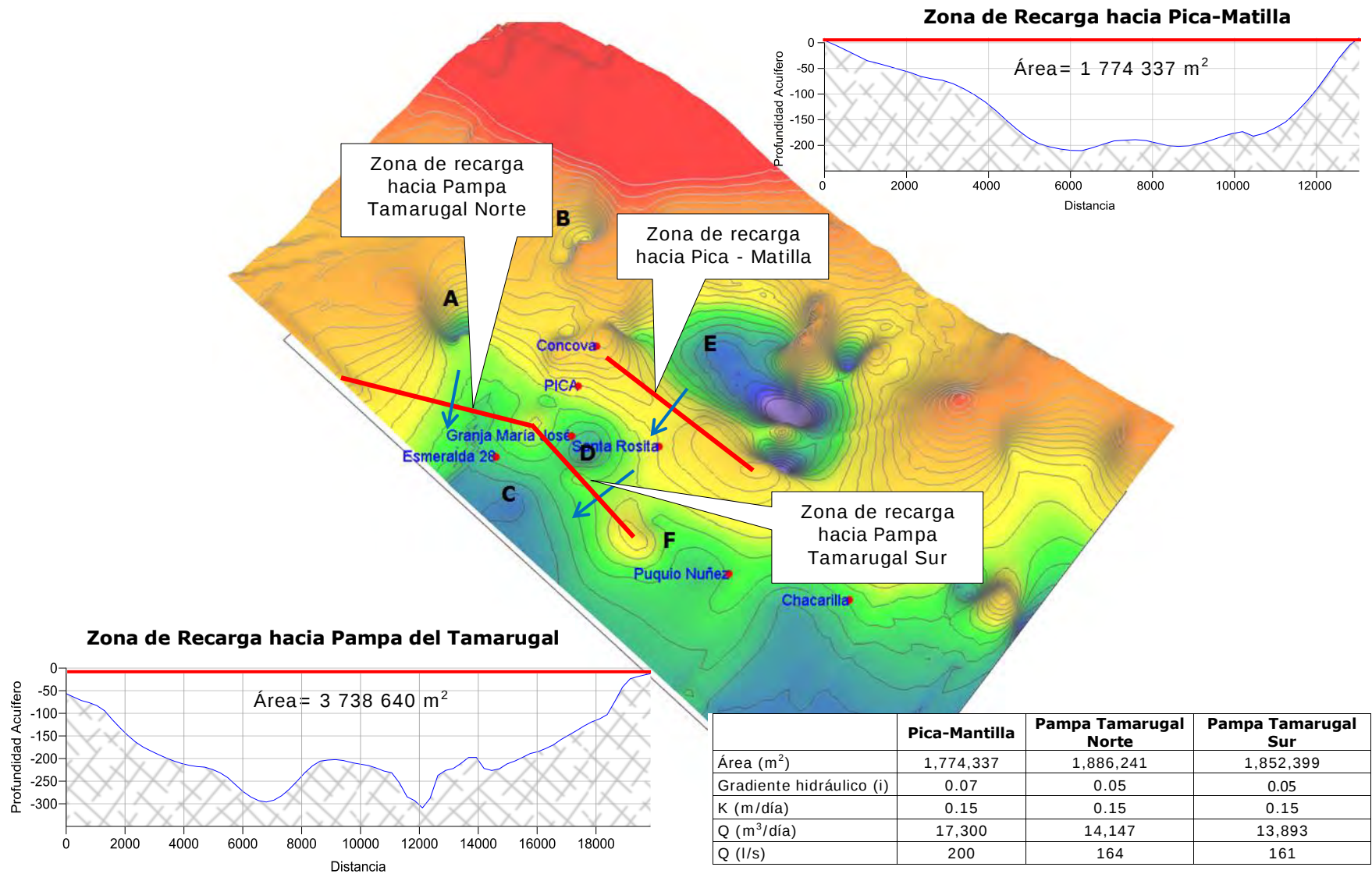
$Q [L^3/T]$: Caudal de recarga

$K [L/T]$: Permeabilidad del medio acuífero

$i []$: Gradiente hidráulico

$A [L^2]$: Área de flujo pasante.

Figura 8.7: Vista 3D Zonas de Recarga y Secciones Transversales Límites Acuíferos



El gradiente hidráulico se determina trazando el perfil longitudinal en las equipotenciales a través de la zona de recarga (flechas en Figura 8.7), estimando la pendiente promedio de la zona anterior a la recarga. En las Figuras 8.8, 8.9 y 8.10 se observan los perfiles trazados para el sistema Pica – Matilla y Pampa Tamarugal respectivamente.

Figura 8.8: Gradiente Hidráulico Hacia Sistema Pica–Matilla

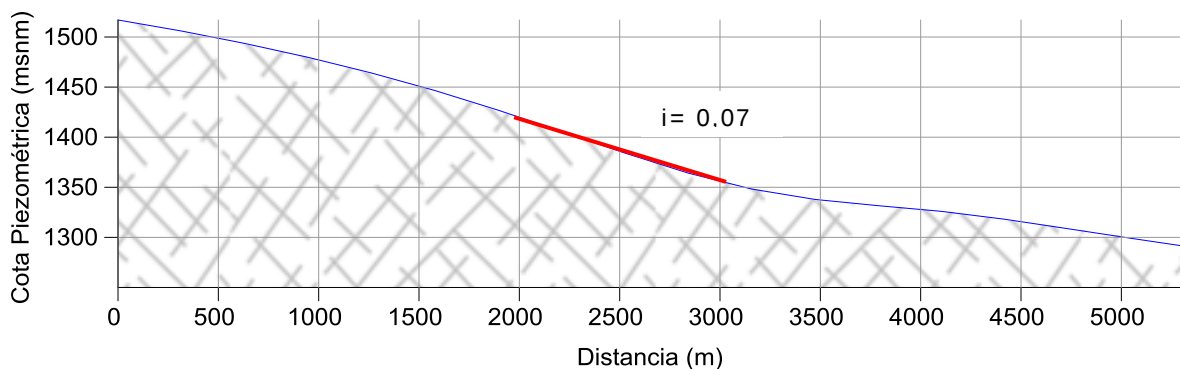


Figura 8.9: Gradiente Hidráulico Hacia Sistema Pampa Tamarugal, Zona Norte

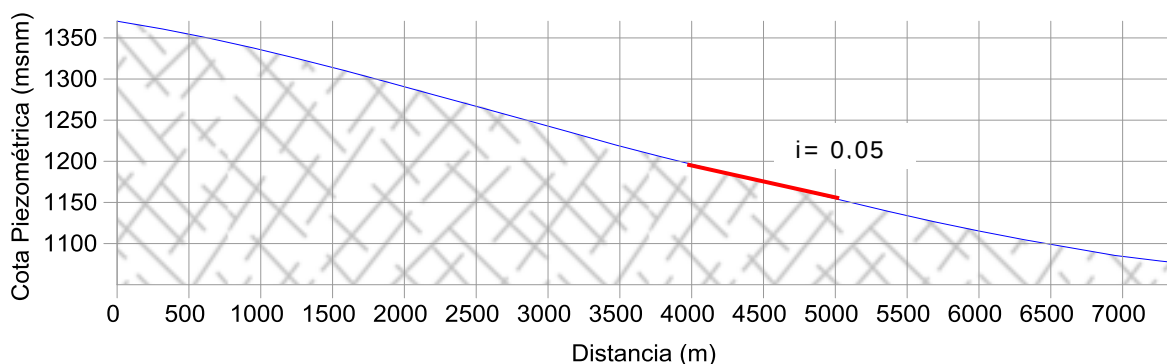
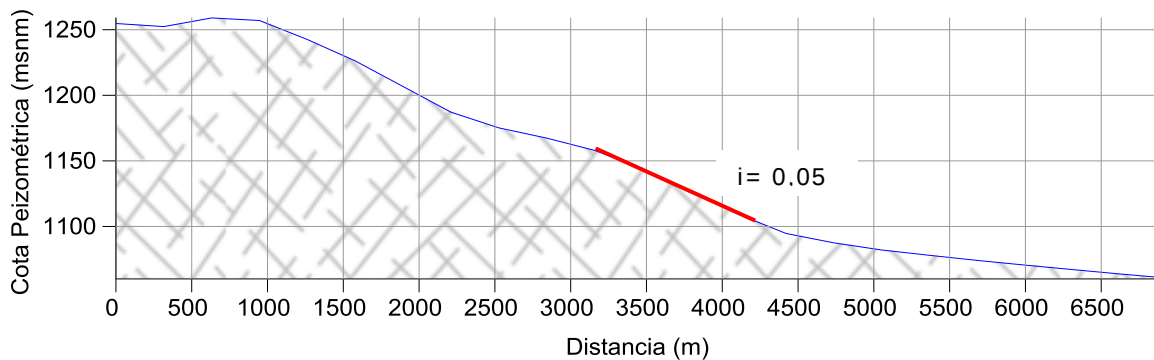


Figura 8.10: Gradiente Hidráulico Hacia Sistema Pampa Tamarugal, Zona Sur



En la Tabla 8.3 se presentan los valores de área, conductividad hidráulica y gradiente utilizados en ambos casos, con los que se determina los caudales de recarga. Cabe

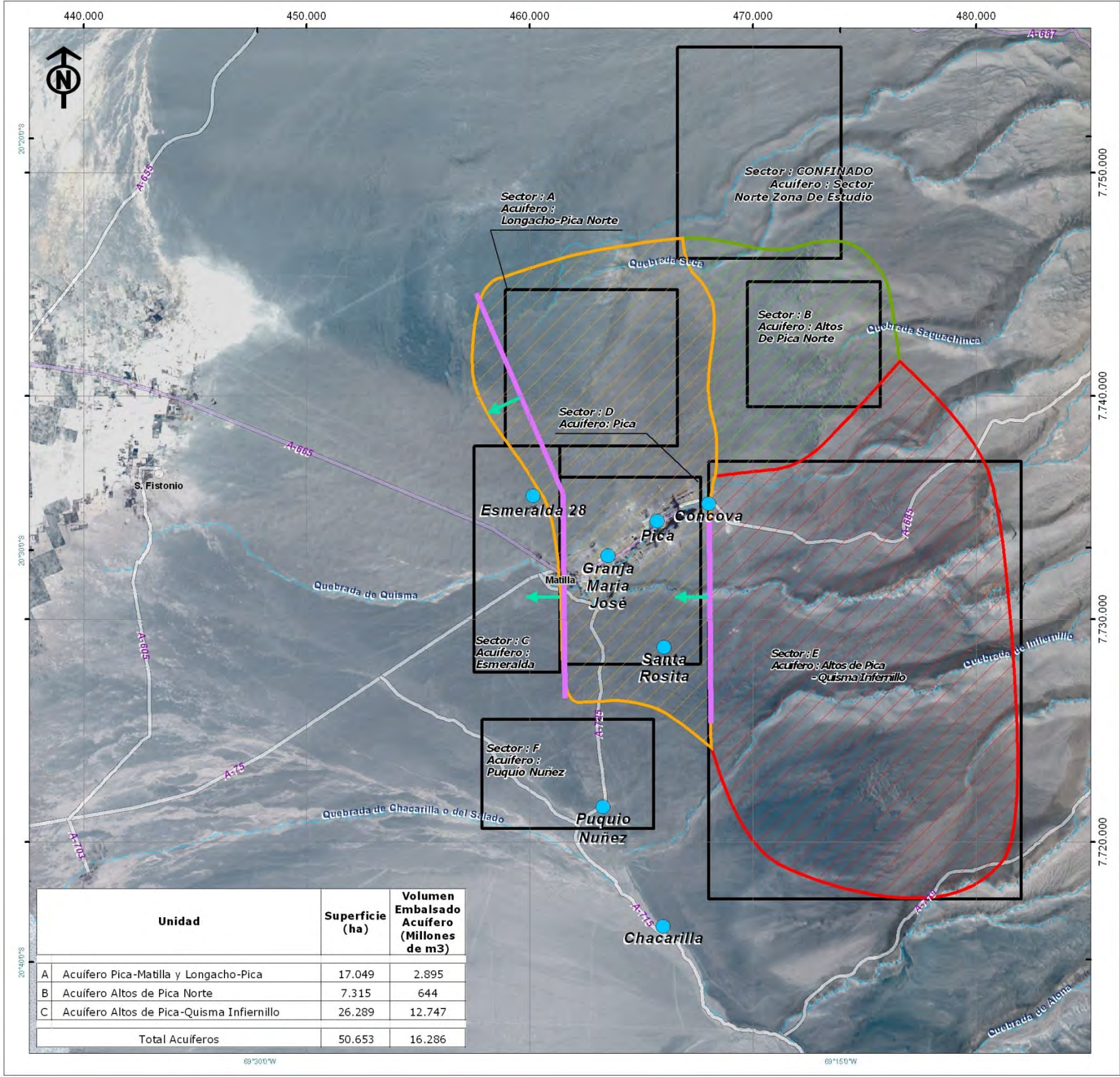
destacar que la conductividad hidráulica utilizada corresponde al valor más conservador utilizado en el estudio previo GHD 2012. La metodología empleada resulta adecuada para el nivel de información existente.

Tabla 8.3: Caudal De Recarga Hacia Sistemas Acuíferos

	Pica-Matilla	Pampa Tamarugal Norte	Pampa Tamarugal Sur
Área (m ²)	1,774,337	1,886,241	1,852,399
Gradiente hidráulico (i)	0.07	0.05	0.05
K (m/día)	0.15	0.15	0.15
Q (m ³ /día)	17,300	14,147	13,893
Q (l/s)	200	164	161

Finalmente, estos valores de recarga calculados, dada la información existente, deben ser considerados como valores referenciales, para estimar la magnitud de los flujos de recarga hacia los sectores de Pica-Matilla y hacia la Pampa del Tamarugal.

Lámina 11: Límites Unidades Acuíferas Principales



SIMBOLOGÍA BASE

Límite Político administrativo	Asentamientos	Infraestructura de transporte	Hidrografía
Internacional	Capital	Pavimentado	Quebrada
Regional	Regional	Sin pavimentar	Salar
Comunal	Provincial		
	Comunal		
	Poblado		
	Área urbana		

SIMBOLOGÍA TEMÁTICA

Elemento contextual	Unidad	Acuífero
Punto de interés	A	
Zona de Recarga	B	
	C	

VISTA GENERAL

Modelo de Elevación digital (SRTM corregido). Vista 3d creada con Oasis Montaj 3d (azimuth=0)

Gobierno de Chile

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN GEOFÍSICA EN LA REGIÓN DE TARAPACÁ

S.I.T. Nº325

CONSULTORES:
CON POTENCIAL CONSULTORES LTDA.

TEMA: Límites Unidades Acuíferas

URL: C:\\SIT_CP\\MXD\\Lámina11.Límites Unidades Acuíferas.mxd

INFORMACIÓN GEODÉSICA

- Elipsoide y Datum de Referencia WGS-84

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

- Sistema de Coordenadas U.T.M., Huso 19 sur.
- Proyección U.T.M. (Universal Transversal de Mercator)
- Datos Altimétricos referidos al elipsoide referencia

FUENTE DE INFORMACIÓN

- Imagen Landsat 8 Combinación 321 (11/2013)
- Cartografía MOP (2013)
- GHD (2012)

LÁMINA

DIBUJO

CONTROLÓ

FECHA

D.S.Z.

A.A.H.

ABRIL.

0 2.500 5.000 m

ESCALA 1:175.000

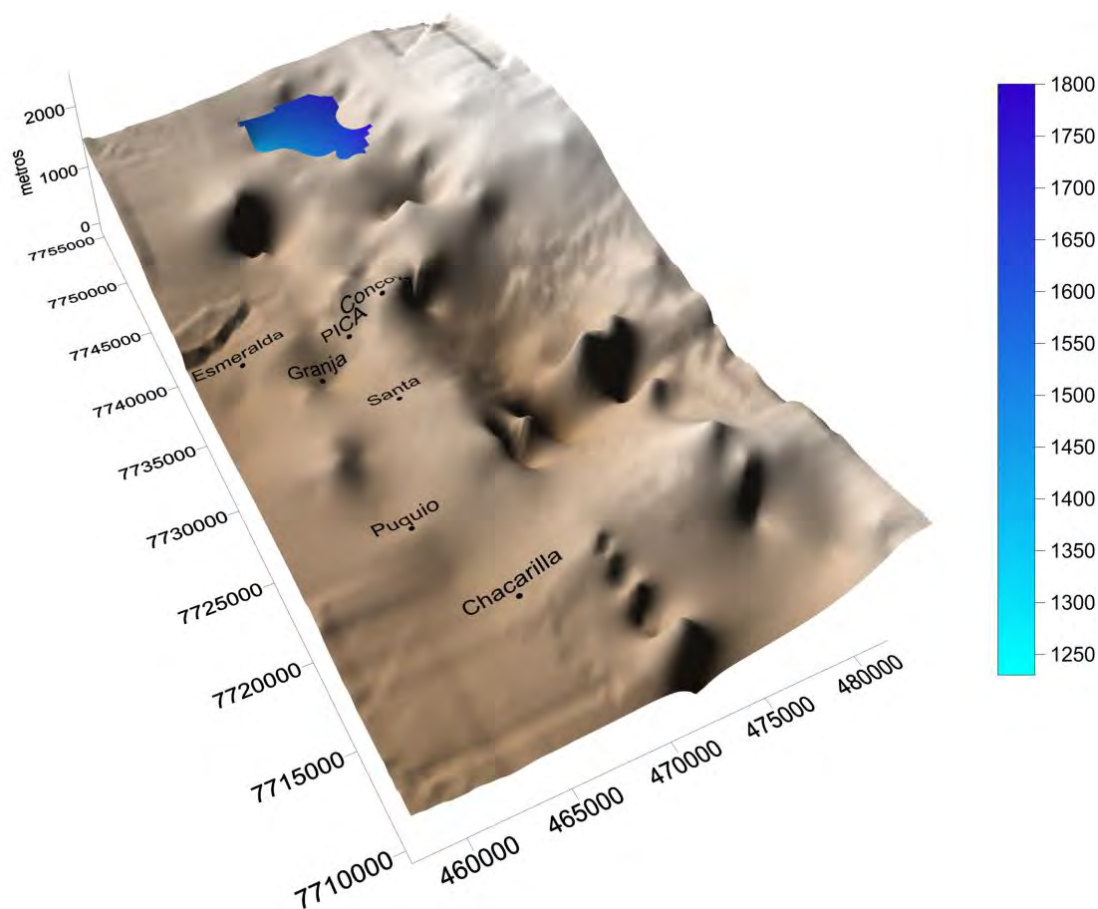
8.2.7 Acuífero Confinado Sector Norte

En la Figura 8.11 se presenta en escala de colores azules la zona en la que se encuentra el acuífero confinado, que corresponde al sector Norte de la zona de estudio, el cual según lo indicado, no aportaría aguas al sistema de interés, pues se encuentra fuera de la zona límite de los acuíferos estudiados.

Para su determinación, se estimó la existencia de capas de confinamiento, que separan las aguas superficiales de las profundas, con una capa de al menos 50 m de potencia, con resistividades mayores a 45 Ohm-m, determinando estratos parcialmente secos, 100% secos y de roca.

Este acuífero, según lo observado en la Tabla 8.2 tendría un volumen de 152 Mm³, el que queda determinado por el Basamento Rocos y la cota de agua confinada.

Figura 8.11: Elevación Acuífero Confinado Sector Norte



9 ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

9.1 Introducción

En el marco del Proyecto "Levantamiento de información geofísica en la Región de Tarapacá" (S.I.T. N° 325) se ha elaborado un Sistema de Información Geográfico (SIG) que permita mostrar los resultados de la campaña complementaria de prospección geofísica de los acuíferos en el sector de Pica, Cuenca Pampa del Tamarugal, cercanos a la Localidad de Pica, distribuidos entre las Comunas de Huara, Pozo Almonte y Pica.

9.2 Objetivos

- a) Elaborar un Sistema de Información Geográfica (SIG), articulado por una Estructura relacional de datos y un Modelo Lógico de Entidades.
- b) Incorporar toda la información secundaria recopilada y factible de ser espacializada, y que constituya antecedente relativo al área de estudio de naturaleza geológica, hidrogeológica, geomorfológica y/o geofísica. (Bidimensional).
- c) Desplegar los datos resultantes del pos-proceso y análisis del levantamiento de información geofísica mediante TEM y Gravimetría (Bidimensional).

9.3 Materiales Y Método

Se utilizó ArcGis 10.1© (Esri) en su versión Desktop ArcInfo ⁽¹⁾ acompañado de algunas extensiones compatibles como Xtools© (DataEast) y Target© (Geosoft). Para la generación de la información geofísica se utilizó Surfer 11© (Golden Software) y Oasis montaj 7.5.0 (con el parche de ArcGis 10.1). Se construyó una Estructura de Datos soportada en sendas Geodatabases Personales (.gdb) ⁽²⁾.

- (1) Incluye Módulos 3d-Network-Geostatistical Analyst), paquete que despliega ArcMap, ArcScene y ArcCatalog.
- (2) Contiene datos en formatos (raster, vector, tablas), con relaciones topológicas, junto a librerías o catálogos, que permitan la interacción con gestores de Bases de Datos, la importación-exportación desde y hacia distintos entornos, así como la utilización de rutinas y programaciones (geoprocesos), así como el despliegue y salida de productos para la presentación de resultados.

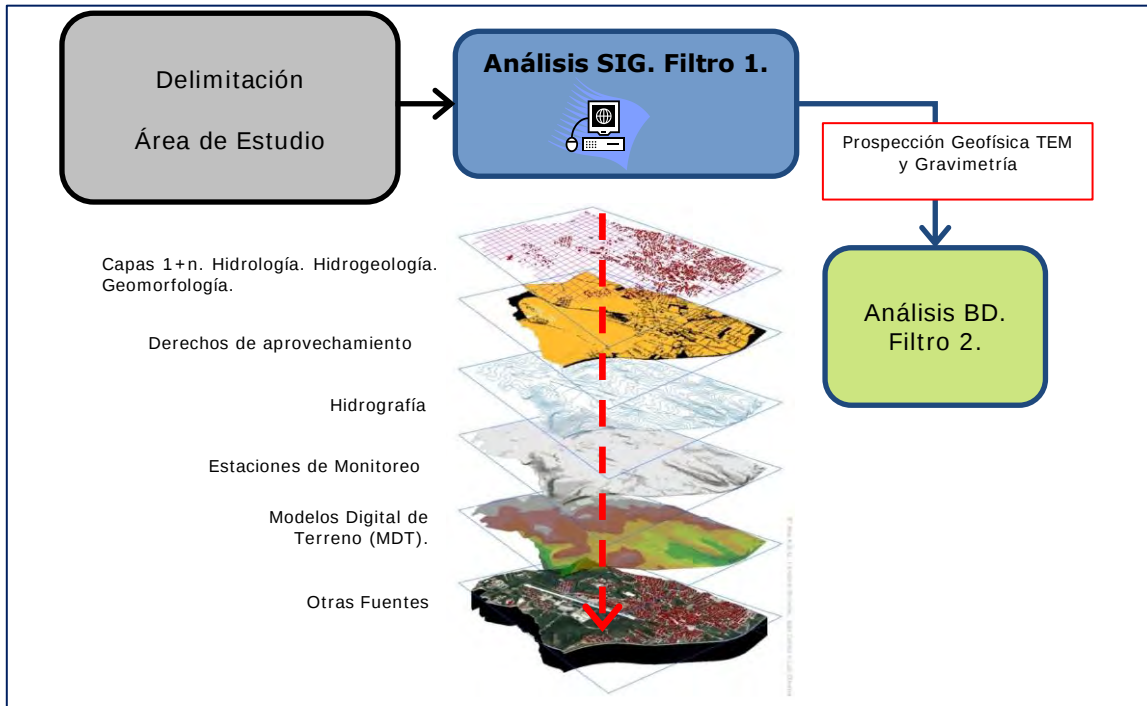
9.4 Características Generales

A) Sobre la Estructura de Datos. Se utilizará como Estructura de Datos una Geodatabase Personal (.gdb), que permite contener datos en formatos y lenguajes diversos (raster, vector, tablas), con relaciones topológicas, junto a librerías o catálogos, que permitan la interacción con gestores de Bases de Datos, la importación-exportación desde y hacia distintos entornos, la utilización de rutinas y programaciones (geoprocesos), así como el despliegue y salida de productos para la presentación de resultados.

B) De los Procedimientos. Todo Sistema de Información debe ser eficiente en el manejo, despliegue, consulta y salida de datos, mediante una Estructura relacional robusta y lógica. El diseño metodológico debe ser flexible e iterativo a modo de aproximación a la imagen deseada de acuerdo a los resultados esperados. Recogiendo las sugerencias provenientes de documentos y/o Guías (públicos y reconocidos) -que buscan establecer criterios y procedimientos para el tratamiento y despliegue de la Información Geográfica- este Sistema de Información debe cumplir con los principios de replicabilidad (en condiciones de acceso igualitario a la información), adaptabilidad (vertical y horizontal con otros Sistemas o Infraestructuras de Datos), Trazabilidad y Seguimiento (de procedimientos y manejo de la información), Accesibilidad (minimizar asimetrías o brechas en el conocimiento técnico necesario para su uso). Para esta propuesta se considera la creación de tres Modelos: Conceptual, Lógico y Físico.

Para el Modelo Conceptual se han definido las siguientes tareas secuenciales, cuya representación gráfica se muestra en la Figura 9.1.

Figura 9.1: Esquema General del Modelo Conceptual



Fuente. Elaboración del Autor.

C) De las Actividades. El listado secuencial de las acciones se detalla de la siguiente manera:

- Identificación de toda información secundaria disponible, de acuerdo a los requerimientos mínimos (contenidos) y fuentes a considerar (instituciones privadas y públicas) establecidos en el Documento "Bases Técnicas" y los Estudios citados allí, documento que acompaña a los TDR de la Licitación.
- Delimitación del Área de Estudio mediante Geoprocesos (superposición, intersección, corte, algebra de mapas) en ambiente ArcMap 10.1.
- Revisión y filtrado de Información Secundaria disponible, para discriminar aquella que es factible y apta para ser representada en un Sistema de Coordenadas (x,y,z). (Filtro 1).
- Diagnóstico de Información primaria cartografiable, resultante de la Campaña de prospección Geofísica y la Campaña de Pozos. Identificación de anomalías, discordancias, duplicidad de registros, vacíos. Caracterización según geometrías y formatos de escritura.

-
- Definición del propósito de las BD (ayuda a decidir qué datos se deben almacenar).Elaboración de Propuesta de Normalización de BD secundaria considerando los atributos de bases de datos (BD) ya existentes, y los requerimientos señalados por el Mandante en una etapa temprana. (Filtro 2). Definición de criterio de Geocodificación y asignación de ID por cada elemento según entidad (Feature Class).
 - Diseño de la Geodatabase (.gdb) en ambiente ArcCatalog 10.1 considerando geometrías (puntuales, areales, lineales), formatos de escrituras de las entidades (raster, vector, tabla), atributos de las BD asociadas, relaciones espaciales y reglas de representación (topologías), Librerías de datos-Catálogos (rasters, grillas, imágenes binarias).
 - Normalización de BD disponibles. Ajuste por Geoprocesos (Proyección, Reproyección, Conversión desde otros formatos nativos). Creación de Entidades en GDB.
 - Diseño de Visualización en ArcMap 10.1 y Composiciones de Salida en versiones 10.1 y 10.0 (Layouts).
 - Elaboración de Informe Final y RespalDOS magnéticos de entregables.

D) De los requerimientos Mínimos de Información y Estructura de Datos. Según lo indicado en el Documento "Bases Técnicas" -que acompaña los TDR de este Proyecto (Licitación ID: 1019-138-LP13) - se señala como requisito excluyente "contener en el Sistema de Información una Línea de Base de Información, antecedentes descritos en los Estudios que se citan" (DGA, 2013). Estos contenidos mínimos, operativizados en el Modelo Conceptual, constituyen el Modelo Lógico que define la estructura de datos.

Una aproximación a este listado se detalla en la Tabla 9.1. Pueden ser parte de este Modelo Lógico las relaciones entre las estructuras de datos.

Tabla 9.1: Requerimientos Mínimos de Información, Entidades y Geometrías del SIG

Fuente	Origen	Tarea	Producto asociado	Entidad(es) asociada(s)	Geometría SIG
Primaria	Prospección	Trabajo en terreno. Campaña de prospección geofísica aplicando transectos de TEM y Gravimetría	Planta (incluye transectos y estaciones) y Perfiles de Resistividad, Velocidades de roca, Perfiles Estratigráficos (2d-transversal). Grillas. Mapa de Curvas equipotenciales.	Delimitación de espesor de Acuíferos. Velocidades de desplazamiento. Unidades de Basamento y Unidades Estratigráficas. Curvas Equipotenciales.	Punto- Línea-Grilla
Secundaria	Red Hidrométrica (DGA) / SIG de CIDERH.	Catastro de Pozos (Niveles de profundidad del acuífero) y/o Estación Piezométrica	Mapa de Zonas de Recarga de Acuíferos	Niveles Piezométricos	Punto
Secundaria	Red Hidrométrica (DGA) / SIG de CIDERH.	Catastro de Estaciones de Monitoreo (Sedimentométrica, Fluvimétrica, Calidad Química Agua)	Mapa de Flujos superficiales (Escorrentía Acumulada)		Punto
Secundaria	Red Hidrométrica (DGA) / SIG de CIDERH / Mapa Hidrogeológico de Chile (SERNAGEOMIN)	Caracterización hidrológica e hidrogeológica.	Mapa de Flujos de Aguas Subterráneas	Acuíferos. Unidades Hidrológicas. Unidades Hidrogeológicas. Estratificación. Basamento.	Polígono- Línea- Raster Binario
Secundaria	DGA/CIDERH/Mapa Hidrogeológico de Chile (SERNAGEOMIN)	Definición y caracterización de los acuíferos principales;	Mapa de Acuíferos	Acuíferos.	Polígono
Secundaria	Carta Geológica de Chile (SERNAGEOMIN) / Otras.	Unidades fisiográficas. Unidades Geológicas. Unidades Geomorfológicas.	Mapa de Unidades Fisiográficas. Mapa de Unidades Geológicas. Mapa de los recursos de Agua Subterránea.	Sustrato superficial	Polígono

Fuente	Origen	Tarea	Producto asociado	Entidad(es) asociada(s)	Geometría SIG
Secundaria	Sensores Remotos. Cartografía Base.	Modelos Digital de Terreno (MDT). Derivación de Sombreado del Relieve	Modelo de Elevación Digital (MED). Raster binario.		Grilla
Secundaria	Catastro Público de Aguas	Derechos de aprovechamiento superficiales y subterráneos, cuyas coordenadas caben dentro del Área de Estudio	Mapa de Derechos de Agua superficiales y subterráneos otorgados. Volúmenes totales solicitados y otorgados, Volúmenes efectivos.		Punto
Secundaria	DGA/CIDERH	Catastro de Estaciones Meteorológicas	Isopletras de Temperatura, Precipitaciones.		Punto

Fuente: Elaboración del Autor.

El Modelo Físico puede explicarse como el diseño de las bases de datos según los requerimientos del sistema de gestión de bases de datos, de acuerdo a las características del hardware y software a utilizar, en el marco de un Sistema de Coordenadas. Los requisitos de Software ya han sido declarados en puntos anteriores, que manejarán datos e información geográfica en el Sistema de Coordenadas y Elipsoide de Referencia WGS 84, Huso 19 Sur, Proyección UTM.

9.5 Resultados

Se ha elaborado un Sistema de Información Geográfico (SIG) articulado por una Estructura relacional de datos y tres(3) Modelos: Conceptual, Lógico y Físico (ver Figura 1), que permite: a) mostrar los resultados de la Campaña complementaria de prospección geofísica de los acuíferos en el sector de Pica de la Cuenca Pampa del Tamarugal; b) incorporar toda la información secundaria relevante requerida por el Mandante en Estudios anteriores, c) consultar de manera sencilla toda la información antecedente (GHD-DGA,2012), la información recopilada, además de la generada (CP-DGA,2013).

En síntesis, y de acuerdo a lo comprometido en la propuesta técnica, podemos señalar como productos:

- Un (1) Informe Final, que contiene la Memoria Explicativa y de Cálculos, Componentes del Sistema, y las inducciones necesarias para el Usuario Final.
- Un (1) Sistema de Información Geográfico, compuesto por 4 Geodatabases (.gdb) en versión 10.1, doce (12) archivos de los cuales once (11) presentan las Láminas del Proyecto (.mxd) -para la Salida de Productos (Planos)-, y uno (1) el Pilotos Usuario -para la Visualización y Análisis- del Proyecto.
- Un (1) Directorio de trabajo (E019-13-DGA Geofísica Tarapacá/SIG) cuya estructura se resumen en la Tabla 9.2.

Tabla 9.2: Estructura de Datos

Subdirectorio	Contiene
Entidades	Información Vectorial (Campañas Geofísicas, Campaña Pozos, Cartografía Base, Otras fuentes)
GDB	Geodatabase personales (.gdb) de acuerdo al orden de Entidades, y base de datos relacional (mdb)
JPEG	Imágenes y multimedios (Perfiles y Registros fotográficos de Campañas, Logos, Viñetas)
KMZ	Archivos para Google Earth
MXD	Archivos de Proyectos para Arcgis 10.1 y 10, en formato .mxd
RASTER	Información Raster (Grillas de superficies, Modelos de Elevación, Imágenes Satelitales, Esquicios)
SALIDAS	Láminas detalladas en Informe consolidado, de acuerdo a archivos .mxd
STY	Simbologías para ArcGis 10.1
XLS	Bases de datos (Campañas Geofísica, Campaña de Pozos, Tesauro)

Fuente: Elaboración del Autor.

Es importante recalcar que el Subdirectorio que articula el Sistema es XLS, por cuanto contiene la información de las Bases de Datos y el tipo de datos asociado a los registros contenidos, cuya expresión geográfica son los espacios de trabajo en forma de proyecto .mxd. Los detalles de este subdirectorio se explican en la Tabla 9.3.

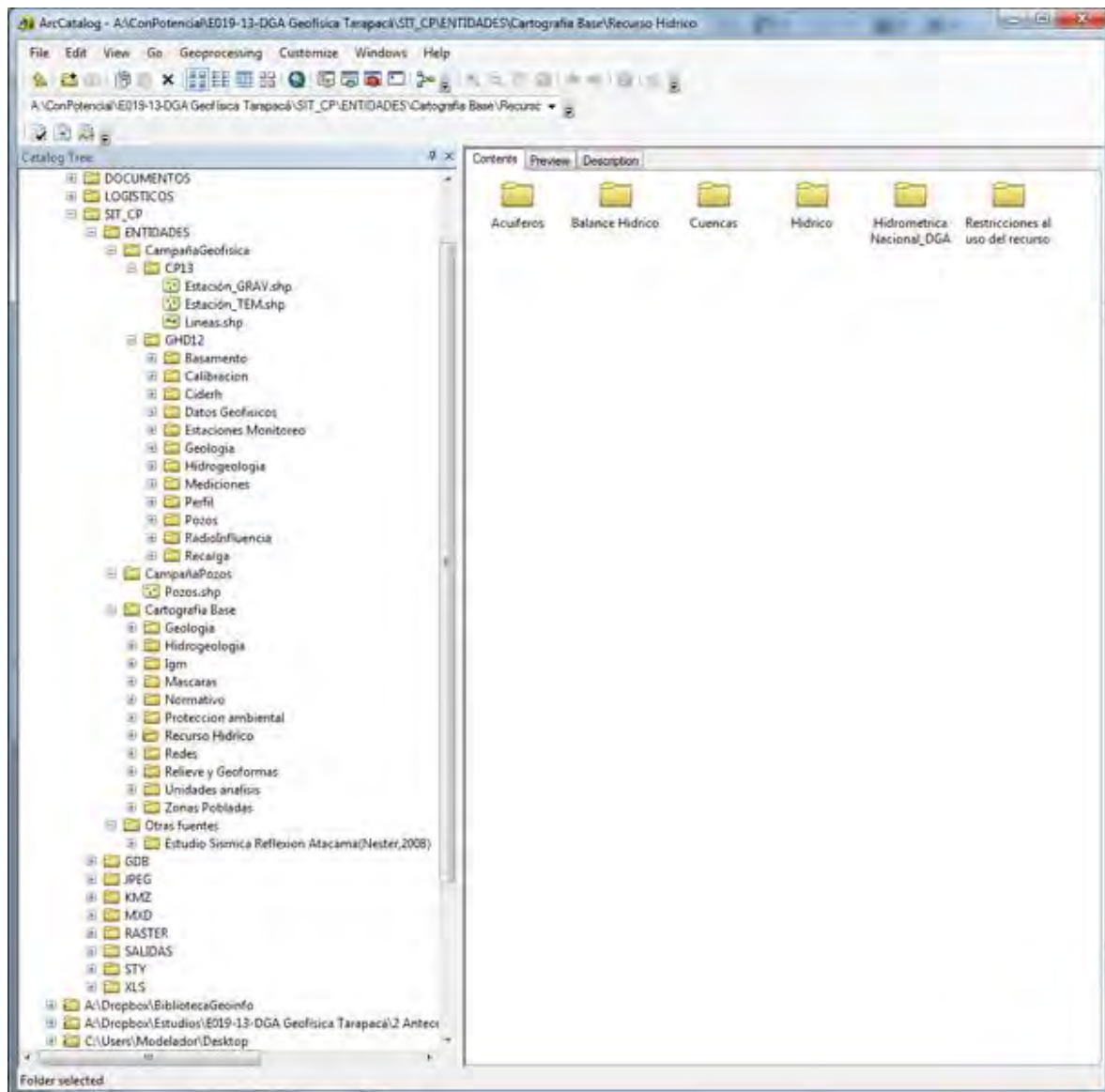
Tabla 9.3: Estructura de SubDirectorio XLS

Carpeta	Contiene archivos .xlsx	Hojas	Contiene
Geofísicos	Estación	TEM - GRAV	Información relativa a las estaciones TEM y GRAV según Campaña, a partir de un ID relacional con los FeatureClass puntuales
	Línea	BD_LIN - Plot_Laminas	Información relativa a las líneas TEM y GRAV según Campaña, a partir de un ID relacional con los FeatureClass puntuales
	Acuíferos	Vértices - Resumen-Superficie-Qhacia pica	Información relativo a las Unidades Acuíferas según ID relacional con los FeatureClass poligonales
Pozos	BD_NivelesEstáticos_PozosDGA	Una por cada Pozo DGA	Registro histórico de Niveles estáticos para los Pozos DGA, contiene gráficos de profundidades, a partir de un ID relacional con los FeatureClass puntuales
	BD_Pozos	BD FINAL y otras	Información relativa a los pozos según Campaña y Tipo, además de las BD de imágenes, a partir de un ID relacional con los FeatureClass puntuales
Tesouro	Diccionario BD	Diversas y una por cada archivo .xlsx	Todos los campos por archivo y por hoja, detallando alias, original BD, Campo alternativo, formato, dato, unidad, notación, y que indica. Es el registro maestro del SIG.
	Índice de Láminas	Índice	Detalle de Láminas según archivos .mxd
	Punto de interés y Otros Vértices	Vértices Área de estudio - Punto de interés	Coordenadas de Vértices de Área de Estudio y de Puntos de Interés general.

Fuente: Elaboración del Autor.

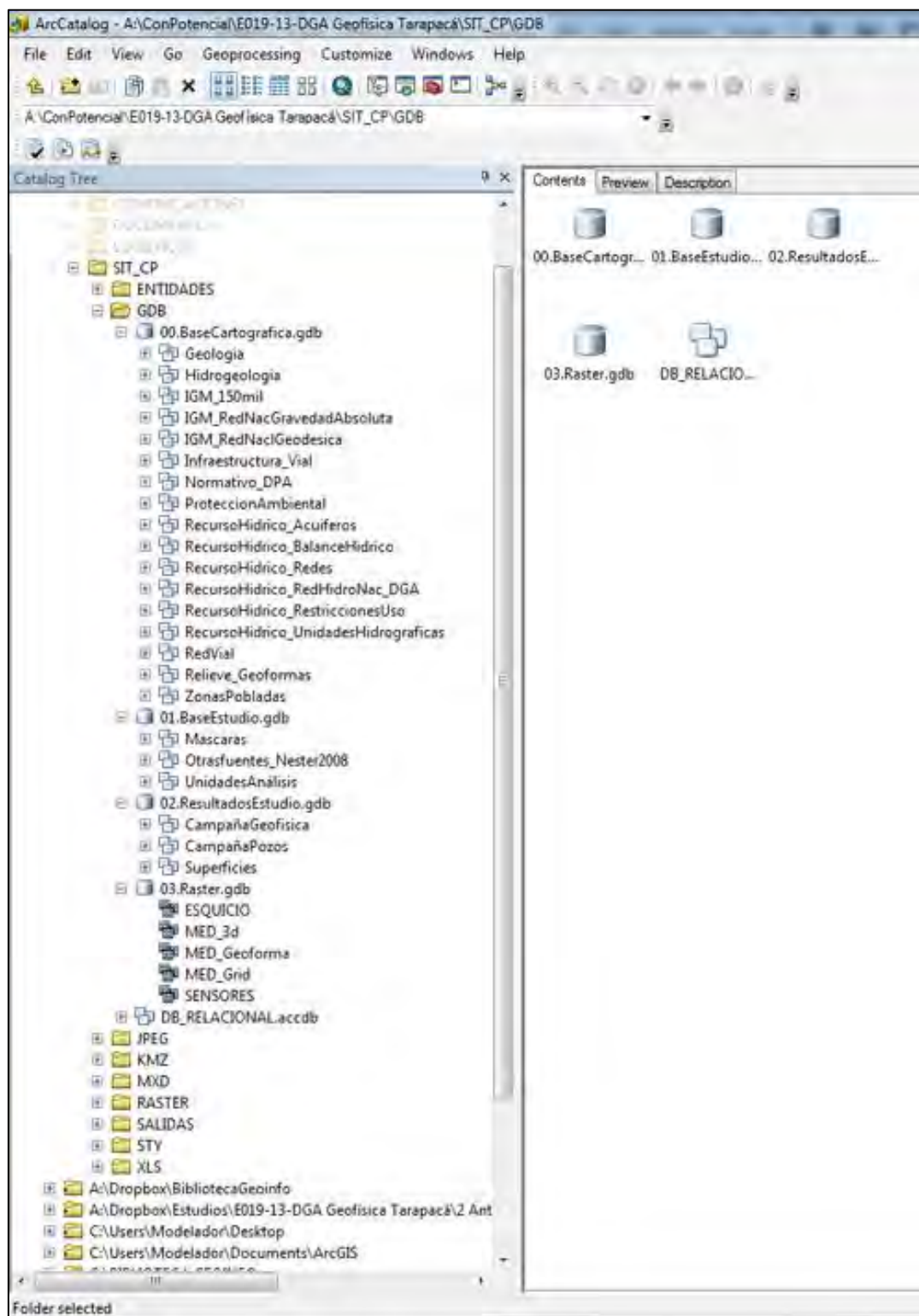
Tal como se indica en la Tabla 9.3, todas las BD se asocian con Entidades (FeatureClass) de acuerdo a la geometría asociable. Dichos Feature Class, se incluyen también en las Geodatabases como Elementos (ver Figuras 9.2 y 9.3).

Figura 9.2: Estructura de Directorio ENTIDADES



Fuente. Elaboración del Autor.

Figura 9.3: Estructura de Directorio GDB



Fuente. Elaboración del Autor.

Finalmente, en Tabla 9.4 se listan las imágenes generadas a partir de los proyectos .mxd construidos.

Tabla 9.4: Índice de Láminas generadas (Tamaño A3)

Número	Detalle	Escala 1:	Nombre archivo .mxd (A:\ConPotencial\E019-13-DGA Geofísica Tarapacá\SIT_CP\MXD\)
1	Ubicación del Área de estudio	300 000	Lámina1.Ubicación del Área de estudio.mxd
2	Prospección gravimétrica	250 000	Lámina2.Prospección gravimétrica.mxd
3	Prospección TEM	250 000	Lámina3.Prospección TEM.mxd
4	Ubicación de pozos	175 000	Lámina4.Ubicación de pozos.mxd
5	Superficie topográfica DEM SRTM	250 000	Lámina5.Superficie topográfica DEM SRTM.mxd
6	Superficie del basamento rocoso	175 000	Lámina6.Superficie del basamento rocoso.mxd
7	Profundidad del basamento rocoso	175 000	Lámina7.Profundidad del basamento rocoso.mxd
8	Equipotenciales superficie nivel freático	175 000	Lámina8.Equipotenciales superficie nivel freático.mxd
9	Isopropundidad del nivel freático	175 000	Lámina9.Isopropundidad del nivel freático.mxd
10	Unidades acuíferas detectadas	175 000	Lámina10.Unidades acuíferas detectadas.mxd
11	Límites Unidades acuíferas	175 000	Lámina11.Limites Unidades acuíferas.mxd

Fuente. Elaboración del Autor.

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desarrollo del estudio permitió determinar, a través del empleo de una metodología que integró mediciones geofísicas, caracterización geológica, mediciones de niveles, estratigrafías en pozos, y análisis integrado tridimensional de toda esta información, identificar la existencia de 7 sectores acuíferos en el área levantada, 3 de los cuales se encuentran fuera del área de estudio.

A partir de esta identificación de sectores acuíferos, y considerando la delimitación geométrica de los cuerpos acuíferos, se efectuó una agrupación en tres unidades acuíferas principales, determinándose finalmente los volúmenes de agua embalsados en el área en estudio.

- Unidad A: Agrupa los sectores acuífero Longacho-Pica Norte (sector A) y acuífero Pica-Matilla (sector D), con un volumen almacenado del orden de 2.895 Mm³.
- Unidad B: Agrupa el sector acuífero Altos de Pica Norte (sector B), con un volumen almacenado del orden de 644 Mm³.
- Unidad C: Agrupa el sector acuífero Altos de Pica - Quisma Infernillo (sector E), con un volumen almacenado del orden de 12.747 Mm³.

Se identificaron otros sectores acuíferos (Esmeralda – Sector C, Puquío Núñez – Sector F, y acuífero confinado Norte), fuera de la zona en estudio, que resultan relevantes de considerar como fuentes de reserva y explotación de recursos hídricos subterráneos.

Particularmente, se detectó en forma preliminar, en función de los antecedentes levantados (Nester, 2008), un gran sector de almacenamiento y reserva, al Oeste del sector de Puquío de Núñez, en la zona de la Pampa del Tamarugal, que se recomienda evaluar en futuros estudios.

Finalmente se estimaron los flujos de recarga subterráneos hacia los sistemas acuíferos de Pica-Matilla y hacia la Pampa Tamarugal, obteniéndose valores referenciales de recarga de 200 l/s y 325 l/s respectivamente.

Por otra parte, se ha elaborado un Sistema de Información Geográfico (SIG) que permite mostrar los resultados de la Campaña de prospección geofísica, incorporar toda la información relevante de estudios anteriores y consultar de manera sencilla toda la información recopilada y generada en este estudio.

REFERENCIAS

- [1] Alamos y Peralta Consultores Ltda. (1984). Medición y Análisis de los Recursos Hídricos de la Pampa del Tamarugal, Pica - Matilla, Rio Piga y Collacagua. CORFO.
- [2] Anteproyecto regadío Pica-Matilla: Informe sobre la factibilidad de incrementar el área de riego en la zona Pica - Matilla. CORFO.
- [3] Batista-Rodríguez José et al. Diseño y desarrollo de un sistema de información geográfica para la gestión de la información geológica y geofísica de Cuba nororiental. En Revista "Minería y Geología". Vol.3 Num. 3.2007. Cuba.
- [4] Bruggen, J. (1916). Informe sobre el agua subterránea en la Región de Pica.
- [5] Castillo, O. (1967). Plan de investigación de recursos de agua subterránea en la región precordillerana de los Altos de Pica. CORFO. Depto. de Recursos Hidráulicos.
- [6] Centro de Investigación y Desarrollo en Recursos Hídricos (CIDERH). [en línea] <http://www.unap.cl/prontus_ciderh/site/artic/20111220/pags/20111220110945.html> [consulta: 25 septiembre 2013].
- [7] Cuevas, A. (2011). Tesis Diagnostico de la demanda de agua e identificación de conflictos socio-ambientales, para propuesta de criterios de gestión sustentable de los recursos hídricos de la comuna de Pica. Universidad de Chile Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza.
- [8] Dingman, R. & Galli, C. (1965). Geology and Ground-Water Resources of the Pica Area, Tarapacá Province, Chile. U.S. Government. Geraldo, E. (1972).
- [9] DGA (1982). Catastro Usuarios Provincia de Iquique. Tomo I (Pica, Matilla, Quebrada Tarapacá) + Anexos Tomo I + Planos.
- [10] Dirección General de Aguas (DGA-MOP) / GHD Consultores. Levantamiento de Información Hidrogeológica para la modelación del Acuífero de Pica, Cuenca de la Pampa del Tamarugal, Región de Tarapacá. Informe Final.2012.
- [11] Dirección General de Aguas (DGA-MOP). Red Hidrométrica [en línea] <<http://www.arcgis.com/apps/OnePane/basicviewer/index.html?appid=d508beb3a88f43d28c17a8ec9fac5ef0>> [consulta: 27 septiembre 2013].
- [12] DGA (1982). Catastro Usuarios Provincia de Iquique. Tomo I (Pica, Matilla, Quebrada Tarapacá) + Anexos Tomo I + Planos.
- [13] DGA (1998): Evaluación de Recursos Hídricos en el sector de Pica, Hoya de la Pampa Del Tamarugal, I Región.
- [14] DGA (2004): Mapa Hidrogeológico de Chile.

-
- [15] DGA-Intendencia I Región-SERPLAC. Montero, P. (1969). Estudio de Regadío para la Zona de Pica. CORFO.
- [16] DGA (2007-2009): Levantamiento Hidrogeológico para el Desarrollo de Nuevas Fuentes de Agua en Áreas Prioritarias de la Zona Norte de Chile, Regiones XV, I, II, y III.
- [17] DICTUC (2008): Levantamiento Hidrogeológico Para El Desarrollo De Nuevas Fuentes De Agua en Áreas Prioritarias De La Zona Norte De Chile, Regiones XV, I, II Y III. Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- [18] Dingman, R., Galli, C. (1965): Geology and groundwater resources of the Pica area. Geological Survey Bulletin 1189, USGS.
- [19] Galli y Dingman (1962): Carta Geológica de Chile, Cuadrángulos Pica, Alca, Matilla y Chacarilla, con un estudio sobre los recursos de agua subterránea. Instituto de Investigaciones Geológicas.
- [20] Geohidrología Consultores LTDA. Diagnóstico Plan Maestro de recursos hídricos, Región de Tarapacá. Informe Final.2012.
- [21] GHD (2012): Levantamiento de Información Hidrogeológica para Modelación Acuífero de Pica, Cuenca de la Pampa del Tamarugal, Región de Tarapacá.
- [22] Grilli, A.; Aguirre, E.; Durán, M.; Townsend, F. & González, A. (1999). Origen de las aguas subterráneas del sector Pica-Salar del Huasco, Provincia de Iquique, I Región de Tarapacá. XIII Congreso de ingeniería sanitaria y ambiental AIDIS-CHILE.
- [23] Ground Water Studies in Tarapacá Province (Estudios sobre aguas subterráneas en Chile). CORFO.
- [24] Instituto Nacional de Normalización (INN).Aplicación de Normas Chilenas de Información Geográfica. 2012.
- [25] JICA (1995): Estudio sobre el Desarrollo de los Recursos de Agua en la Parte Norte de Chile. Agencia de Cooperación Internacional del Japón.
- [26] Karzulovic, J. & García, F. (1979). Evaluación de Recursos Hídricos Provincia de Iquique. I Región de Tarapacá. DGA-Intendencia I Región-SERPLAC.
- [27] Karzulovic J. & García, F. (1978). Evaluación de los Recursos Hídricos de la Provincia de Iquique. Antecedentes básicos. DGA-Intendencia I Región-SERPLAC.
- [28] Karzulovic, J. (1980). Informe hidrogeológico del sondaje profundo de Chacarilla Cuenca artesiana de Pica. Provincia de Iquique.
-

-
- [29] Ministerio de Obras Públicas (MOP). Guía Básica para la confección de Cartografía Temática.2011.
- [30] Nester, P. (2008): Basin and Paleoclimate Evolution Of The Pampa del Tamargual Forearc Valley, Atacama Desert, Northern Chile. PhD Dissertation, Cornell University.
- [31] Niemeyer, H. (1980). Hoyas Hidrográficas de Chile, I Región. DGA. Taylor, G. (1947).
- [32] Orellana, J. (1970). Utilización de pozos CORFO en área Pica - Matilla. CORFO. Depto. de Recursos Hidráulicos.
- [33] Pacific Consultant International; JICA; DGA (1995). El Estudio sobre el desarrollo de los recursos de agua en la parte Norte de Chile;
- [34] Rojas, R., Dassargues, A. (2007): Groundwater flow modelling of the regional aquifer of the Pampa del Tamarugal, northern Chile. Vol. 15, p. 537-551.
- [35] SERNAGEOMIN (2003): Mapa Geológico de Chile, Base Geológica escala 1:1.000.000. Publicación Geológica Digital No. 4, versión 1.0.
- [36] Salazar, C.; Roja, L. & Pollastri, A. (1998). Evaluación de Recursos Hídricos en el Sector de Pica, Hoya de la Pampa del Tamarugal. I región, Chile. DGA - CCEN.
- [37] Salazar, C.; Roja, L. & Pollastri, A. (1999). Evaluación de recursos hídricos en el sector de Pica Hoya de la Pampa del Tamarugal, I región Chile. VI Jornadas de CONAPHY-Chile.
- [38] Suzuki, O. & Aravena, R. (1984). Hidrología Isotópica y el Recurso del Área Esmeralda - Pica - Matilla. Comisión Chilena de Energía Nuclear.
- [39] Suzuki y Aravena (1985): Hidrología Isotópica y El Recurso Agua del Sector Esmeralda – Pica – Matilla.
- [40] Troger y Gerstner (2004): Estudio de Investigación de la Situación Hidrogeológica en la Formación Altos de Pica.

ANEXOS

ANEXO A: INFORME GEOFÍSICA

ANEXO B: REGISTRO FOTOGRÁFICO CP-2013 Y GRÁFICAS DE NIVELES POZOS

ANEXO C: ESTACIONES GRAVIMÉTRICAS

ANEXO D: ESTACIONES TEM

ANEXO E: REGISTRO NIVELES DE POZOS

CHILE/CASA MATRIZ
Roman Díaz 773, Providencia
Tel.: (56-2) 2840 7200, Fax: (56-2) 235 5512
Cod. Postal: 6640942, Santiago



ANEXO A

INFORME PROSPECCIONES GEOFÍSICAS



CON POTENCIAL CONSULTORES LTDA.

ESTUDIO GEOFÍSICO MEDIANTE TEM Y GRAVIMETRIA

SECTOR PICA Y PAMPA DEL TAMARUGAL REGION DE

TARAPACA- CHILE

NOVIEMBRE 2013

ÍNDICE DE MATERIAS

Contenido	Página
I INTRODUCCIÓN	1
II TRABAJO DE TERRENO	4
2.1 Disposición de estaciones	4
2.1.1 Registro TEM	4
2.1.2 Registro Gravimétrico	6
2.2 Instrumental Geofísico	7
III DESCRIPCION DEL METODO TEM	10
VI DESCRIPCION DEL METODO GRAVIMÉTRICO	12
V PROCESO E INVERSION DE DATOS	14
5.1 Sistema de Inversión	14
5.2 Secciones de Modelo 1D de Resistividad, TEM	15
5.3 Modelación Gravimétrica	15
5.4 Modelación Gravimétrica 2D	17
VI ANTECEDENTES CONSIDERADOS	18
VII RESULTADO METODOS GEOFISICOS	28
7.1 Secciones de Interpretación Sondeos TEM	28
7.2 Secciones de Interpretación Perfiles Gravimétricos	30
VIII CONCLUSIONES	32

ÍNDICE DE FIGURAS

- Fig. 1 Ubicación General Área de Estudio
- Fig. 2. Planta de Estaciones TEM y Gravimétricas sobre imagen Google Earth.
- Fig. 3.a. Planta de Estaciones Gravimétricas sobre Modelo de Elevación Digital Imagen SRTM.
- Fig. 3.b. Planta de Estaciones TEM sobre Modelo de Elevación Digital Imagen SRTM.
- Fig. 4. Planta de Secciones TEM Abatidas Sobre imagen Google Earth.
- Fig. 4.a. Grafico de Variaciones diurnas del Gravímetro.
- Fig. 5.a. Modelo Digital de Terreno SRTM.
- Fig. 6.a. Función variación contraste de densidad versus profundidad, Perfil L4 Gravimétrico.

TEM:

- Fig. T-L1 Sección Resistividad TEM, modelo de capas, Perfil L1.
- Fig. T-L1s Sección Resistividad TEM, modelo suavizado, Perfil L1.
- Fig. I-T-L1 Sección de Interpretación TEM, modelo de capas, Perfil L1.
- Fig. T-L2 Sección Resistividad TEM, modelo de capas, Perfil L2.
- Fig. T-L2s Sección Resistividad TEM, modelo suavizado, Perfil L2.

Fig. I-T-L2 Sección de Interpretación TEM, modelo de capas, Perfil L2.

Fig. T-L3 Sección Resistividad TEM, modelo de capas, Perfil L3.

Fig. T-L3s Sección Resistividad TEM, modelo suavizado, Perfil L3.

Fig. I-T-L3 Sección de Interpretación TEM, modelo de capas, Perfil L3.

Fig. T-L4 Sección Resistividad TEM, modelo de capas, Perfil L4.

Fig. T-L4s Sección Resistividad TEM, modelo suavizado, Perfil L4.

Fig. I-T-L4 Sección de Interpretación TEM, modelo de capas, Perfil L4.

Fig. T-L5 Sección Resistividad TEM, modelo de capas, Perfil L5.

Fig. T-L5s Sección Resistividad TEM, modelo suavizado, Perfil L5.

Fig. I-T-L5 Sección de Interpretación TEM, modelo de capas, Perfil L5.

Fig. T-L6 Sección Resistividad TEM, modelo de capas, Perfil L6.

Fig. T-L6s Sección Resistividad TEM, modelo suavizado, Perfil L6.

Fig. I-T-L6 Sección de Interpretación TEM, modelo de capas, Perfil L6.

Fig. T-L7 Sección Resistividad TEM, modelo de capas, Perfil L7.

Fig. T-L7s Sección Resistividad TEM, modelo suavizado, Perfil L7.

Fig. I-T-L7 Sección de Interpretación TEM, modelo de capas, Perfil L7.

Fig. T-L8 Sección Resistividad TEM, modelo de capas, Perfil L8.

Fig. T-L8s Sección Resistividad TEM, modelo suavizado, Perfil L8.

Fig. I-T-L8 Sección de Interpretación TEM, modelo de capas, Perfil L8.

Gravimetría:

Fig. G-1. Modelo cuenca Perfil L1 de Gravimetría.

Fig. G-2. Modelo cuenca Perfil L2 de Gravimetría.

Fig. G-3. Modelo cuenca Perfil L3 de Gravimetría.

Fig. G-4. Modelo cuenca Perfil L4 de Gravimetría.

Fig. G-5. Modelo cuenca Perfil L5 de Gravimetría.

Fig. G-6. Modelo cuenca Perfil L6 de Gravimetría.

Fig. G-7. Modelo cuenca Perfil L7 de Gravimetría.

Fig. G-8. Modelo cuenca Perfil L8 de Gravimetría.

ANEXO : Coordenadas Estaciones Gravimétricas.

I INTRODUCCIÓN

A petición de **ConPotencial**, Geodatos S.A.I.C. realizó un estudio geofísico mediante la técnica de Transiente Electromagnético (TEM) y Gravimetría como parte del proyecto de Estudio de Recursos Hídricos en el sector del acuífero Pica en la cuenca de la Pampa del Tamarugal de la Dirección General de Aguas, en adelante DGA, del Ministerio de Obras Públicas. Las estaciones se distribuyen en 7 (8) perfiles situados en las inmediaciones de Pica, perteneciente a la Región de Tarapacá, Chile (**Fig. 1**).

Con el objeto específico de caracterizar hidrogeológicamente el área de aproximadamente 1200 km², se ha pedido hacer el levantamiento geofísico en la zona del Acuífero de Pica y los efluentes que recargan la Pampa del Tamarugal. Para determinar las características geoeléctricas de la sub-superficie que permitan obtener información de la estratigrafía, nivel de agua subterránea y profundidad del basamento, se solicitó utilizar el método del Transiente electromagnético (en adelante TEM), mientras que con el propósito de caracterizar la cuenca y el contraste entre los sedimentos – basamento (reconocer dicho contacto) se ejecutó el método de Gravimetría.

La configuración de terreno de los 90 sondeos TEM empleada en este estudio es la denominada “Coincident loop”, que utiliza un loop de transmisión cuadrado de 200 [m] x 200 [m], con una antena de recepción en el punto central consistente en un loop cuadrado de igual dimensión. Las mediciones de TEM permiten obtener información teórica máxima y válida hasta aproximadamente 450 metros dependiendo de la resistividad del medio y del tamaño de loop empleado.

Cada estación fue dispuesta en las cercanías de la comuna de Pica según planificación acordada con el Cliente, distribuyéndose en orientaciones de modo tal de cubrir el área

de interés con una malla medianamente regular en espaciamiento, tanto entre estaciones de un mismo método geofísico, así como también para los perfiles gravimétricos y de TEM. La **Fig. 3.b.** muestra la disposición en planta de las 90 estaciones TEM ejecutadas, las que poseen un espaciamiento nominal regular cercano a 2.000 metros. Por su parte, la **Figura 3.a.** las 218 estaciones gravimétricas medidas, también conforman 7 perfiles, pero el espaciamiento corresponde a unos 600 metros en promedio. La disposición de todas las estaciones geofísicas ejecutadas, de ambos métodos se visualizan en la **Figura 2.**

Los modelos 1D de resistividad, las secciones TEM y perfiles gravimétricos, se presentan ajustados a tamaño carta para facilidad de consulta. En CD adjunto se proporcionan los datos y resultados digitales del estudio. Los perfiles TEM han sido trazados considerando lineamientos de interés para los objetivos del Cliente, y se presentan en escala vertical y horizontal 10.000:100.000, es decir considerando una exageración vertical de 10, lo que facilita visualizar las variaciones laterales y en profundidad considerando la extensión de cada perfil (en promedio cercano a 40 km de longitud cada uno).

Debido a dificultades de acceso a algunas quebradas abruptas las que adicionalmente presentan sus laderas cubiertas de material suelto (Quebrada de Quisma), conjuntamente con el Cliente se decidió reposicionar algunas estaciones tem y gravimétricas, es así como por ejemplo se debieron desplazar las estaciones TEM 64 y 65 (del extremo oriental del perfil L4 propuesto) las que conformaron lo que se denominó el perfil L8 (adicional a la propuesta original). La decisión en terreno se tomó considerando dos criterios principales, en primera instancia, el riesgo que representaba para los operadores y el equipo ejecutar estaciones en las laderas, y en segundo lugar, dado que por la configuración de las quebradas se dificulta tender un loop de 200

metros de longitud, incluso uno de menor tamaño, lo cual también fue evaluado en terreno, para satisfacer los objetivos del proyecto.

**Fotografía 1: Terreno de Método Transiente Electromagnético y Gravimetría,
Sector Pica-Pampa del Tamarugal. (Propiedad: GEODATOS S.A.I.C.)**



II TRABAJO DE TERRENO

2.1 Disposición de Estaciones

2.1.1 Registro TEM

Se registró un total de 90 estaciones TEM agrupadas de tal modo que conforman 8 perfiles de orientaciones perpendiculares entre si, como se muestra en la **Fig. 3.b**. Se realizaron 3 perfiles en orientación predominantemente NW-SE (L1-L2 y L6), mientras que los otros cinco perfiles se disponen SW-NE (L5, L7, L4, L3 y L8). El trabajo de terreno se ejecutó entre los días 12 al 25 de noviembre del 2013.

Las coordenadas y elevaciones de las estaciones TEM fueron replanteadas con instrumental GPS no-diferencial, en Sistema Coordinado **DATUM WGS84, método de Proyección UTM Huso Zona 19S**. Sin embargo, para fines del procesamiento e inversión de datos, la sección 2D de resistividad presenta los valores de cota obtenidos a partir del modelo digital de terreno SRTM y nivelado por el levantamiento DGPS obtenido en la gravimetría. El detalle de las coordenadas de cada estación se presenta en la Tabla N°1.

Tabla N° 1 Coordenadas estaciones TEM proyecto Pica - Pampa del Tamarugal.

Este [WGS84]	Norte [WGS84]	Estación [ID]	Cota_elipsoidal [msnm]	Este [WGS84]	Norte [WGS84]	Estación [ID]	Cota_elipsoidal [msnm]
Perfil L1				Perfil L2			
461736	7747183	1	1475.27	466142	7752546	21	1842.62
462083	7745212	2	1457.74	466529	7750583	22	1732.69
462445	7743156	3	1436.15	466831	7748726	23	1624.51
462781	7741184	4	1405.73	467151	7746751	24	1569.80
463117	7739212	5	1370.27	467472	7744777	25	1569.02
463453	7737241	6	1351.17	467792	7742803	26	1562.89
463790	7735269	7	1352.88	468113	7740829	27	1543.63

463993	7733406	8	1332.00	468433	7738855	28	1545.76
464328	7731584	9	1315.43	468754	7736881	29	1547.89
464799	7729355	10	1315.32	469074	7734907	30	1617.37
465135	7727383	11	1320.55	469395	7732932	31	1628.70
465471	7725412	12	1325.78	469715	7730954	32	1610.79
465808	7723440	13	1331.01	470356	7727010	33	1594.24
466144	7721469	14	1306.41	470677	7725036	34	1568.70
466480	7719497	15	1290.82	470997	7723062	35	1519.87
466817	7717526	16	1314.39	471317	7721087	36	1566.96
467153	7715554	17	1358.21	471638	7719113	37	1614.05
467489	7713583	18	1376.67	471958	7717139	38	1730.38
467826	7711611	19	1411.73	472279	7715165	39	1719.43
468241	7709176	20	1457.64	472599	7713191	40	1665.64
Perfil L3				472920	7711217	41	1704.81
460498	7718744	43	1187.96	473271	7709596	42	1602.78
463492	7719192	44	1230.13	Perfil L4			
465475	7719446	45	1272.25	458040	7724853	55	1136.33
467459	7719701	46	1303.32	460975	7725869	56	1195.42
469443	7719956	47	1401.56	462853	7726506	57	1249.41
471427	7720210	48	1586.21	466644	7727780	58	1360.32
473410	7720465	49	1770.87	468540	7728417	59	1471.09
475394	7720719	50	1955.53	470436	7729054	60	1581.86
477378	7720974	51	2140.20	472332	7729691	61	1778.37
479361	7721229	52	2247.92	474228	7730327	62	1864.50
481345	7721483	53	2355.00	475960	7730670	63	1950.60
483043	7721850	54	2488.79	Perfil L6			
Perfil L5				471699	7755171	78	2128.45
456573	7734524	66	1123.13	472060	7753204	79	2084.97
457141	7734965	66	1123.13	472420	7751237	80	2072.52
459427	7735957	67	1132.58	472781	7749270	81	1969.31
461713	7736949	68	1276.52	473142	7747302	82	1992.27
465406	7738484	69	1420.63	473503	7745335	83	2015.23
467253	7739252	70	1499.65	473852	7743366	84	2089.45

469100	7740020	71	1578.68	Perfil L7			
470800	7740796	72	1672.35	470462	7735665	85	1748.79
472793	7741556	73	1942.52	472408	7736126	86	1922.68
474640	7743243	74	2212.74	474354	7736588	87	2009.39
476486	7743092	75	2294.18	476300	7737049	88	2199.11
478333	7743860	76	2433.47	478459	7737207	89	2347.75
480180	7744628	77	2582.38	480192	7737971	90	2506.40
Perfil L8							
459990	7731549	64	1170.41				
462353	7732423	65	1259.11				

2.1.2 Registro Gravimétrico

Los datos gravimétricos y topográficos fueron medidos por un operador especializado, movilizado en vehículo 4x4 doble cabina, sistemas de localización GPS diferencial con post proceso incorporado (RTK) y equipo de apoyo general. La campaña de terreno se realizó entre el 08 y 23 de Noviembre del 2013. Se midieron 5 perfiles en dirección principalmente NW-SE (L1, L4, L6, L7 y L2), y los otros dos restantes (L5 y L3) en dirección SW-NE.

Las coordenadas de cada estación gravimétrica se detallan en el **Anexo A**.

2.2 Instrumental Geofísico

El personal de campo estuvo formado por un operador geofísico especializado y 4 ayudantes técnicos. El equipo de apoyo logístico está formado por 2 vehículos 4WD doble tracción e instrumental GPS. El equipo de apoyo técnico incluye computadora portátil, radios de intercomunicación y teléfonos satelitales. El equipo geofísico de adquisición de datos de transiente electromagnético es marca Zonge Engineering & Research Organization, Inc. USA, compuesto por:

- Receptor digital multipropósito modelo GDP-32,
- Transmisor modelo ZT-30, con baterías como fuente de energía,
- Computador de campo y equipo de apoyo.

El receptor funciona en un intervalo de frecuencias desde DC hasta 8 KHz y puede ser utilizado para métodos eléctricos y electromagnéticos como TEM, NanoTEM, IP (en los dominios del tiempo y de la frecuencia), CSAMT, AMT, etc. El instrumento posee filtros digitales controlados por software. Los datos son grabados en la memoria de estado sólido del receptor y transferibles electrónicamente a computadoras.

Las mediciones de TEM se obtuvieron con la configuración “loop coincidente”, en la cual la antena transmisora es una espira cuadrada de cable aislado desplegada en sobre la superficie del terreno. La antena receptora corresponde a otra espira de dimensiones similares con el cable tendido paralelamente al anterior. Los parámetros de medición fueron los siguientes:

Frecuencias de repetición	Intervalo binario de 0.5, 1, 2, 4, 8, 16 y 32 Hz
Configuración	‘Coincident Loop’
Antena transmisora	Espira cuadrada de 200 m x 200 m
Antena receptora	Espira cuadrada de 200 m x 200 m
Variable medida	Componente vertical del campo magnético

El instrumental usado para las mediciones gravimétricas y topográficas es el siguiente:

- Gravímetro Scintrex CG-5 Digital Automatizado.
- GPS geodésico Ashtech ProMark2, estación base y 1 móvil (error Horizontal : 12 milímetros $\pm$ 2.5ppm, Vertical : 15 milímetros $\pm$ 2.5 ppm modo dinámico)
- GPS Doble Frecuencia CHC X9000 RTK , estación base y 2 móviles (error Horizontal : 10 milímetros $\pm$ 1ppm, Vertical : 20 milímetros $\pm$ 1ppm iniciación 10 segundos)
- GPS de navegación en tiempo real Garmin 45 (error $\sim$ 30 m)

Gravímetros Scintrex modelo CG-5

Este gravímetros del tipo “microgravity meter” tiene una resolución geodésica de 0.001mgals. Estos instrumentos están basados en un microprocesador que tiene un rango de operación de 8000 [mgal] sin necesidad de inicializar. Las mediciones gravimétricas son corregidas automáticamente por mareas y errores de nivelación y son almacenadas en una memoria sólida que puede ser extraída por un computador o directamente hacia una impresora.

Especificaciones CG-5:

Tipo de sensor:	Cuarzo fundido con NULO electrostático
Resolución de lectura:	1 microgals (0.001 mgals)
Desviación Standard:	menor que 10 microgal
Rango de Operación:	8,000mgal sin receteo.
Deriva residual estática:	menos que 0.02mgal por día
Compensación por nivelación automática:	+/- 200 arc seg.
Correcciones automáticas:	Marea Nivelación, Temperatura, Ruidos
Memoria:	Flash Technology 12 Mbytes 200.000 lecturas.
Temperaturas de Operación:	-40°C a +45°C

Salida digital: 2 RS-232 puertas seriales y 1 USB puerta de 12 Mbts/sec.

Sistema de posicionamiento de GPS diferencial.

Se uso un sistema de posicionamiento GPS CHC doble frecuencia que consta de dos receptores, de los cuales uno es usado como estación base en la modalidad RTK acompañada de una radio base de 20W Huace DL5 y otro GPS receptor como estación de campo en modalidad RTK .

Características GPS CHC

- 72 canales paralelos
- L1, L2, L2c, Glonass.
- 1 RS232 serial port y 1 high-speed USB
- Comunicación vía Bluetooth integrado
- Comunicación vía radio modem (2) internal Rx: 410/430 - 430/450 - 450/470 MHz
- Protocolo RTCM2.1, RTCM2.3, RTCM3.0, CMR, CMR+ input, NMEA0183 y GSOF
- Salida RINEX and HCN

Especificaciones de Precisión RTK

- Horizontal: 10mm+1ppm
- Vertical: 20mm+1ppm RMS
- Tiempo de iniciación 10s

Especificaciones de Precisión Post Proceso

- Horizontal: 5mm+1ppm RMS
- Vertical: 10mm+2ppm RMS

III DESCRIPCION DEL METODO TEM

La técnica de TEM (Transiente Electromagnético) es un método electromagnético de prospección geofísica que funciona en el dominio del tiempo. Operacionalmente, consiste en la aplicación de una corriente eléctrica variable a una espira de cable aislado desplegado con una forma usualmente cuadrada sobre el terreno, evitando en lo posible orografías abruptas. Esta corriente genera un campo magnético (principal) que induce corrientes de conducción en el subsuelo. Luego se interrumpe la corriente y se mide el campo magnético (secundario) generado por las corrientes de conducción, el cual posee una respuesta transiente, es decir, dependiente del tiempo. Este transiente magnético se mide como voltaje inducido en un loop receptor o bobina receptora.

Las corrientes inducidas en el subsuelo se distribuyen en profundidad de acuerdo al mecanismo físico de difusión y el comportamiento que muestran depende de las resistividades, tamaños y formas de las estructuras geoelectricas subsuperficiales. En zonas de bajas resistividades, la difusión de las corrientes es lenta, con una amplitud inicial pequeña, a diferencia de zonas con altas resistividades, donde se tiene una amplitud inicial mayor, pero el decaimiento es más rápido. El análisis numérico de la curva transiente, o de decaimiento en el tiempo del voltaje registrado, permite inferir información cuantitativa acerca de los parámetros geoelectricos del subsuelo. Ambas técnicas son inductivas, es decir, evita el problema que enfrentan los métodos galvánicos al intentar inyectar corriente directamente al subsuelo en terrenos de muy alta resistencia de contacto; por ejemplo, costras salinas secas superficiales muy resistivas (como el caliche), característico en ciertos lugares del norte chileno.

La curva transiente se mide en una serie intervalos de tiempo (ventanas) de pequeña duración (fracciones de segundo), obteniéndose así datos de resistividad aparente la cual está directamente relacionada al decaimiento de la curva transiente dentro de los

intervalos de registro. El equipo de medición genera una corriente alterna de tipo positiva-nula-negativa-nula, registrando el transiente durante los intervalos de corriente transmisora nula.

IV DESCRIPCION DEL METODO GRAVIMETRICO

En el área de trabajo se estableció una base general de terreno llamada base -1, la que sirvió para amarrar diariamente todas las estaciones medidas en la zona de estudio, la estación bases se ubicó en un lugar estable de fácil acceso y libre de ruido cultural. Cada día se efectuaron mediciones en terreno las cuales fueron registradas para evaluación de repetitividad y que están incluidas en el anexo Informe de terreno.

El posicionamiento de la red de bases gravimétricas se realizó mediante GPS Diferencial en modo RTK, con una precisión de ± 1 cm en la vertical y ± 10 cm en la horizontal.

Las estaciones gravimétricas se levantaron de acuerdo a lo que se muestra en las **figura 3.a** y el listado de coordenadas Anexo A. La **figura 4.a** corresponde a un gráfico con la variación gravimétrica diurna obtenida en terreno, para testear el buen funcionamiento del Gravímetro.

Cada estación gravimétrica fue levantada usando un método de “loop” ligado a una estación base que es registrada al inicio y al final del “loop”, el error de cierre se distribuyó proporcionalmente al intervalo de tiempo entre lecturas.

Las mediciones gravimétricas fueron efectuadas de acuerdo con la siguiente modalidad:

- El gravímetro es nivelado en la estación de medición al menos un minuto antes de tomar la medida con el fin de permitir su estabilización.

- Cada medición gravimétrica fue repetida al menos una vez. En caso de exceder la precisión del equipo por causa de ruido cultural, se repitió la medida las veces que fue necesario para obtener un buen promedio.
- En casos en que la estación planificada estaba ubicada en un lugar de topografía inaccesible, el operador procedió a re-localizarla en el lugar más cercano de acceso aceptable.

V PROCESO DE INVERSIÓN DE DATOS

5.1 Sistema de Inversión TEM

La inversión de la curva de resistividad de un sondeo TEM permite obtener las resistividades y espesores de un modelo estratificado del subsuelo (modelo 1D) bajo la estación. La medición de sondeos TEM a lo largo de una línea posibilita detectar cambios laterales de los parámetros geoeléctricos, lo que se puede representar en un perfil o sección (2D) de resistividad.

Para la inversión de los datos se usó el sistema IX1D de Interpex, el cual posee dos métodos de inversión. El algoritmo 'layered model' permite variar interactivamente un modelo de pocos estratos (modelo de capas reducidas), pero suficiente para un ajuste apropiado de la curva teórica a la observada.

Por su parte, el algoritmo denominado 'smooth model' realiza una inversión semi-automática, entregando un gran número de capas delgadas (modelo de capas múltiples), con una variación relativamente continua de la resistividad.

En las figuras enviadas al Cliente durante el proceso de los datos, se presentaron los modelos unidimensionales de resistividad determinados para las estaciones TEM ejecutadas. La ventana derecha contiene el modelo suavizado (línea verde continua), el modelo de capas (línea roja continua) y los modelos equivalentes (líneas segmentadas). Los modelos equivalentes indican las variaciones que pueden tener las resistividades y profundidades de cada estrato para el mismo ajuste del modelo de capas. En general se seleccionan como modelos, aquellos con errores (RMS) inferiores al 5%.

En ambientes estratificados es más representativo el primer tipo de modelo. Comparativamente, en general el segundo puede contener más detalles de la variación de la resistividad con la profundidad, mientras que el primero puede dar mayor precisión de las profundidades de las interfaces de los estratos.

5.2 Secciones de Modelos 1D de Resistividad perfiles TEM

Sobre la base de los modelos 1-D individuales obtenidos en las estaciones TEM, se generan las 7 secciones de resistividad interpolando los modelos 1D adyacentes. Las figuras **fig. T-L1 a T-L8** muestran las secciones de resistividad obtenidas a partir de los modelos de capas ('layered model') en una representación de grillas de color. De la misma forma, la **fig. T-L1s a T-L8s** muestran las secciones de resistividad obtenidas a partir de los modelos 1D suavizados ('smooth model'). En la **figura 4** se presentan las secciones abatidas sobre la planta.

La zonificación de colores de la resistividad eléctrica va desde los 1 a 1000 [Ω -m], ecualizada manualmente de manera de reflejar los cambios de resistividad en los diferentes intervalos de interés.

Los datos provenientes de situaciones más complejas que una distribución estratificada de la resistividad aparecen como distorsiones de las curvas transientes al ser invertidas con un sistema 1D, lo que provoca una pérdida de precisión en la recuperación de la imagen geoelectrica del subsuelo.

5.3 Modelación Gravimétrica

La información gravimétrica ha sido procesada en forma estándar. Cabe hacer notar que los gravímetros Scintrex CG-3 y CG-5 corrigen en forma automática la deriva

instrumental y los efectos de marea, sin embargo, por tratarse de instrumentos nuevos y sometido además a fuertes vibraciones, se ha considerado necesario efectuar cierres diarios sobre un punto de referencia. La diferencia en la lectura es compensada sobre el universo de estaciones diarias en función del tiempo. En general las lecturas de cierre son inferiores a 0.07 mgal, lo cual es un valor razonable para las exigencias del tipo de trabajo efectuado.

Las correcciones aplicadas para la obtención de la Anomalía de Bouguer (Δg), son las siguientes:

$$\Delta g = G_{obs} + \Delta_{atmos} - G_{teo} - \Delta_{boug} + \Delta_{a_libre} + \Delta_{topo} \quad , \text{ donde:}$$

- G_{obs} : gravedad observada

Δ_{atmos} : corrección atmosférica = $0.87 \exp(-0.116 h^{1.047})$; h: altura sobre el nivel del mar

- G_{teo} : gravedad teórica (WGS84) = $G_o (1 + C_1 \sin^2 \alpha) / (1 - C_2 \sin^2 \alpha)^{1/2}$

$G_o = 978032.67714$

$C_1 = 0.00193185138639$

$C_2 = 0.00669437999013$

α = latitud

- Δ_{boug} : corrección de bouguer = $2\pi G \rho h$

G: constante de gravitación universal = 0.00667 (para densidades en [gr/cc] y alturas en [m])

ρ : Densidad media de la corteza (2.6 gr/cc).

Δ_{a_libre} : corrección de aire libre = 0.3086 h

- Δ_{topo} : corrección topográfica (ver estimación en párrafo siguiente)

La corrección topográfica fue calculada para cada estación de acuerdo al procedimiento contenido en el software OasisMontaj para lo cual se uso un modelo

digital de terreno como se muestra en la **Figura 5a**, a partir del modelo digital de terreno SRTM.

El algoritmo que se utiliza en este software está basado en los métodos descritos por Kane (1962) y Nagy (1966). Esta corrección topográfica ha sido agregada a la Anomalía Simple de Bouguer, obteniendo la Anomalía de Bouguer.

5.4 Modelación Gravimétrica 2D

La interfaz sedimentos / basamento se determinó con el modelamiento de las líneas gravimétricas con el sistema Model_Vision_Pro, considerando un modelo 2D de cuencas formado por unidades de densidades homogéneas, que representan los depósitos sedimentarios y la roca basal.

Las Figuras G-1 a G-8 presentan los modelos de cuenca de las 8 líneas del estudio. Cada figura consta de dos paneles: el superior muestra los datos gravimétricos, el regional local y la curva sintética; el inferior es una sección del relieve interpretado del basamento, el modelo de cuenca del perfil.

VI ANTECEDENTES CONSIDERADOS

ConPotencial ha puesto a disposición de Geodatos, información proveniente de diversas fuentes lo que se resume a continuación, así como también información adicional producto de búsquedas de trabajos en el área que pudieran aportar información valiosa para los objetivos del proyecto, tales como.

- 1. Ubicación de Pozos de la DGA.** El Centro de información de Recursos hídricos de la Dirección General de Aguas del MOP, mediante el archivo *chart Pozos.xls* informa respecto del nivel estático de diversas estaciones que monitorean la sub cuenca Pampa del Tamarugal, desde el año 1920 al 2011. Los pozos que han sido informados, se han graficado para conocer la ubicación y poder cruzar información espacial según cercanía con estaciones geofísicas medidas en el presente proyecto. De ellos no se cuenta con descripción litológica, solo series temporales de piezometrías.

Identificación Estación DGA	Este [WGS84]	Norte [WGS84]	Promedio NE [m]	Estación Geofísica Cercana
Salar_Pintados	433713	7721347	4.9	
Salar_Pintados_2	440935	7725677	8.8	
Concova	481158	7745444	39.6	75 (TEM) perfil L5
Esmeralda_11	459091	7737105	24.9	67 (TEM) perfil L5
Esmeralda_28	457843	7737717	41.3	67 (TEM) perfil L5
Esmeralda_34	456249	7738021	46.3	66-67 (TEM) perfil L5
Granja_María_José	463504	7732812	22.2	8 (TEM) perfil L1
Enrique_Aguayo	465241	7733123	27.9	8 (TEM) perfil L1
Jica_8	445896	7722681	38.9	

2. Informe Final elaborado por GHD, Diciembre del 2012. Este estudio denominado “Levantamiento de información hidrogeológica para la modelación del Acuífero de Pica, cuenca de la Pampa del Tamarugal, Región de Tarapacá”. Los objetivos de dicho estudio geofísico llevado a cabo por Geopacific EIRL en septiembre del 2012 para completar el modelo conceptual del acuífero de Pica, en el cual se realizaron los mismos métodos geofísicos acá citados, eran principalmente: generar la geometría del acuífero (profundidad del basamento Mesozoico), trazar estratigrafía del acuífero, confirmar la barrera hidráulica a lo largo de una línea de falla, estimar gradiente hidráulico y dirección de flujos. La separación de estaciones TEM fue de 500 metros mientras que para las estaciones gravimétricas varió entre 500 y 1000 metros. Para las mediciones de transiente electromagnético se empleó mayormente un loop de $100 \times 100 \text{ m}^2$ (y en algunos puntos del área urbana, el loop se redujo a $50 \times 50 \text{ m}^2$) alcanzando una profundidad de investigación cercana a 300 – 400 metros.

El resumen de resistividades de dicho antecedente es el siguiente:

Se observa que en general en toda el área de estudio se detecta una capa de material seco con resistividades mayores a 100 Ohm-m y en algunos sectores es mayor a 1000 Ohm-m, que corresponde a presencia de arenas y gravas superficiales secas. Bajo la capa seca superficial se observa localizadamente en algunos sectores una capa que correspondería a material parcialmente húmedo con resistividades entre 50 a 100 Ohm-m. Más abajo en profundidad aparece de forma generalizada en todas las secciones una capa con resistividades entre 10 a 50 Ohm-m y indicando la presencia de material húmedo a saturado con agua. Probablemente esta capa corresponde al acuífero más superficial de la cuenca. Los pozos de regadío someros obtendrían el agua de este acuífero. El espesor de esta capa es variable pero en promedio está entre 100 m a 150 m. A mayor profundidad aparece una capa de material de resistividad entre 1 a 10 Ohm-m.

3. Geología del Sector. En este ítem se resumen los principales rasgos de interés en la zona, descripción breve de las principales formaciones presentes, estratigrafías encontradas en la zona y algunos estudios geofísicos que permiten definir la potencia de sedimentos de la cuenca.

CENOZOICO

Cuaternario:

- Qal, Qe y Qf: Sedimentos recientes provenientes de depósitos aluviales, fluviales y eólicos: depósitos aluviales salinos; gravas, arenas y arcillas; arenas y arcillas.
- Formación Altos de Pica Superior (TQau):
 - Miembro 5 (Q4): Arenisca media (200 metros de potencia). Areniscas y conglomerados. Esta unidad es arenosa en el norte, pasando a ser más conglomerática hacia el sur, reflejando un ambiente deposicional cada vez más aluvial.
 - Miembro 4 (Q3): Toba riolítica (23 metros de potencia). Ignimbrita andesítica a dacítica, localmente soldada.
 - Miembro 3 (Q2): Arenisca media a gruesa (173 metros de potencia). Areniscas con conglomerados. Arenas eólicas y depósitos fluviales con intercalaciones de aluviales conglomeráticos.

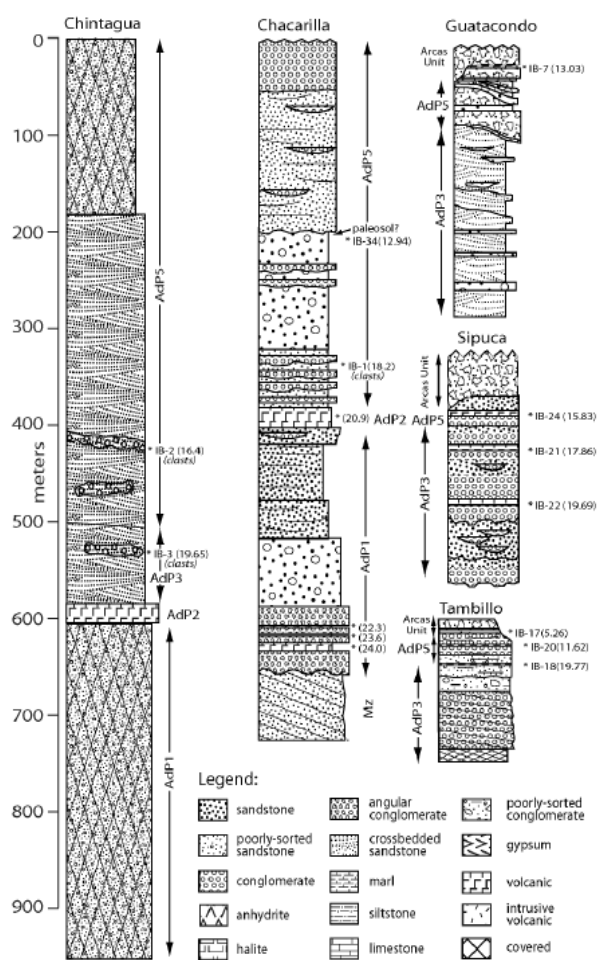


Fig. 1: Columnas estratigráficas de los depósitos Neógenos de Pampa del Tamarugal. Peter Nester, Cornell.2008.

- Miembro 2 (Q1): Toba riolítica soldada (17 metros de potencia). Ignimbritas y tobas andesíticas.

Terciario

- Formación Altos de Pica Inferior (TQal):
 - Miembro 1: Conglomerado y arenisca media a gruesa (322 metros de potencia). Unidad de color claro predominantemente conglomerática consistente en tobas retrabajadas y otros clastos ígneos originarios del Este, intercalados con depósitos piroclásticos, especialmente cerca de la base.

→Discordancia Angular

MESOZOICO

Jurásico

- Formación Longacho (J): Pizarra fisible, mudstone, arenisca fina, caliza. Esta formación es intruida por andesita, dacita, diorita, granito, pórfido y gabro.

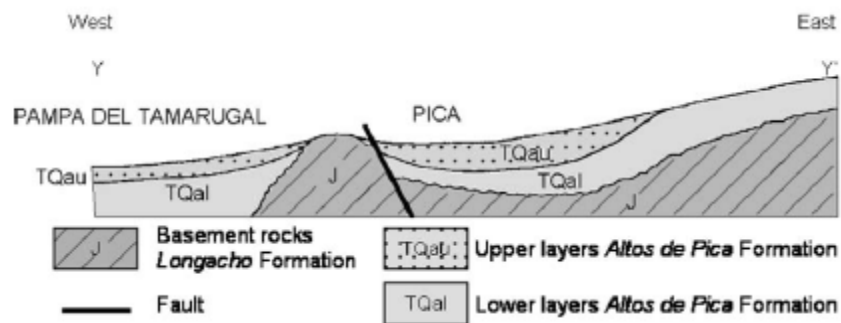


Fig. 2: Perfil geológico de dirección W-E del área de Pica (Rojas, R. y Dassargues A., 2007, Hydrogeology Journal).

GEOLOGIA REGIONAL

La cuenca de Pampa del Tamarugal forma parte de una serie de cuencas con tendencia norte, las cuales existen entre los Andes al este y la Cordillera de la Costa al oeste. Existen dos hipótesis sobre su origen y ambas involucran una configuración de

graben: fallas normales en ambos márgenes, o extensión local a regional en un campo de esfuerzos con movimientos laterales a lo largo de fallas regionales mayores de tipo strike-slip.

La cuenca se comenzó a formar en el Oligoceno temprano siendo categorizada como una cuenca de antearco tipo intramacizo, en donde la cubierta sedimentaria descansa sobre los estratos de una antigua cuenca trasarco mesozoica y el macizo trasarco. Varios cerros con tendencia norte expuestos en el centro de la cuenca, incluyendo Cerro Longacho (al lado de la ciudad de Pica) y Cerro Challacollo han sido interpretados como un levantamiento por fallas inversas con vergencia oeste durante el Mioceno del basamento Mesozoico.

Las rocas del basamento correspondiente a la Formación Longacho son diferenciadas en toda el área. El levantamiento de esta formación es observado en los límites norte y sur. También al oeste, en la Cordillera Costera, y en el este. Suprayacente a la **Formación Longacho** está la **Formación Altos de Pica**, la cual es diferenciada entre secuencia inferior y superior. Los estratos superiores son depósitos recientes de sedimentos, principalmente compuestos por aluviales salinos, gravas, arenas y arcillas.

Los sedimentos recientes inferiores que descansan sobre dicho basamento jurásico son conglomerados gruesos y gravas de las Formaciones Sical y Altos de Pica, erosionados desde las elevaciones adyacentes de la Cordillera Costera y la Pre-Cordillera. Durante el Mioceno, los sedimentos clásticos gruesos continuaron siendo depositados en amplias zonas, teniendo lugar además eventos de actividad volcánica, produciendo tobas andesíticas e ignimbritas desde los centros eruptivos localizados al este. A finales del Mioceno, una serie de grandes abanicos aluviales comenzaron a desarrollarse, depositándose a partir del Plioceno en la cuenca una en menor cantidad aluviales y evaporitas

HIDROGEOLOGÍA

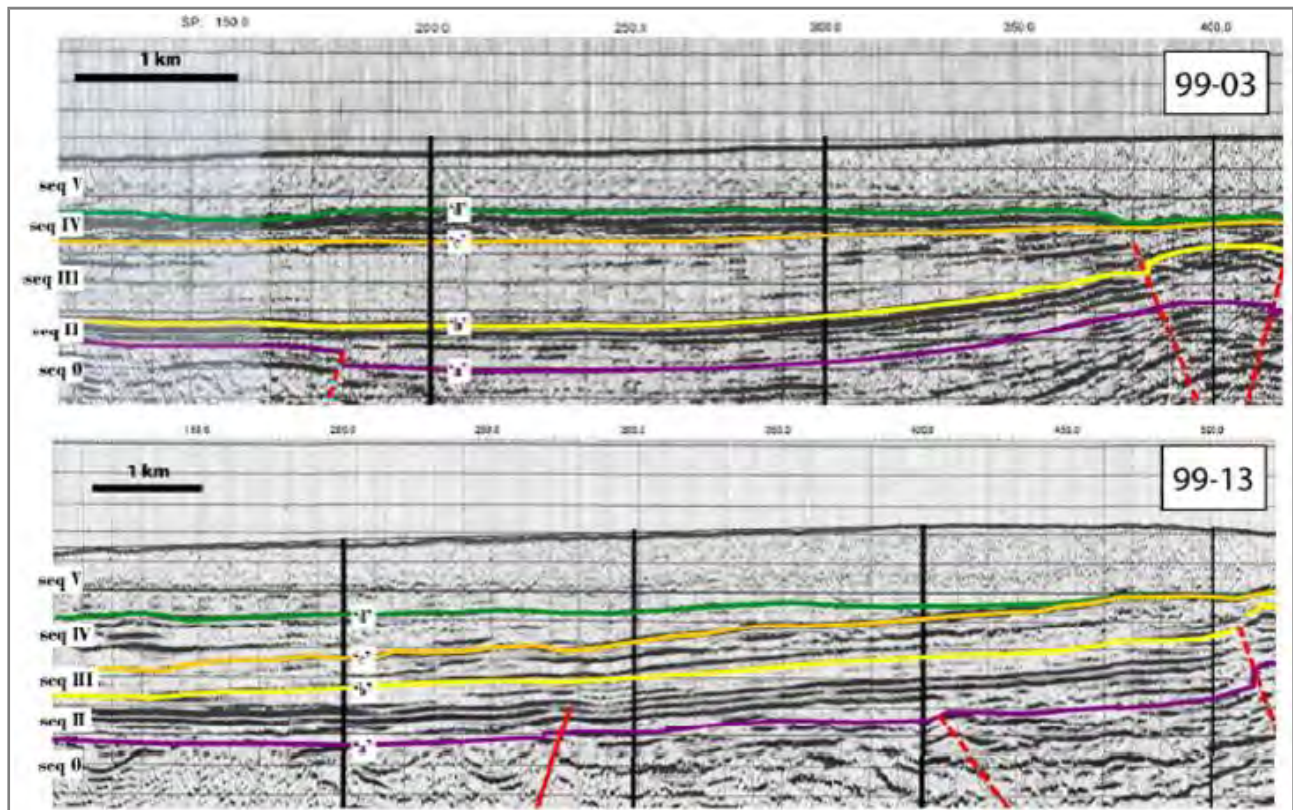
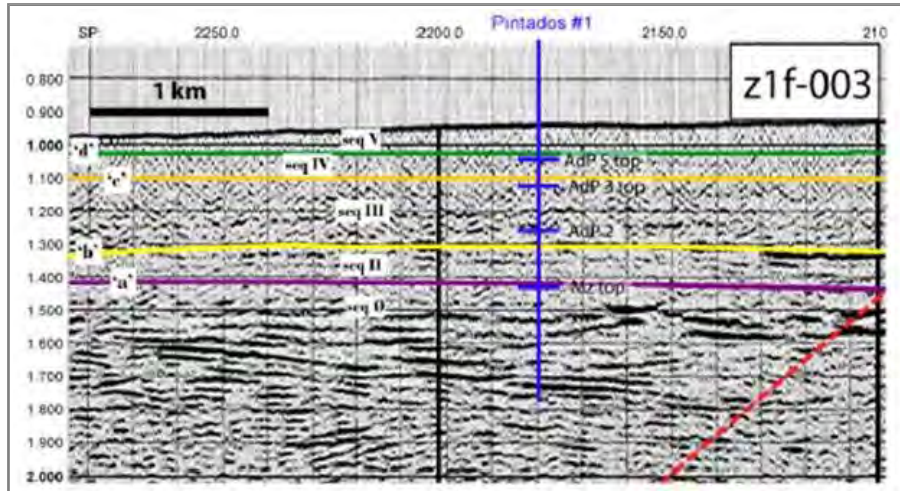
La información de los perfiles geoeléctricos (TEM) fue complementada con la perforación de once pozos con profundidades de entre 150 y 300 metros. Esto mostró que el acuífero principal se encuentra compuesto por unidades Q4 y Q3, correspondientes a los miembros superiores de la Formación Altos de Pica. Las piezometrías realizadas en los pozos muestran que el nivel freático se encuentra bajo los 20 a 50 metros de profundidad.

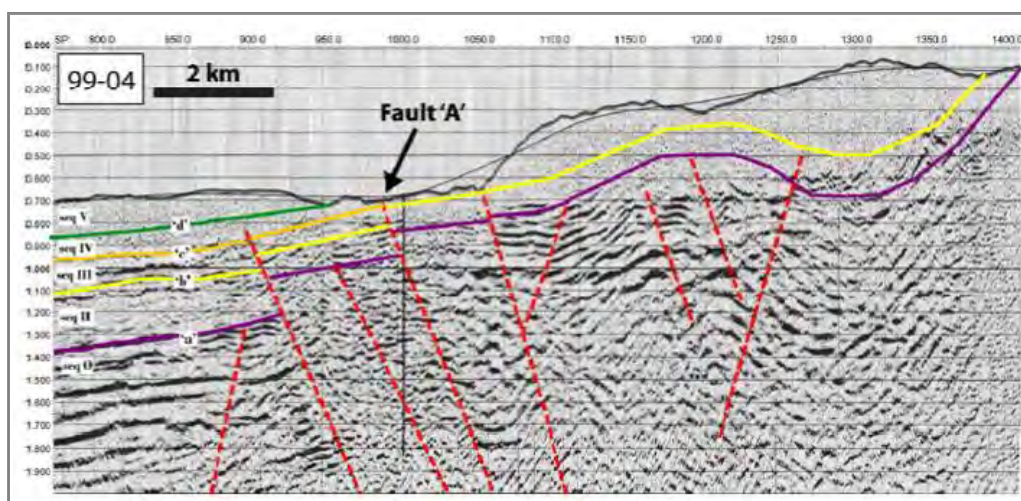
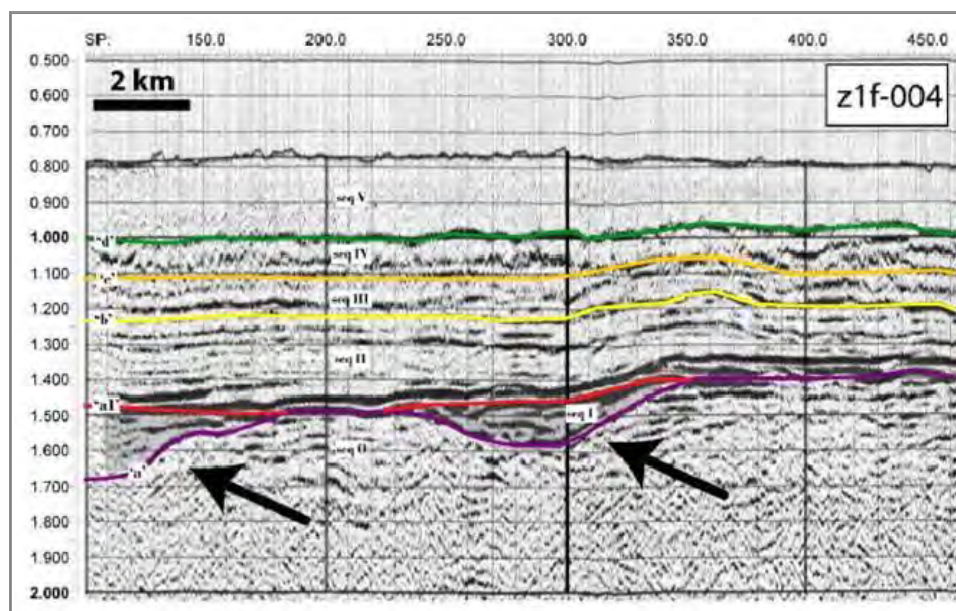
La dirección principal de escurrimiento del agua subterránea es de norte a sur, con una componente este-oeste en el área de Pica. El dominio del modelo estaría limitado al oeste por la zona de contacto definida entre las rocas del basamento de la Formación Longacho (J) y los materiales sedimentarios. El límite Oeste es definido como una línea supuesta aproximadamente siguiendo los lineamientos de las principales fallas y los afloramientos de la Formación Longacho que marcan un lineamiento Norte-Sur en el borde Oeste de la cuenca.

El manantial del oasis de Puquio de Núñez está localizado a lo largo de la traza de una falla, probablemente esta surgencia es debida al flujo preferencial del agua a través de la superficie de la falla. Lo que podría ser indicativo del importante papel que ocupan las fallas en las zonas donde existen surgencias de este acuífero.

SISMICA DE REFLEXION

Se efectuó un trabajo de sísmica de reflexión en la zona de interés (**Peter Nester, Teis Doctoral Cornell, 2008**), la que muestra el espesor de la Cuenca y las estructuras tectónicas que la controlan y que no se manifiestan superficialmente.





4. **Informe DGA- MOP, 1980. Informe hidrogeológico del sondaje profundo de Chacarilla, cuenca Artesiana de Pica, provincia de Iquique.** Este sondaje situado a 6,7 km al SE del Puquio de Núñez permitió definir los rellenos cenozoicos desde 0 a 45 metros (Sedimentos cuaternarios de 45 metros de espesor), y desde 45 a 827 metros rellenos terciarios (782 metros de potencia). A partir de los 827 metros se describe la presencia de Basamento Mesozoico Regional Impermeable (rocas conglomerádicas brechosas duras). El objetivo de

dicho sondaje era describir la columna estratigráfica desde el punto de vista de su permeabilidad relativa y la posibilidad de constituir un acuífero.

VII RESULTADO METODOS GEOFISICOS

El objetivo general del presente trabajo geofísico es la determinación cuantitativa de las propiedades eléctricas del subsuelo en la zona de interés. Estas propiedades geoelectricas dependen de la mineralogía (litología) y microestructura (porosidad, granulometría, fracturamiento) de los sedimentos y rocas. Afecta de manera importante a la resistividad, el tipo de fluidos que contengan los intersticios en los sedimentos y rocas, especialmente el grado de saturación, salinidad que en cuencas sedimentaras como ésta zona, pueden jugar un rol preponderante para la caracterización de acuíferos factibles en las cercanías de la comuna de Pica.

A partir de las secciones de resistividad eléctrica (figuras T-L1 a T-L8) se generaron las figuras I-T-L1 a I-T-L8 que corresponden a las interpretaciones de estas secciones en términos de posibles litologías asociadas a los valores de resistividad observados, basado en la respuesta geoelectrica obtenida.

7.1 Secciones de Interpretación Sondeos TEM

Tomando como base las secciones de resistividad generadas a partir de la inversión de modelo de capas, se realizó una correlación entre las unidades de diferentes rangos de resistividad, con estratos de diferentes características litológicas.

Estas secciones se realizaron con ayuda del software de dibujo “Autocad”, donde se distinguen a los diferentes estratos por distintos colores y tramados. La sección se presenta a escala vertical 1:10.000 y horizontal 1:100.000, es decir, con factor de exageración de 10 en la vertical.

En las secciones unidimensionales de distribución en profundidad de la resistividad eléctrica, se pueden distinguir claramente al menos 2-3 dominios, los que no

necesariamente corresponden a diferentes unidades litológicas, sino que a diferentes respuestas geoeléctricas las que pudieran corresponder a diferencias en granulometrías, niveles de humedad, grados de sedimentación, entre otros aspectos.

- a) **Unidad Resistiva Superficial:** Esta unidad se aprecia continua a lo largo de todos los perfiles con potencias inferiores a 50 metros. Las resistividades eléctricas están comprendidas entre los 110 y 3.900 [Ohm-m]. Este dominio puede asociarse a ***Sedimentos Secos de origen aluvial/fluvial/eólicos***. Localmente se observa una unidad de profundidad intermedia de alta resistividad (extremo norte del perfil L1) que se puede asociar a ***Basamento Jurásico***, correspondiente a la Formación Longacho.
- b) **Unidad Media- Resistividad:** Esta unidad subyace a la anteriormente descrita, y se presenta heterogénea lateralmente, con valores de resistividad comprendidos entre 10 y 100 [Ohm-m] (el promedio se sitúa en torno a los 30 [Ohm-m]). Esto puede explicarse debido a las intercalaciones de materiales presentes en la zona, las que corresponderían principalmente a ***Depósitos Volcano Sedimentarios (materiales riolíticas, del tipo ignimbritas y tobas soldadas), y Depósitos Sedimentarios continentales (de grano grueso como arenas y conglomerados principalmente)***. Esta unidad se puede asociar a sedimentos y rocas volcánicas saturadas
- c) **Unidad Conductora:** Se aprecia a distintas profundidades, en general visualizándose en forma de núcleos o zonaciones de menor resistividad, con valores inferiores a 10 [Ohm-m]. Esto puede asociarse a una disminución de la granulometría en los sedimentos dentro de la unidad anteriormente descrita (presencia de limos y posiblemente arcillas). Sin embargo, existen antecedentes (***DGA, Salazar Carlos, Jornadas de Conaphi-Chile***) de circulación de aguas

fósiles de naturaleza salina y con un mayor gradiente térmico en la cuenca, hecho que también podría contribuir al aumento de conductividad relativo.

En el perfil adicional conformado por las desplazadas estaciones 64 y 65, no se aprecia ningún cambio lateral importante de resistividad que pudiera asociarse al límite del horst reportado por el Cliente en esa zona. Esto puede deberse a que las estaciones de TEM se distancian en más de 2,4 kilómetros, lo que hace difícil la interpolación considerando que la información proviene de un área correspondiente al loop desplegado en terreno, por lo que pudiera enmascarse algún rasgo situado entre medio de dichas estaciones.

7.2 Secciones de Interpretación Perfiles Gravimétricos

Se han generado 8 modelos de Gravimetría, denominados Figura G-1 a la G-8 correspondientes a los modelos de cuencas en los homónimos 8 perfiles. En dichas figuras se representa en la parte superior la anomalía de Bouguer expresada en [mGal] indicando los datos de gravedad, la respuesta calculada y la tendencia regional.

En la parte inferior de cada figura se presenta el modelo de cuenca de cada perfil, en la cual se ha considerado un contraste de densidad igual a -0.4 [gr/cc] tomado del antecedente del trabajo de la GHD. Este valor, pese a ser bajo, se considera apropiado para las unidades contempladas en la zona, dado que el basamento es de origen sedimentario y a la gran potencia de relleno sedimentario y volcano-sedimentario presente en el área de estudio.

Se debe tomar en cuenta que la exageración vertical de cada figura ha sido determinada de acuerdo a la extensión del perfil, por lo que las escalas han sido adecuadas para cada sección. Por ello, es importante notar la elevación (escala vertical) de cada figura para comparar potencias de rellenos entre una y otra sección.

De los modelos gravimétricos se aprecia una gran potencia del relleno sedimentario, lo que en ocasiones bordea los 800 metros, esto es consistente con antecedentes en la zona.

VIII CONCLUSIONES

El trabajo efectuado ha permitido definir diferentes unidades que han sido interpretadas exclusivamente en base a criterios geofísicos. Las conclusiones obtenidas mediante técnicas geoeléctricas, pudieran complementarse y enriquecerse a medida que se cuente con mayor información hidrogeológica, geología de detalle, y otros antecedentes como sondajes y/o descripción litológica de pozos aledaños, que permitirían caracterizar de mejor forma las unidades descritas anteriormente, así como también correlacionar el parámetro de resistividad con otros de interés como porosidad, permeabilidad, salinidad, granulometría de los sedimentos, etc. permitiendo inferir y caracterizar de mejor manera el subsuelo y el comportamiento hidrogeológico del área de estudio. Así como también sería favorable contar con información a posteriori, relacionado con pruebas de bombeo que permitan conocer el caudal de los pozos a perforar, con el objetivo de correlacionar parámetros como la permeabilidad, resistividad eléctrica y conductividad hidráulica.

Se recomienda que para fines de un análisis futuro detallado de la variación de resistividades en el subsuelo, se revise el modelo multicapa (smooth), pues presenta fluctuaciones continuas de dicha propiedad geoelectrica, mientras que para un análisis discreto del subsuelo, se puede recurrir al modelo de capas, el que es favorable cuando se presenta un claro contraste de resistividades. Se debe mencionar la buena calidad de los datos, lo que facilitó la inversión y asimilación de un modelo de capas y multicapas con un error bajo y poco ruido cultural en la curva del transiente, donde destaca la claridad con la que se aprecia el nivel freático en los perfiles TEM trazados.

Se asume que la definición del valor de las resistividades y espesores de cada dominio identificado, son representativas de cada unidad pero pueden fluctuar entre un 10 – 20 % sin perder validez, dado el error intrínseco del método.

Resulta importante mencionar que se ha elegido un modelo simplificado en cuanto al número de capas de la inversión, procurando un RMS inferior a 5% en el ajuste de la curva a los datos de cada curva de resistividad. Manteniendo el mismo valor de errores, pudo haberse trazado un mayor número de capas, los que para los objetivos del proyecto no aportan mayor información, sumado al importante contraste de conductividades entre unidades, lo que permite que el modelo simplificado con 2 -3 capas sea válido, confiable y satisfactorio.

Las conclusiones obtenidas mediante ambas técnicas geofísicas, pudieran complementarse y enriquecerse a medida que se cuente con mayor información hidrogeológica, geología de detalle, y otros antecedentes como sondajes y/o descripción litológica de pozos aledaños actualizados, que permitirían caracterizar de mejor forma las unidades descritas anteriormente, así como también correlacionar el parámetro de resistividad eléctrica con otros de interés como porosidad, permeabilidad, contenido de humedad, salinidad de la solución, temperatura, etc. permitiendo inferir y caracterizar el subsuelo y el comportamiento general de los flujos subterráneos predominantes.

Debido a la dinámica existente durante la formación de la Cuenca, se producen variaciones en los ambiente deposicionales asociados a cambios en los niveles de energía predominantes (de aluvial a lacustre) lo que explicaría las variaciones laterales evidenciadas en las secciones de resistividad. Estas intercalaciones de unidades condicionan además las permeabilidades relativas y con ello la capacidad de transmitir y albergar agua.

En la modelación para determinar la profundidad de la interfaz relleno –basamento se usó una estimación de la densidad de contraste de -0.4 gr/cc, la misma usada en el trabajo realizado por GDA en diciembre de 2012. Este valor se ha considerado válido y

razonable, dado que el basamento impermeable en la zona es de origen sedimentario y el relleno de gran espesor contiene intercalaciones de rocas volcánicas y sedimentos compactados por dicho espesor.

El resultado final de la modelación es una estimación de la profundidad al basamento que está basada en un contraste constante de densidad entre sedimentos y roca basal de -0.4 gr/cc . Es importante considerar que pueden ocurrir variaciones menores de las densidades que al modificar el contraste debiera también variar la profundidad al basamento mas no la forma determinada.

Debido a lo anterior los resultados entregados se deben considerar como una solución más probable de la distribución de la profundidad al basamento. Para conocer la sensibilidad de la profundidad del modelo en función del contraste de densidad se presenta el grafico en la **Figura 6.a**, en que se ha modelado la cuenca del perfil 4 para varios contrastes de densidad.

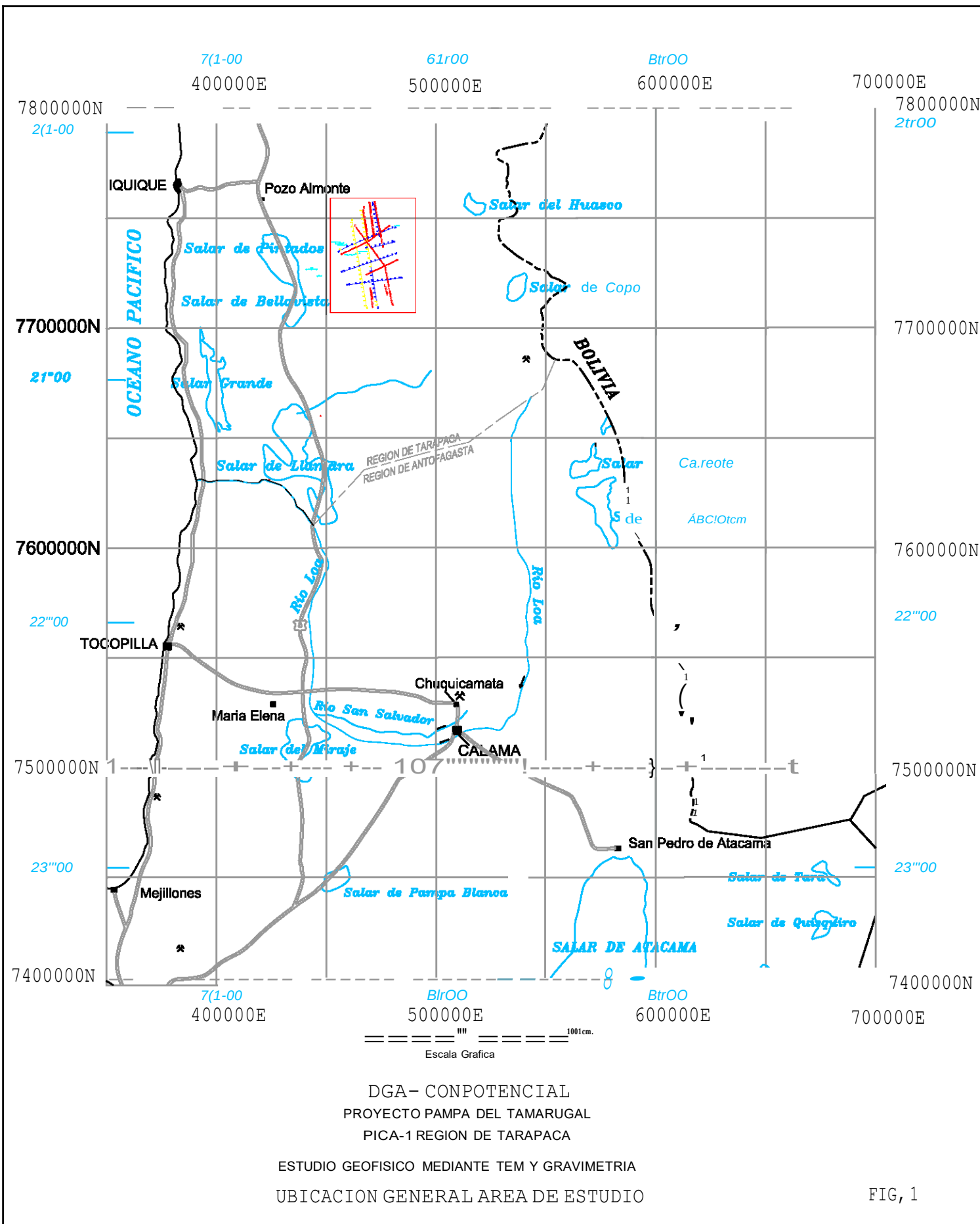
En dicho ejemplo se ha obtenido para un contraste de 0.4 [gr/cc] un espesor de relleno cercano a 580 metros, con una señal de 17.76 [mgal] (fluctuación comprendida entre los 233,82 hasta 251,58 mgal), es posible apreciar que con una variación de un 10% en el valor del contraste de densidad (el cual es relativamente bajo para este proyecto) se presentan variaciones en torno a 100 metros. Este ejercicio debe ser considerado como referencial, pues las variaciones dependen de algunos otros factores considerados en la inversión, como por ejemplo la anomalía de Bouguer, la tendencia regional y la topografía.

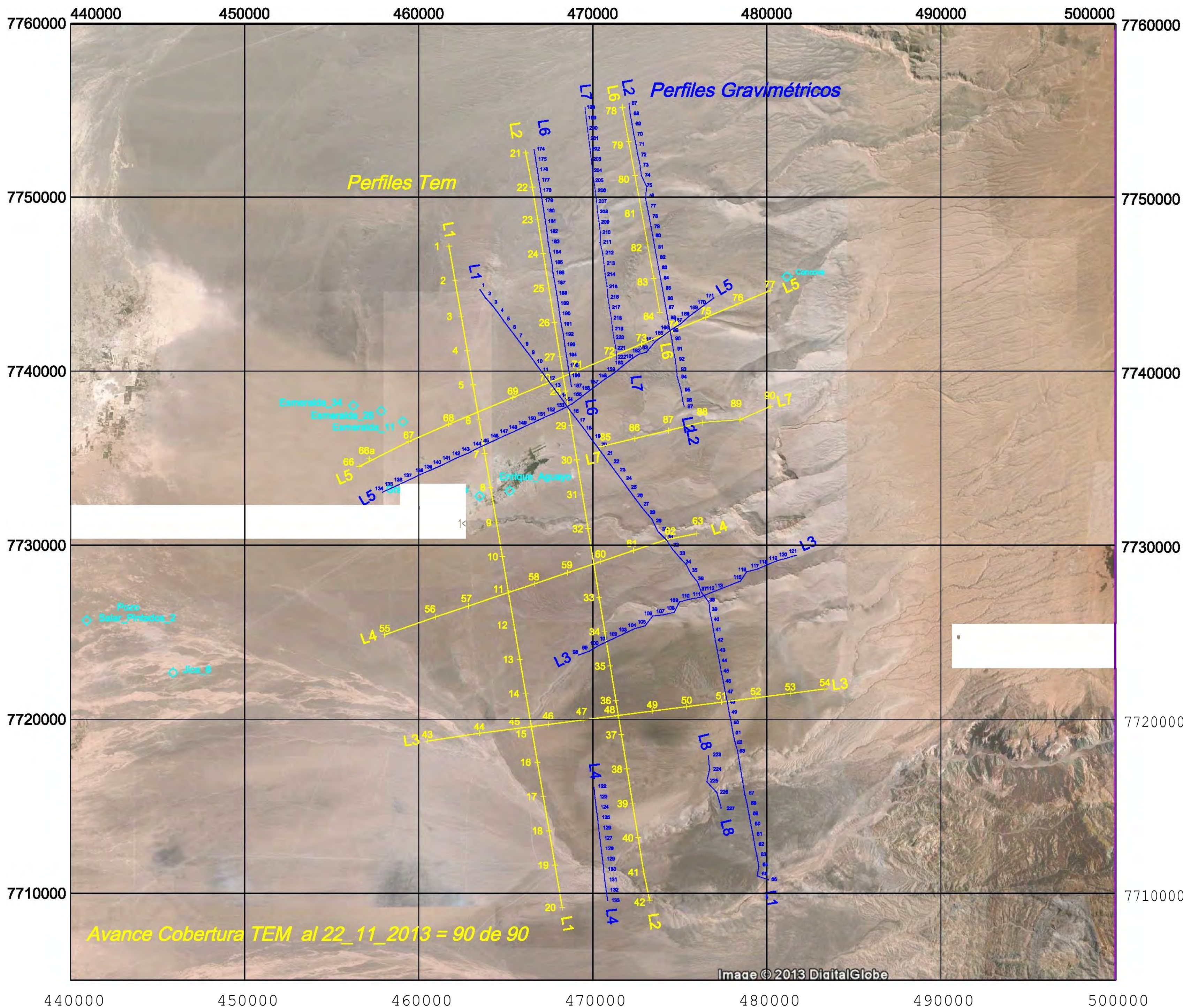
Con los modelos de cuenca generados en los perfiles gravimétricos, se puede observar la geometría del basamento, lo que permitiría delimitar las fronteras de los acuíferos existentes y sus relaciones con sectores aledaños de forma tal de inferir direcciones de

recarga, conexiones entre acuíferos aledaños, entre otros aspectos de interés hidrogeológico.

GEODATOS SAIC

Santiago, Noviembre 2013



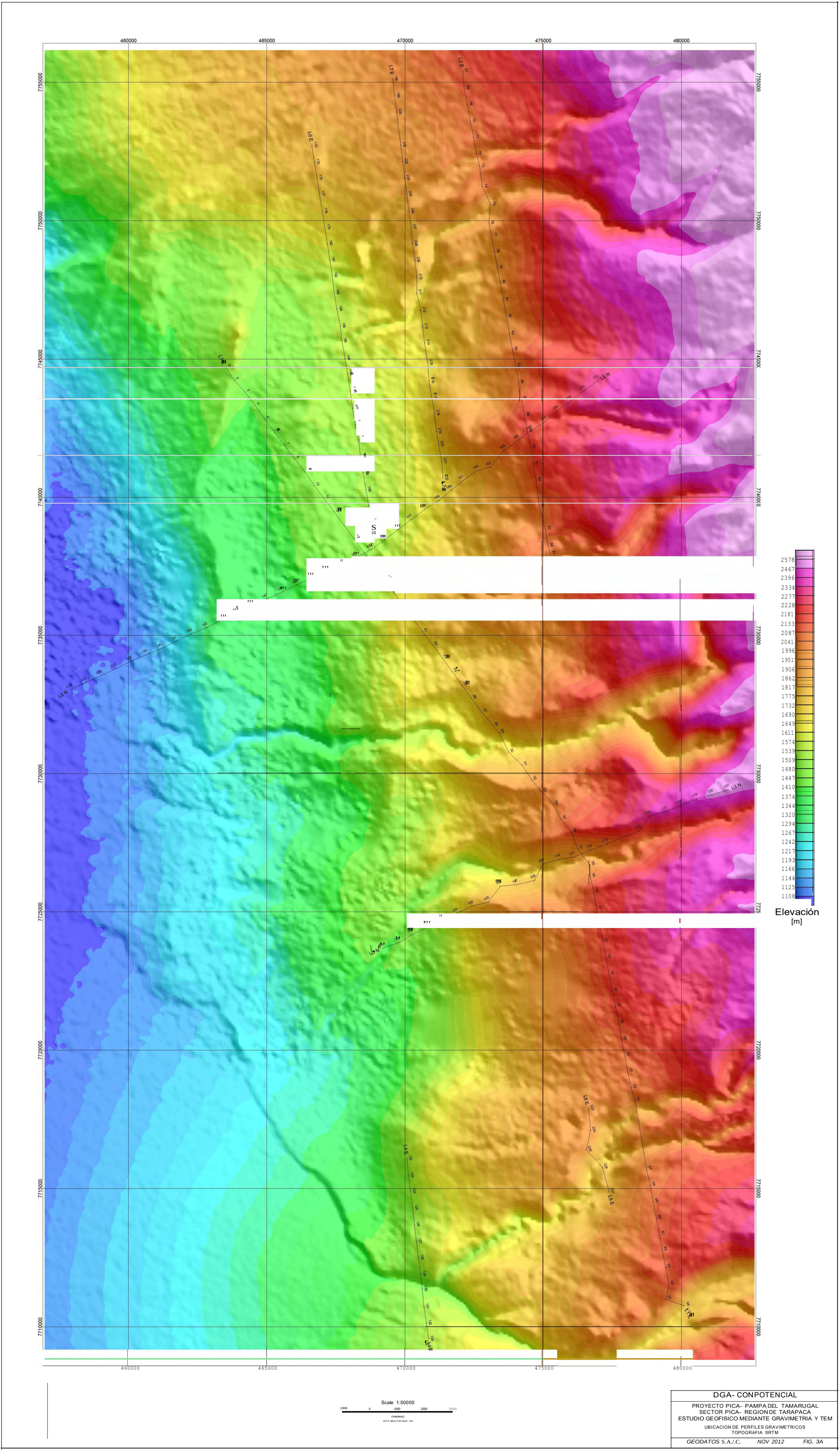


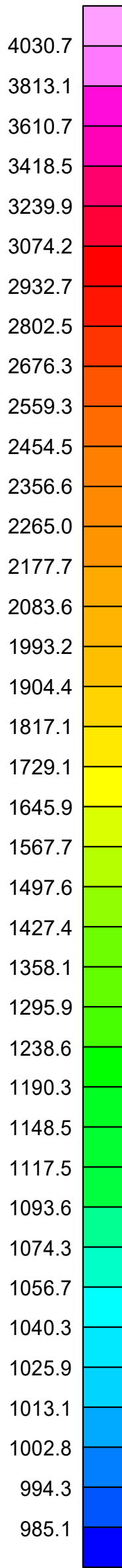
CONPOTENCIAL

PROYECTO PAMPA DEL TAMARUGAL
PICA-1 REGION DE TARAPACA
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM Y GRAVIMETRIA

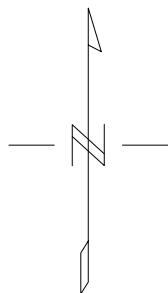
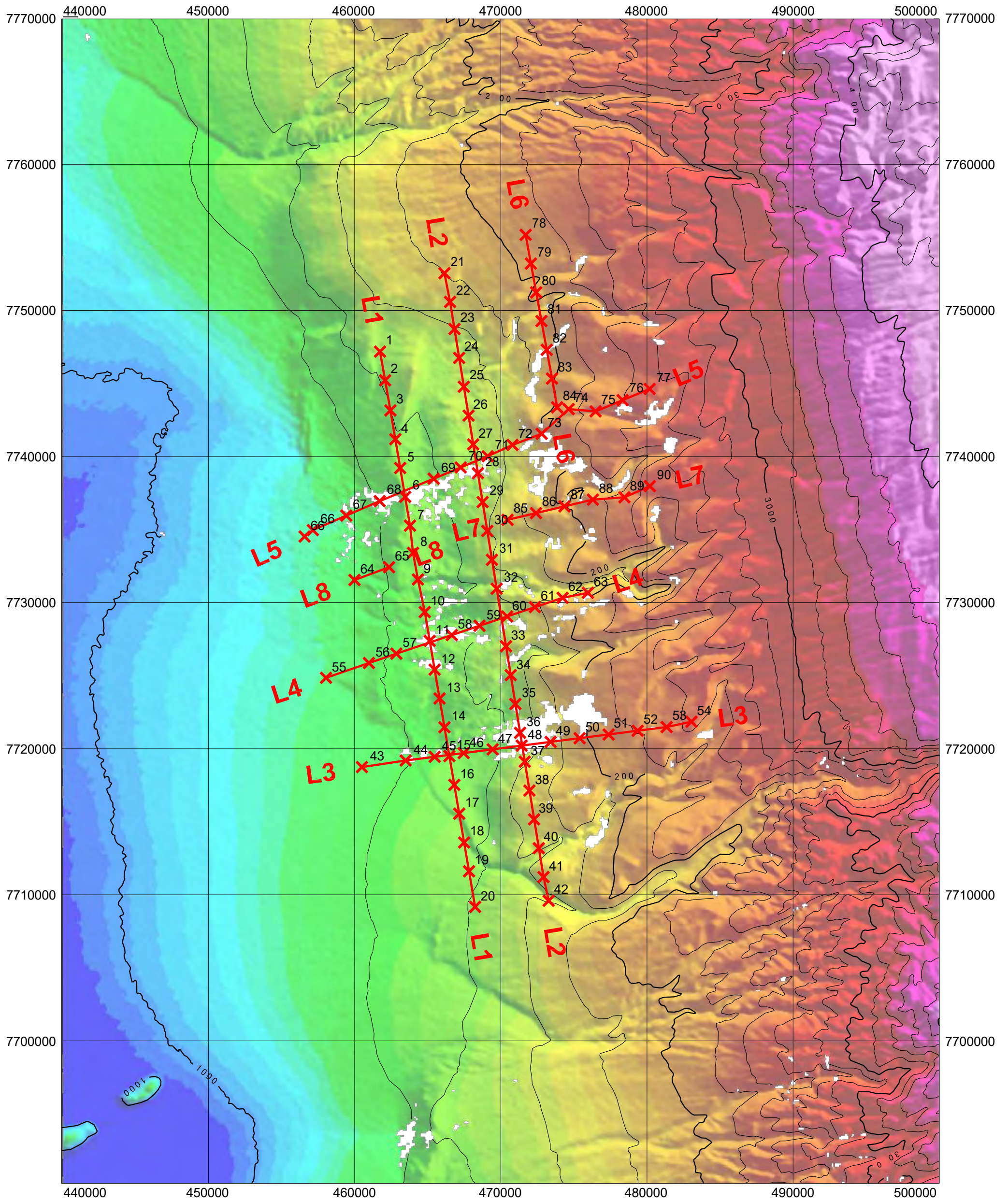
UBICACION DE PERFILES GEOFISICOS
SOBRE IMAGEN GOOGLE EARTH

GEODATOSSAIC FIG.2 NOVIEMBRE 2013





Elevación
[msnm]



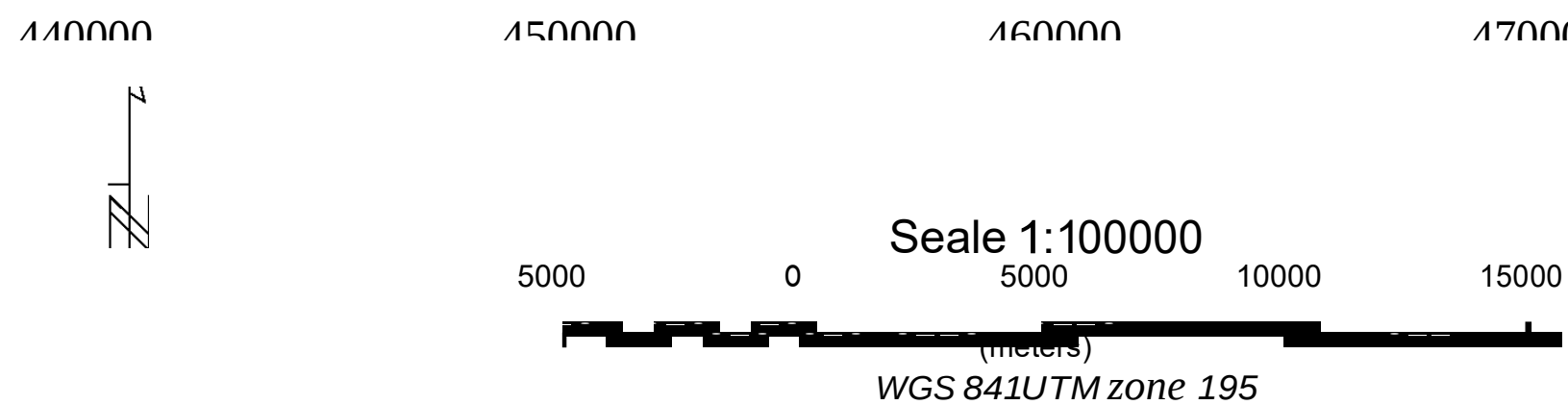
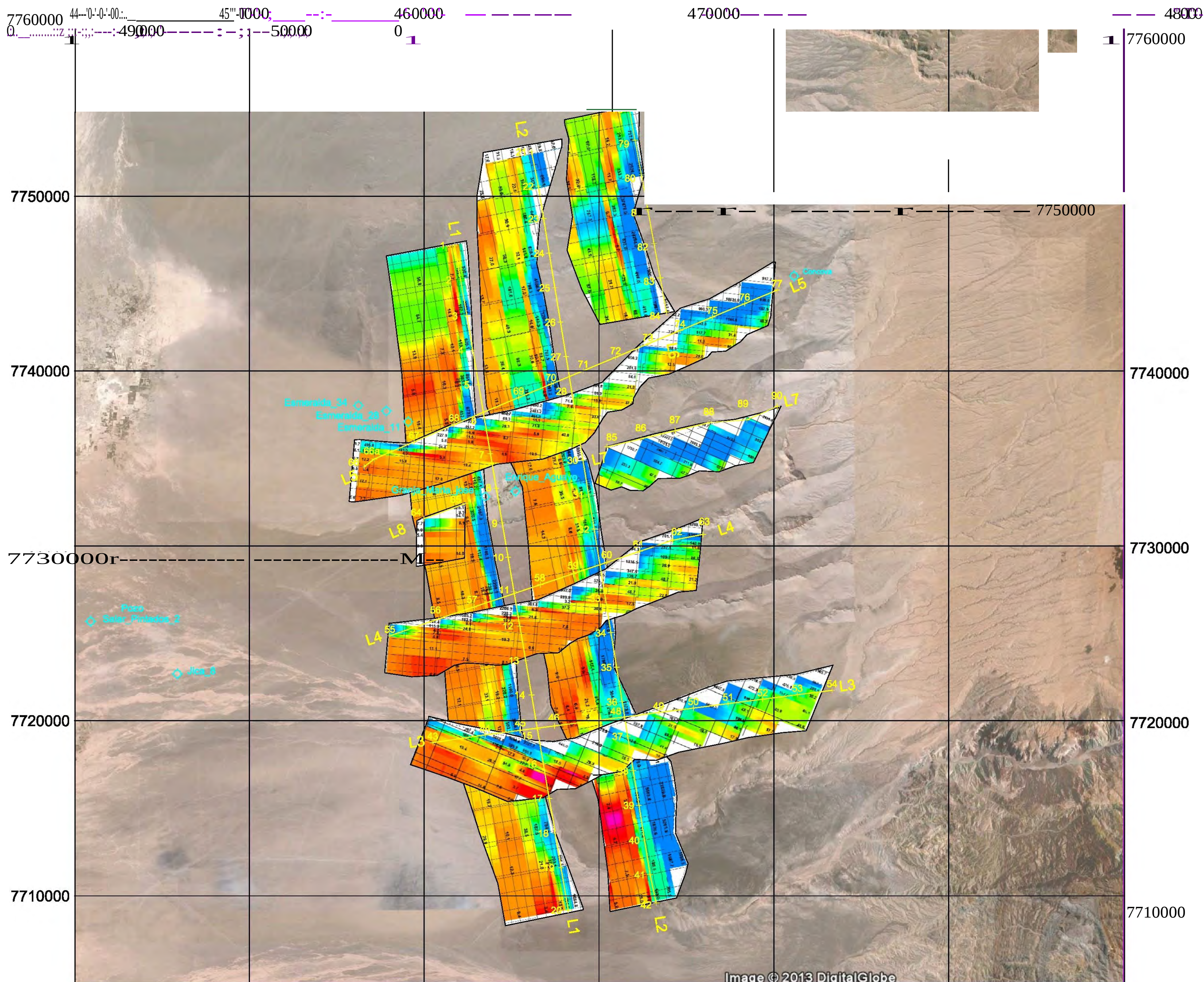
Scale 1:250000
2500 0 2500 5000 7500 10000 12500
(meters)
WGS 84 / UTM zone 19S

DGA - CONPOTENCIAL

ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM Y GRAVIMETRÍA
PROYECTO PAMPA DEL TAMARUGAL- PICA-REGION DE TARAPACÁ- CHILE

PLANTA DE UBICACION DE ESTACIONES TEM SOBRE MODELO DE ELEVACION DIGITAL IMAGEN SRTM

GEODATOS S.A.I.C. FIG. 3.b. NOVIEMBRE 2013



CONPOTENCIAL

PROYECTO PAMPA DEL TAMARUGAL
PICA- I REGION DE TARAPACA
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM Y GRAVIMETRIA

UBICACION DE PERFILES GEOFISICOS ABATIDOS SOBRE IMAGEN GOOGLE EARTH

GEODATOS SA/C FIG. 4 28_NOVIEMBRE_2013

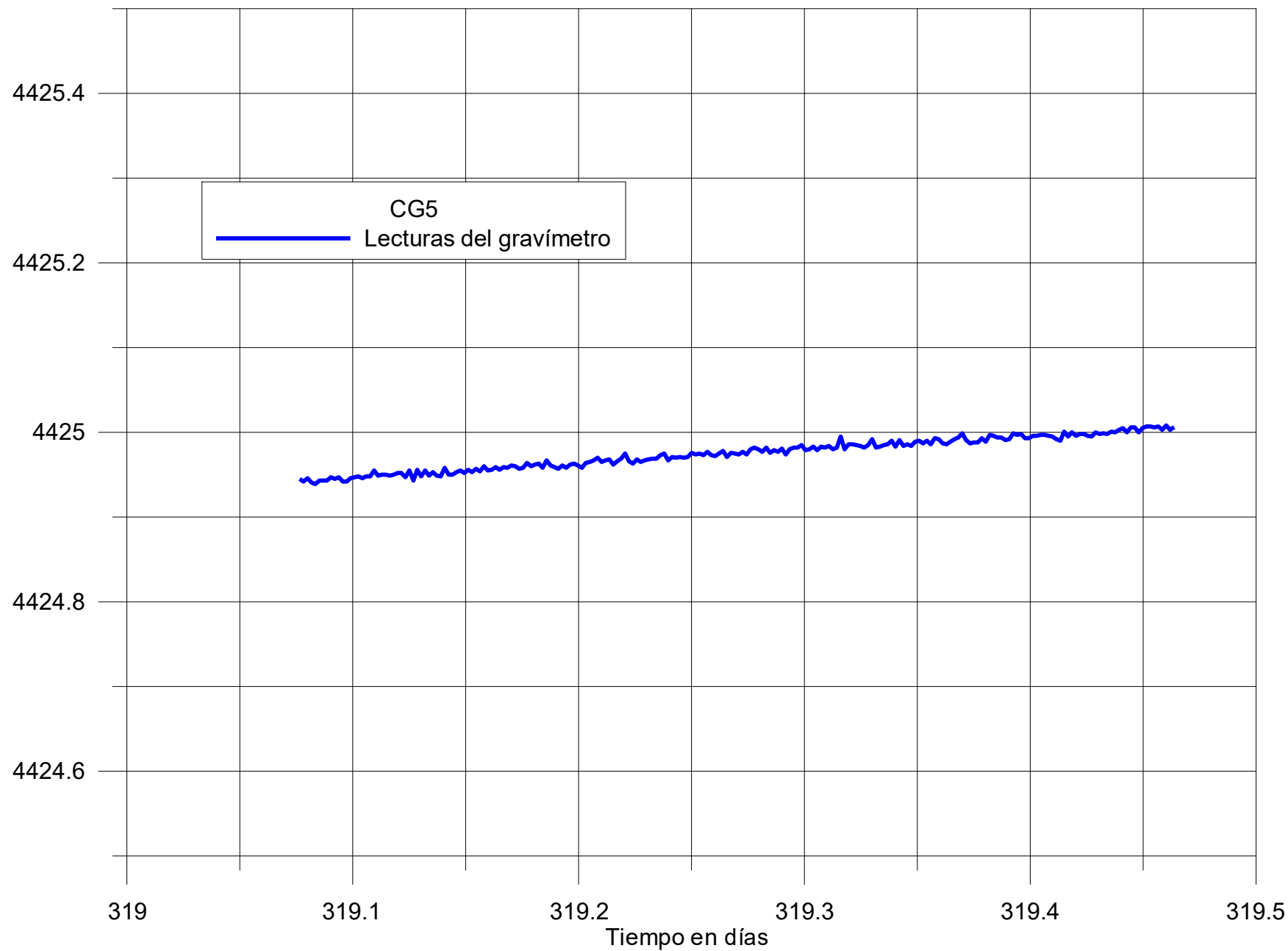


Figura 4a Gráfico de variación diurna del gravímetro

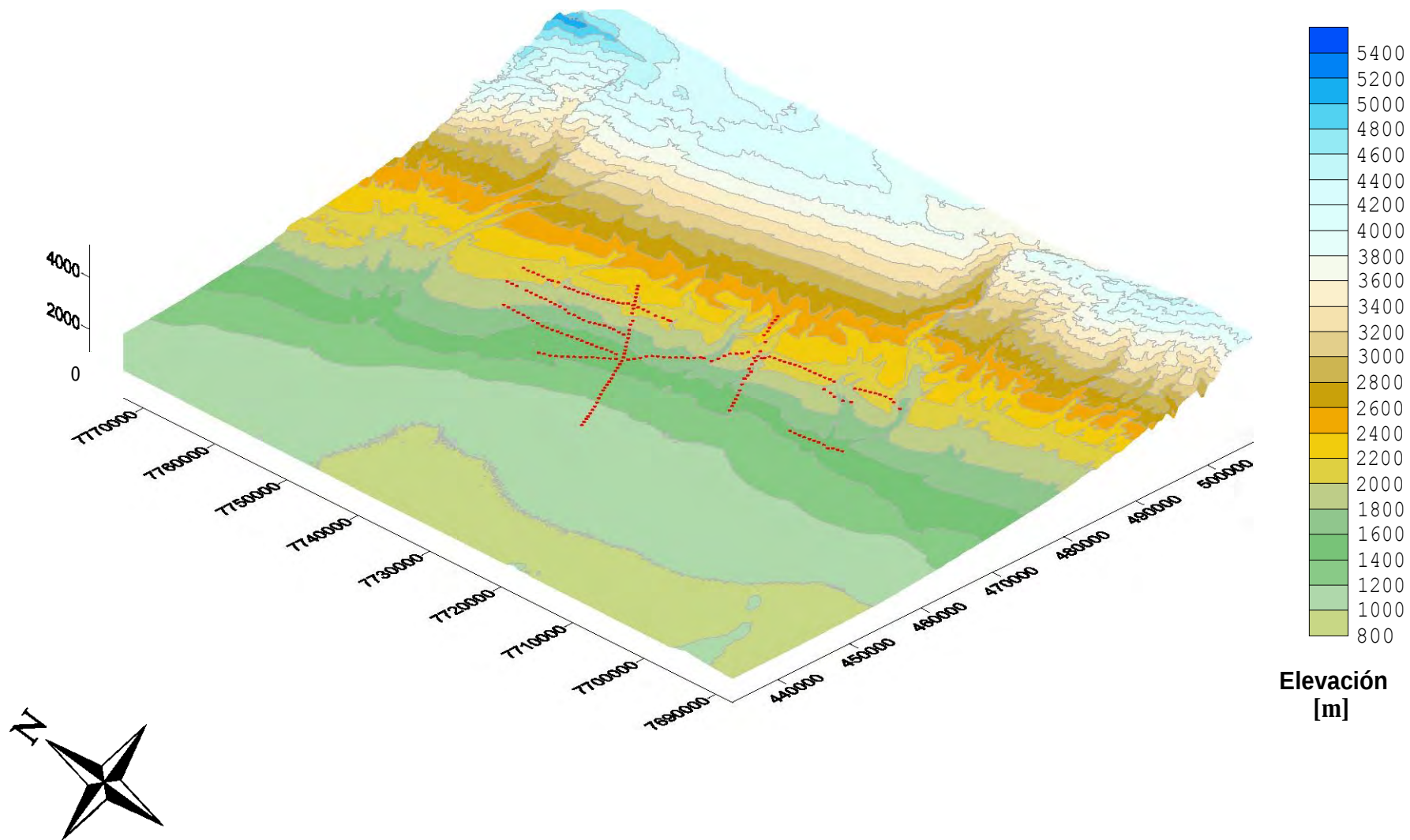
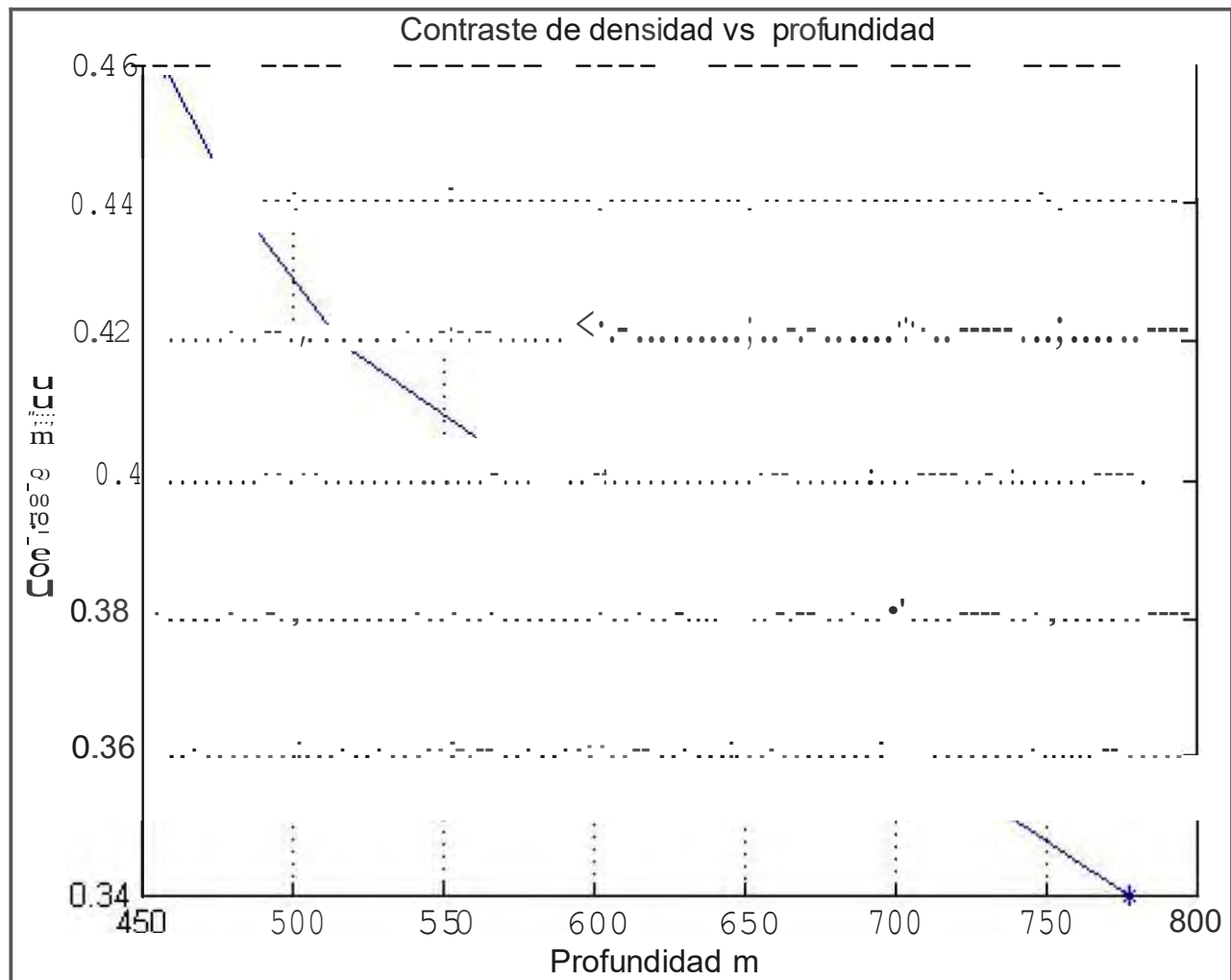
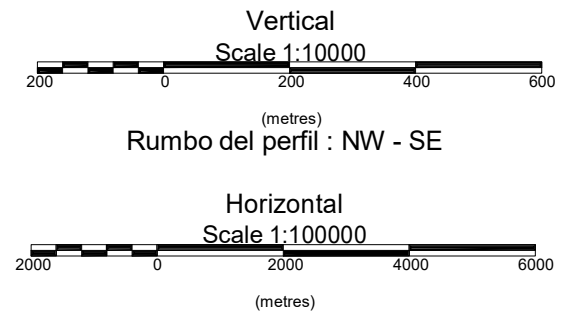
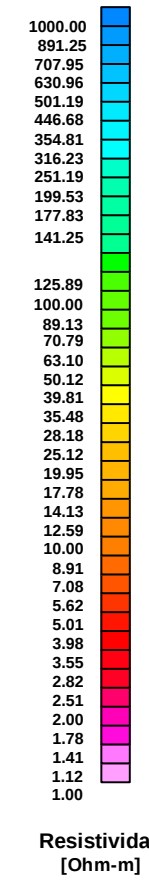
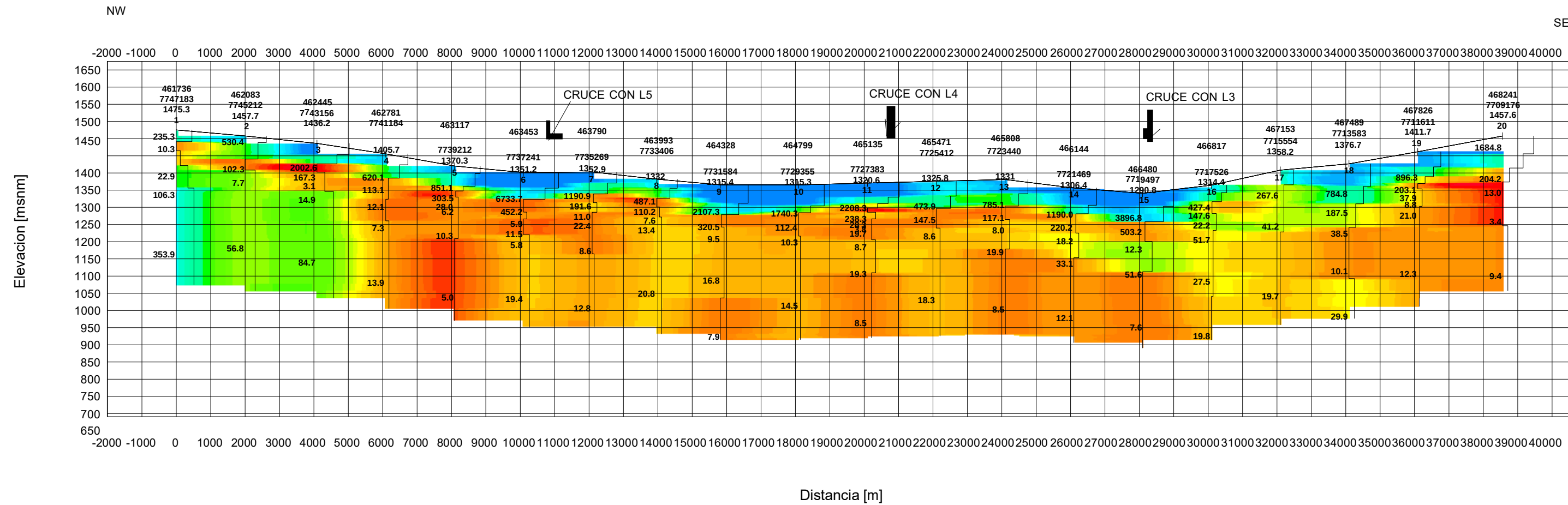


Figura 5a. Modelo digital de terreno SRTM

Figura 6.a. Función variación entre el contraste de densidad considerado [gr/cc] y profundidad interfaz relleno- basamento [metros], Perfil Gravimétrico L4





DGA - CONPOTENCIAL

PROYECTO PICA - PAMPA DEL TAMARUGAL

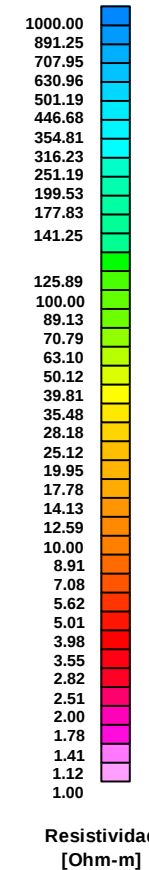
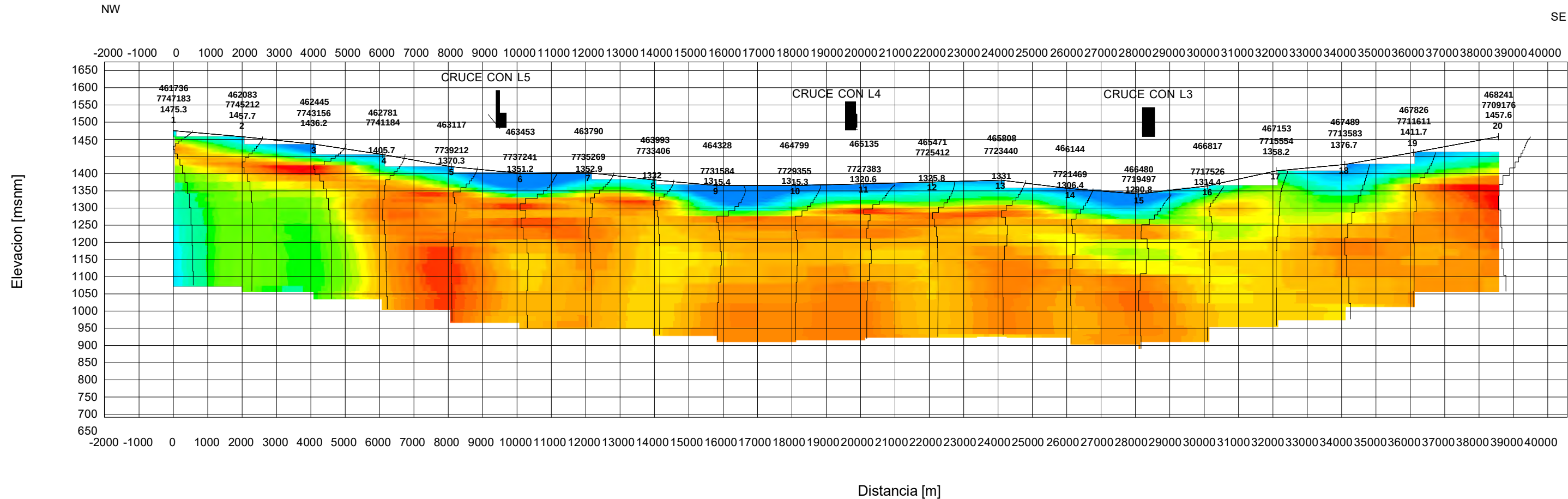
SECTOR PICA - REGION DE TARAPACA

ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE GRAVIMETRIA Y TEM

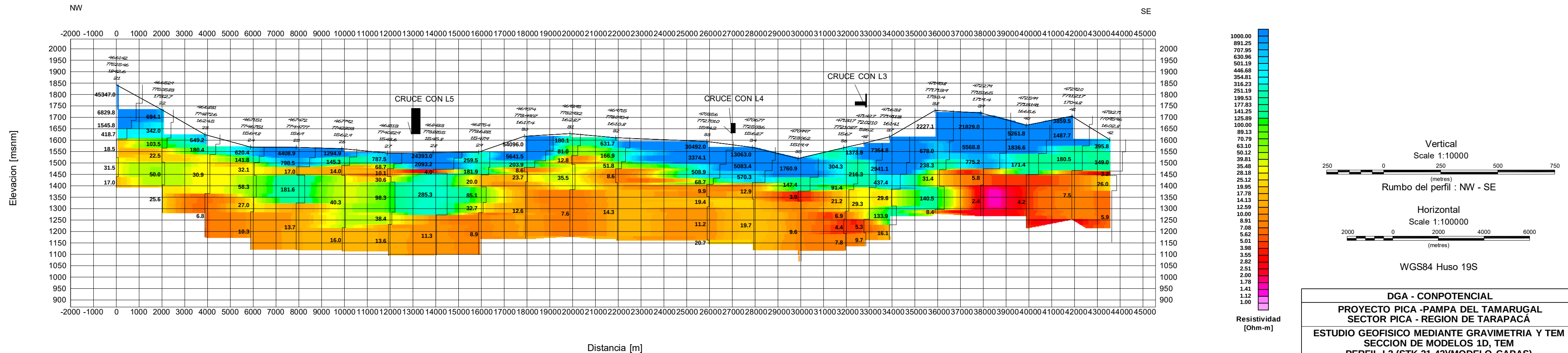
SECCION DE MODELOS 1D, TEM

PERFIL L1 (STK 1-20)(MODELO CAPAS)

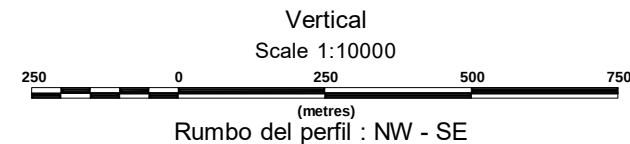
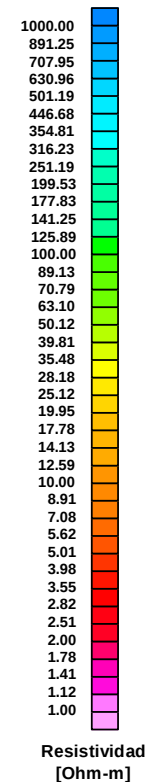
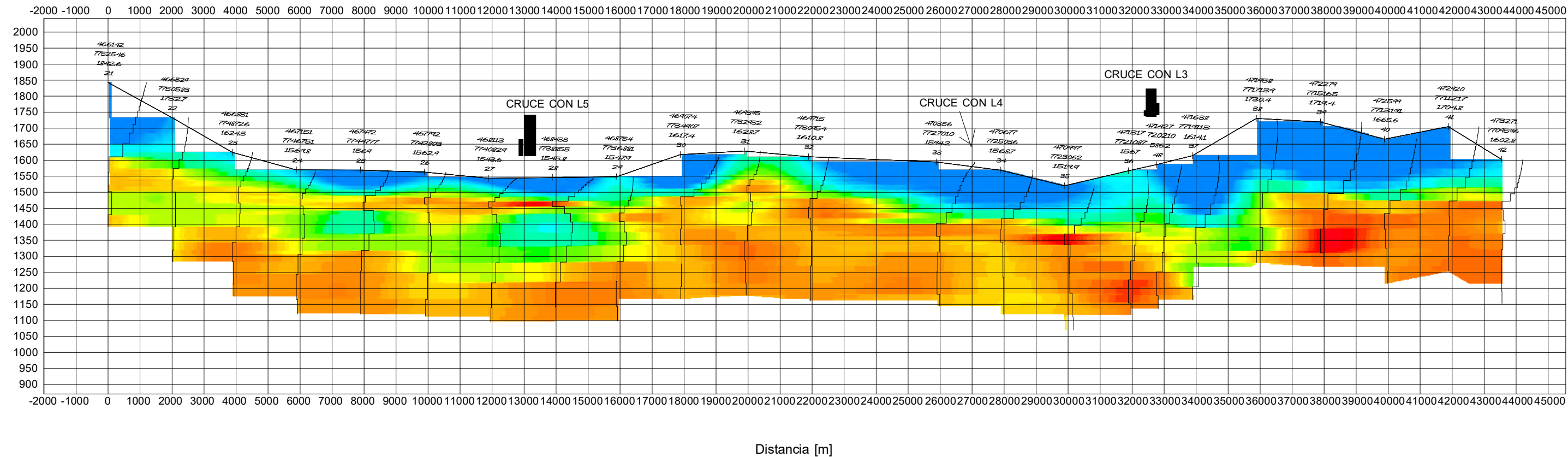
NOVIEMBRE 2013 GEODATOS SAIC FIG. L1



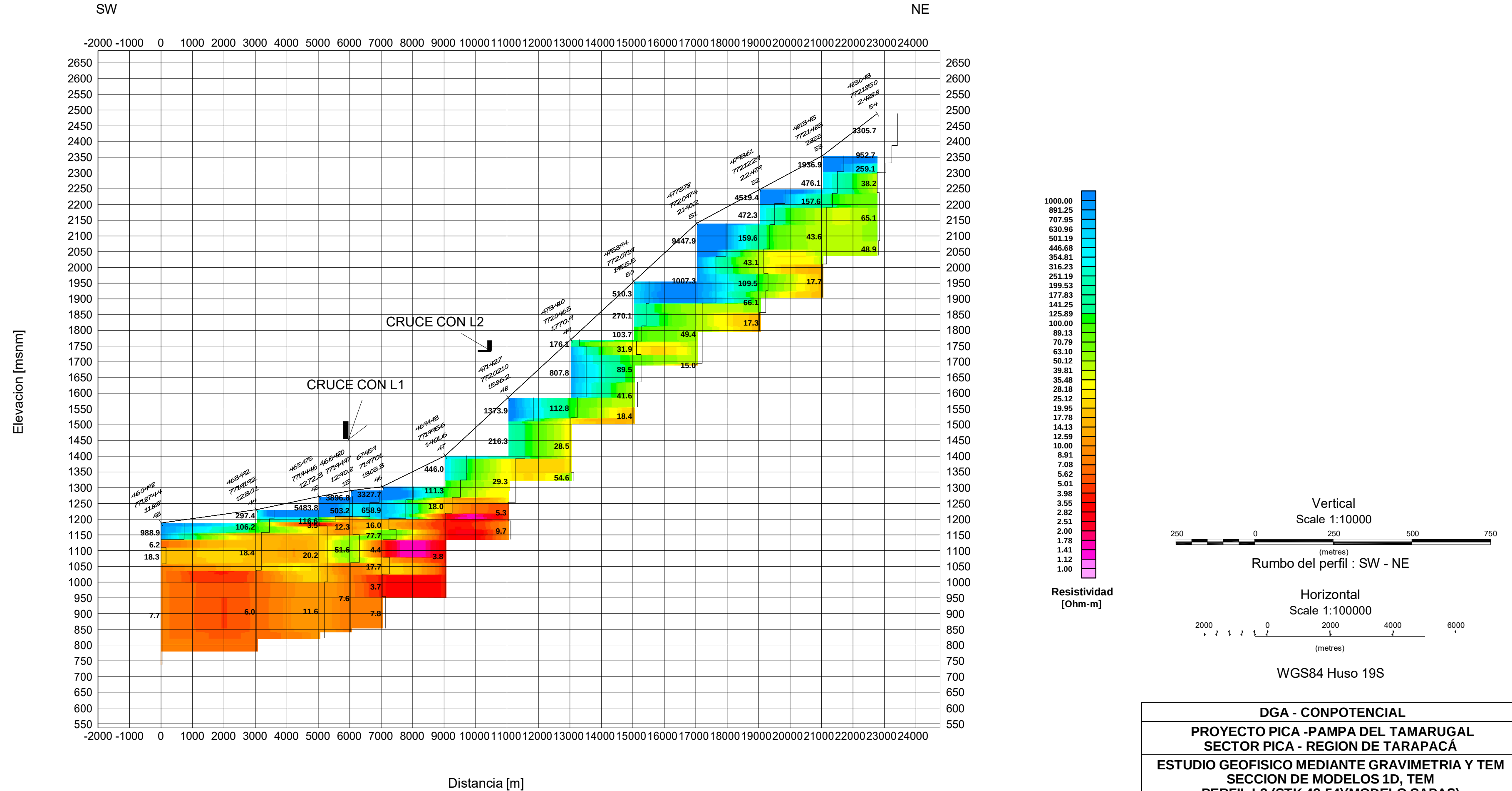
NOVIEMBRE 2013 GEODATOS SAIC FIG. L1s

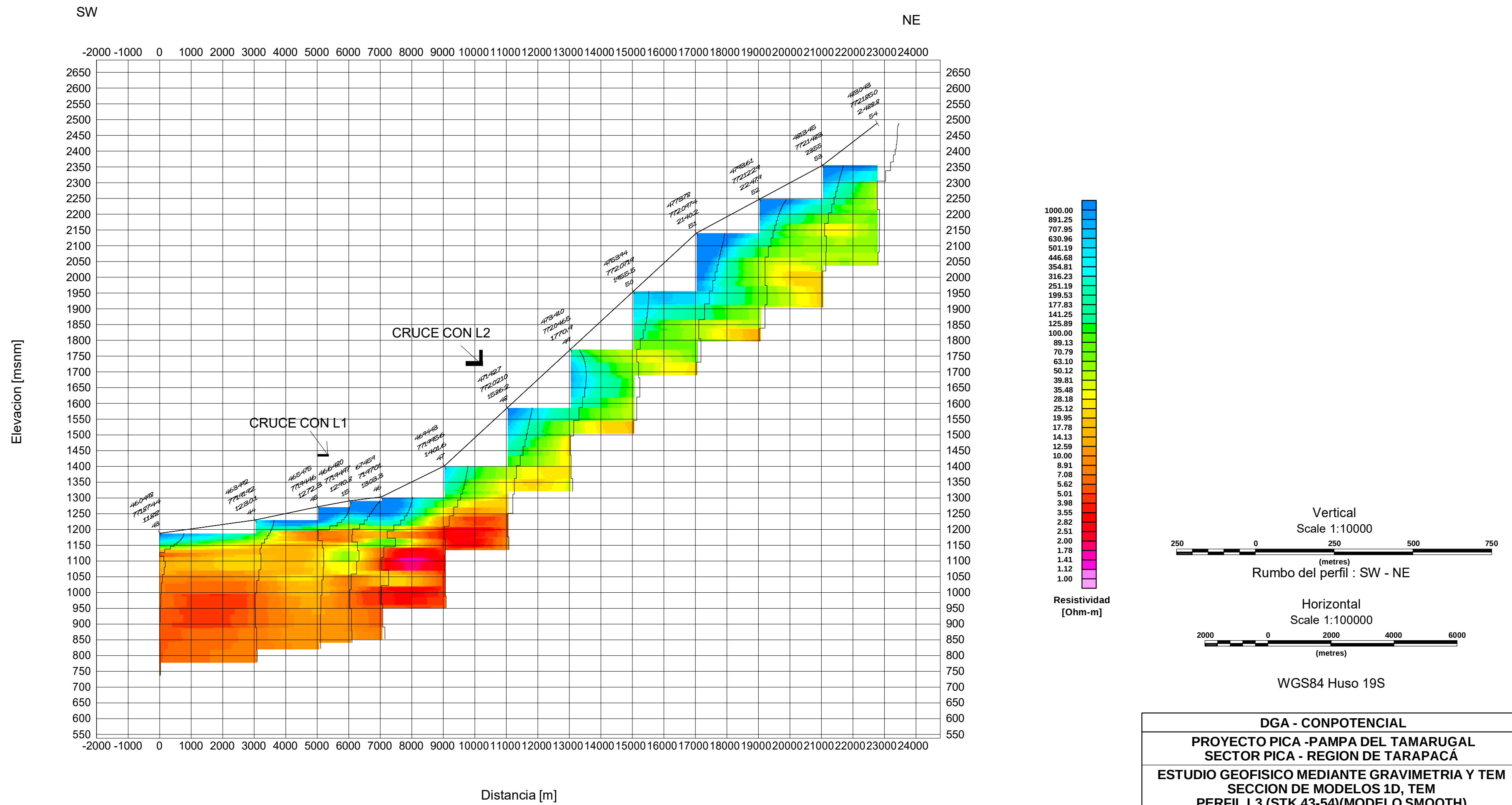


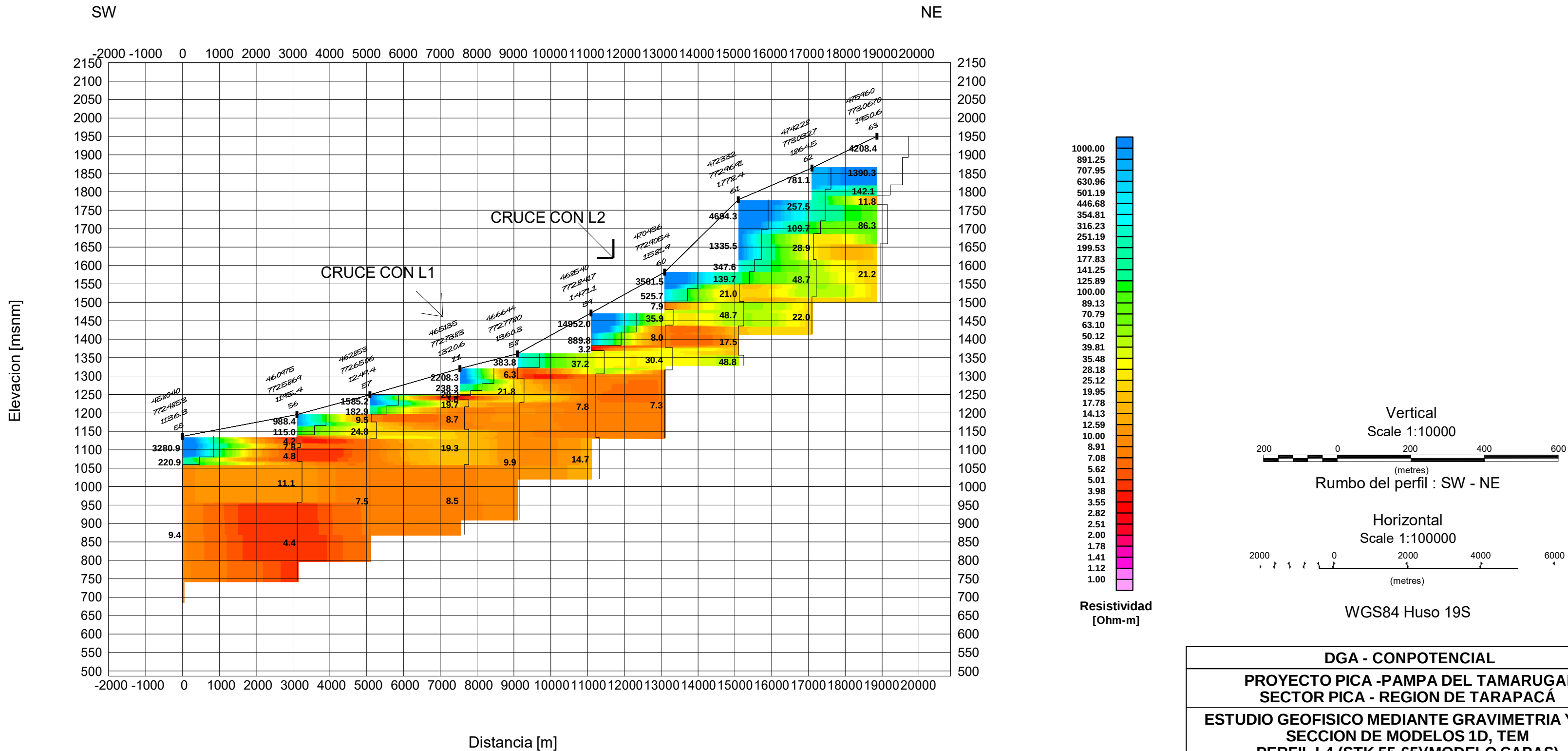
NW
SE
Elevation [msnm]



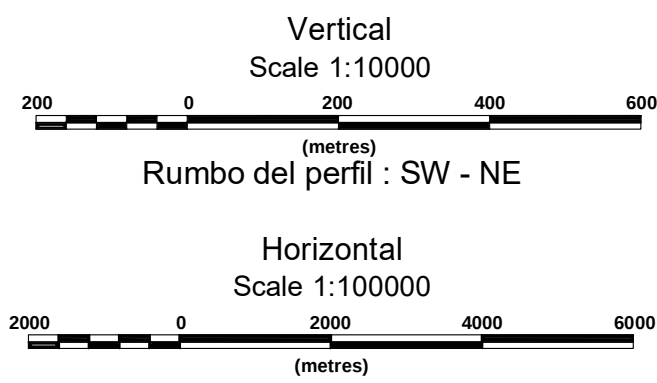
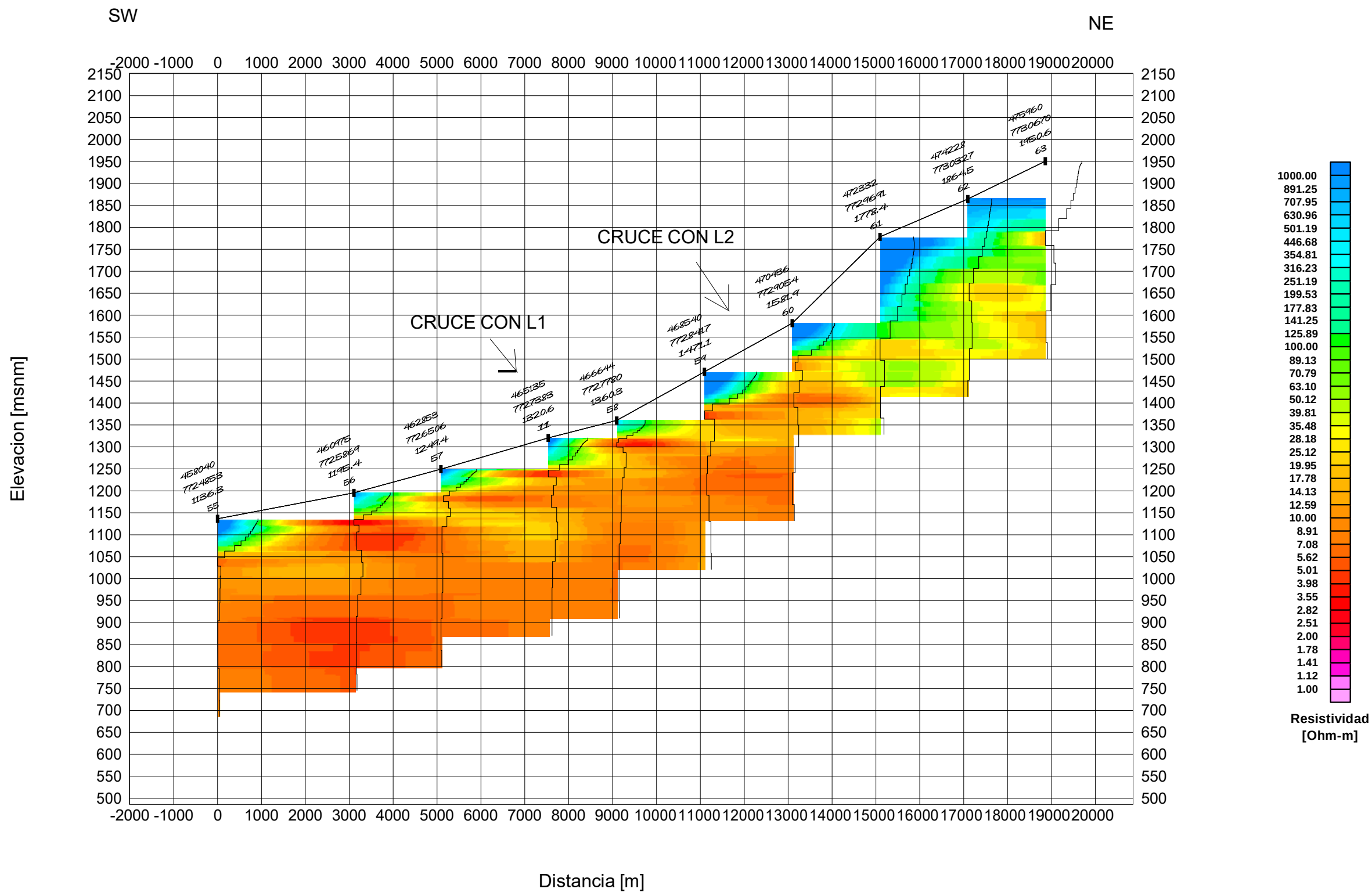
DGA - CONPOTENCIAL
PROYECTO PICA - PAMPA DEL TAMARUGAL SECTOR PICA - REGION DE TARAPACA
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE GRAVIMETRIA Y TEM SECCION DE MODELOS 1D, TEM PERFIL L2 (STK 21-42)(MODELO SMOOTH)
NOVIEMBRE 2013 GEODATOS SAIC FIG. L2s



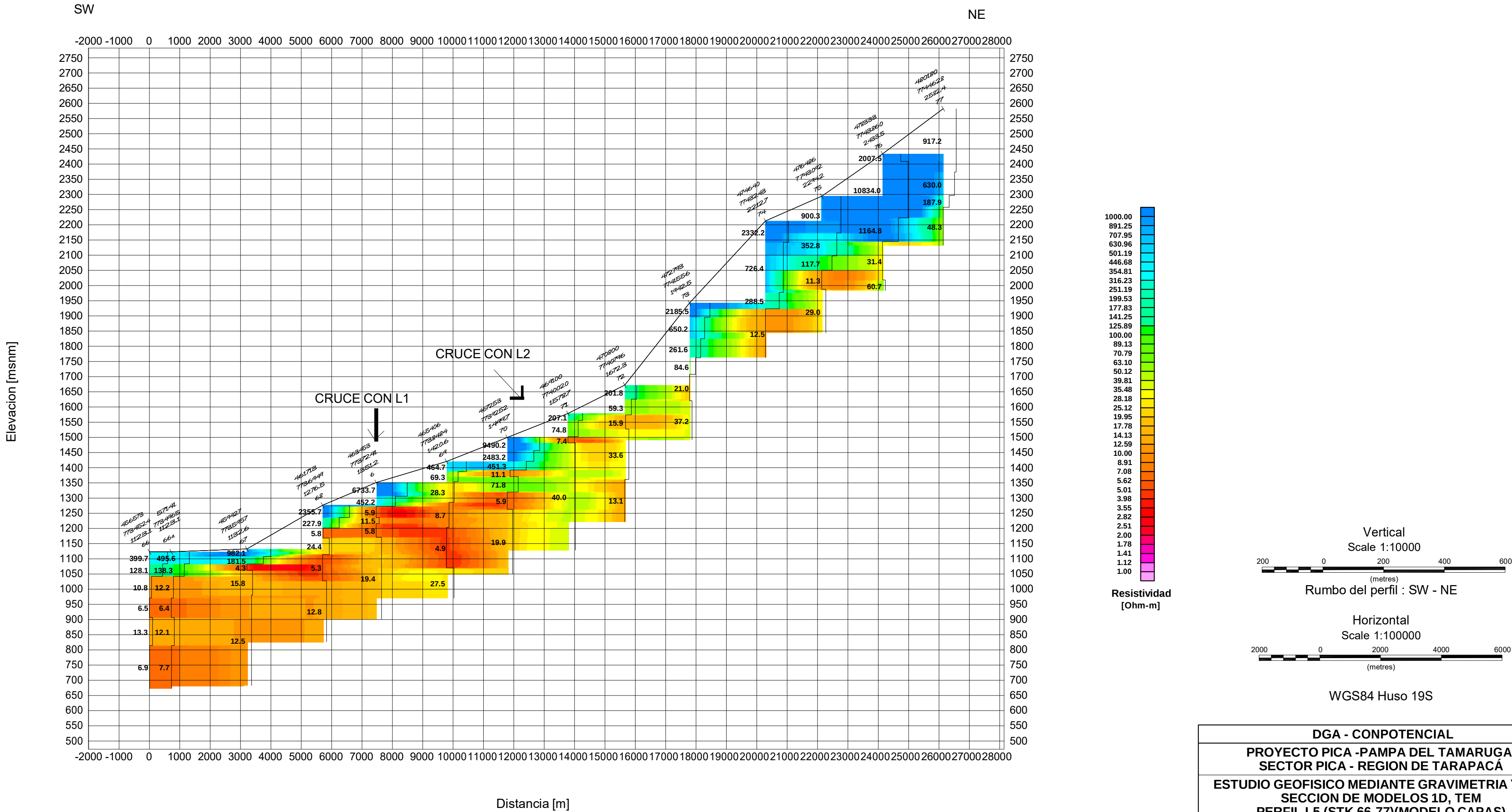


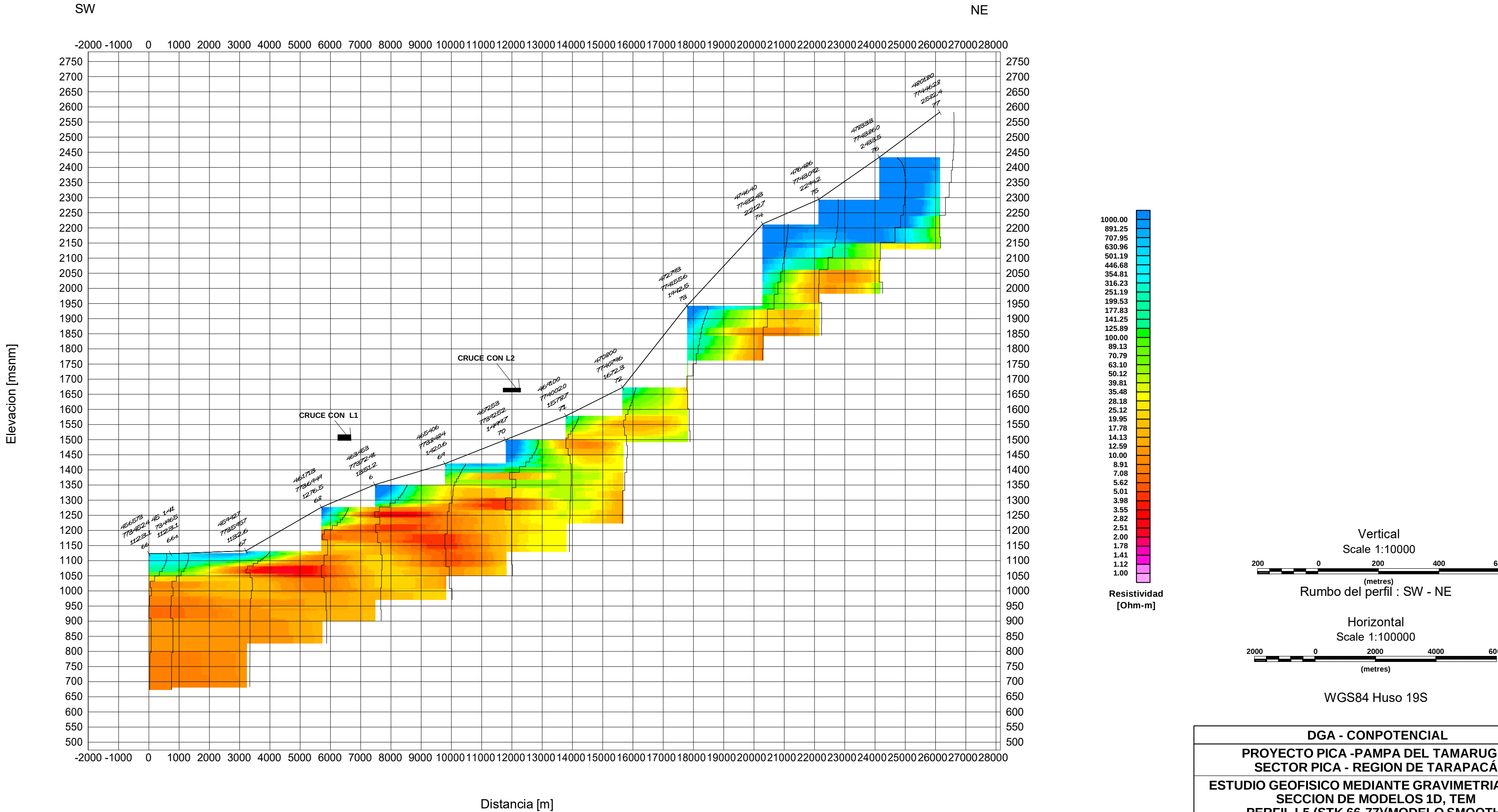


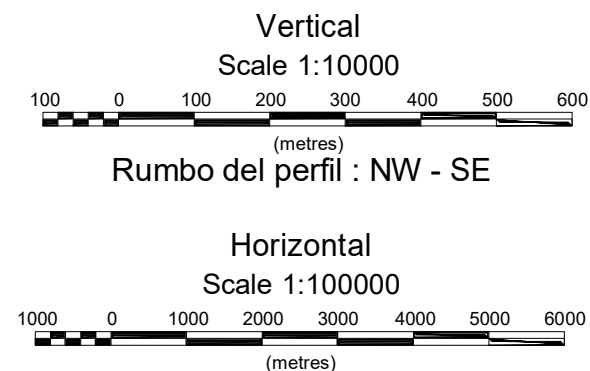
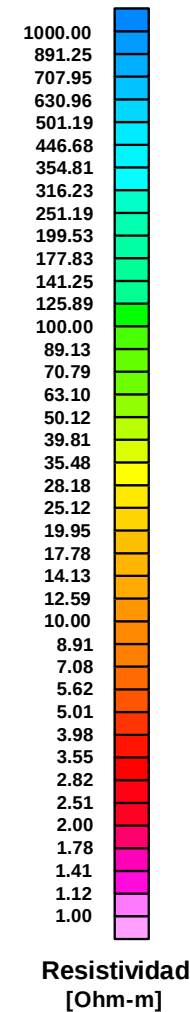
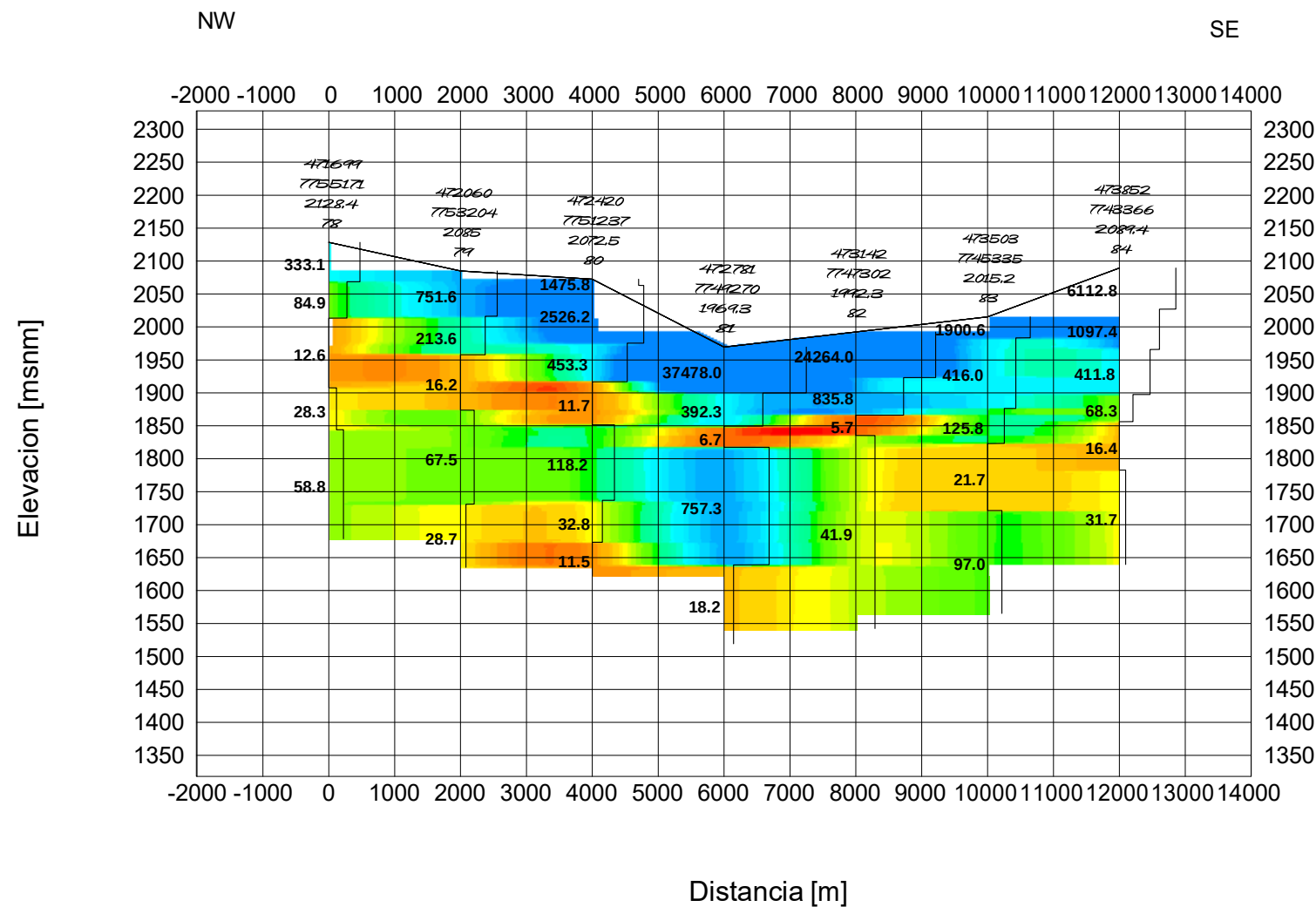
DGA - CONPOTENCIAL
PROYECTO PICA -PAMPA DEL TAMARUGAL SECTOR PICA - REGION DE TARAPACÁ
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE GRAVIMETRIA Y TEM SECCION DE MODELOS 1D, TEM PERFIL L4 (STK 55-65)(MODELO CAPAS)
NOVIEMBRE 2013 GEODATOS SAIC FIG. L4



DGA - CONPOTENCIAL
PROYECTO PICA -PAMPA DEL TAMARUGAL SECTOR PICA - REGION DE TARAPACÁ
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE GRAVIMETRIA Y TEM SECCION DE MODELOS 1D, TEM PERFIL L4 (STK 55-65)(MODELO SMOOTH)
NOVIEMBRE 2013 GEODATOS SAIC FIG. L4s





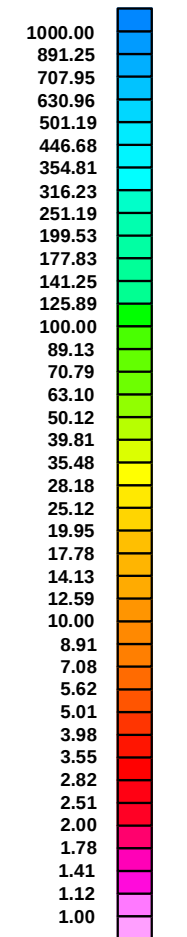
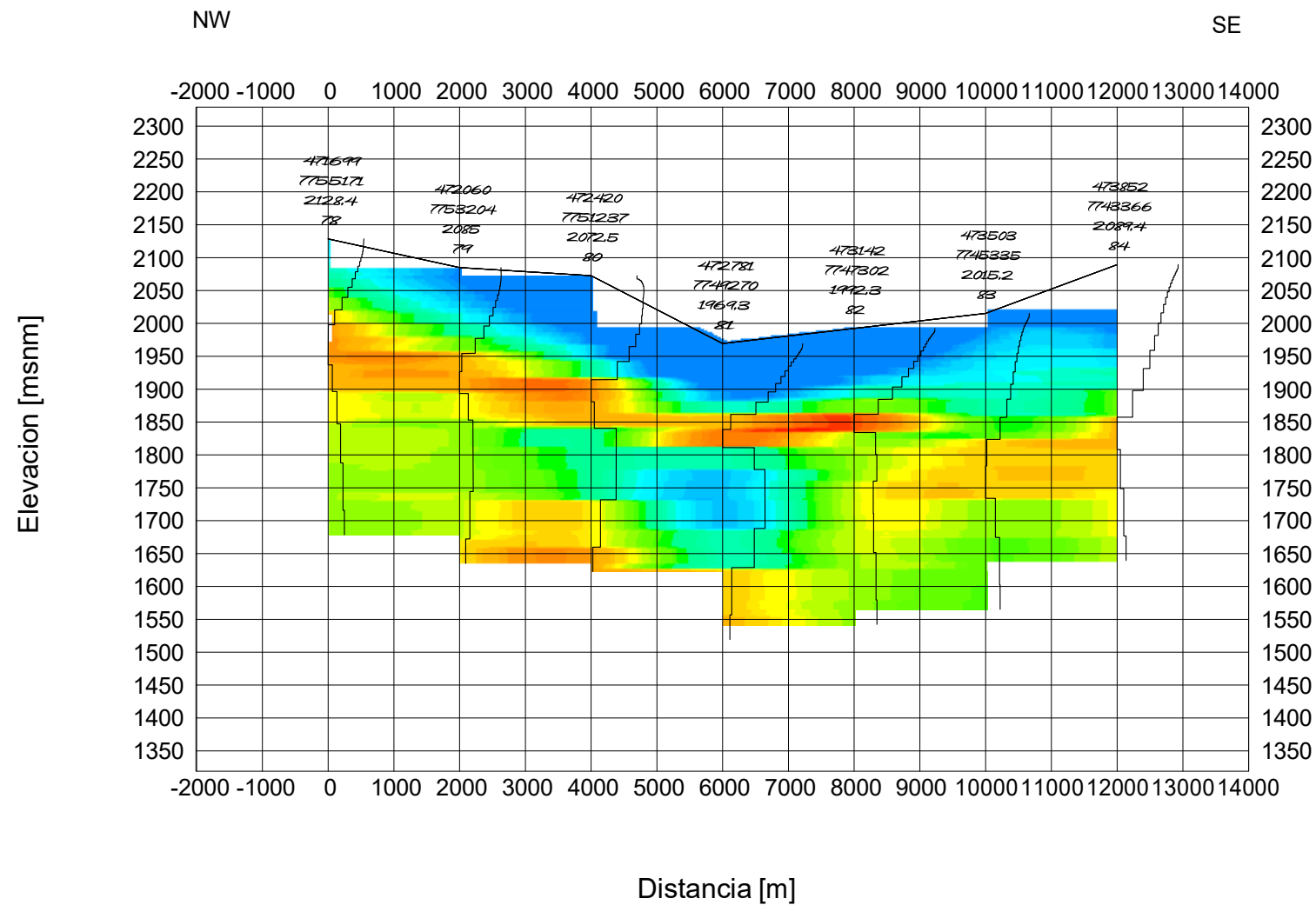


DGA - CONPOTENCIAL

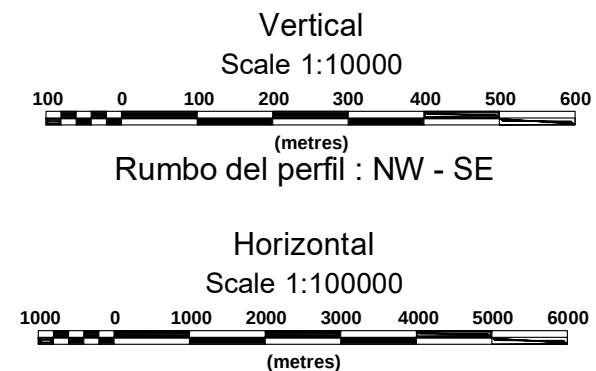
PROYECTO PICA -PAMPA DEL TAMARUGAL
SECTOR PICA - REGION DE TARAPACÁ

ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE GRAVIMETRIA Y TEM
SECCION DE MODELOS 1D, TEM
PERFIL L6 (STK 78-84)(MODELO CAPAS)

NOVIEMBRE 2013 GEODATOS SAIC FIG. L6



Resistividad
[Ohm-m]

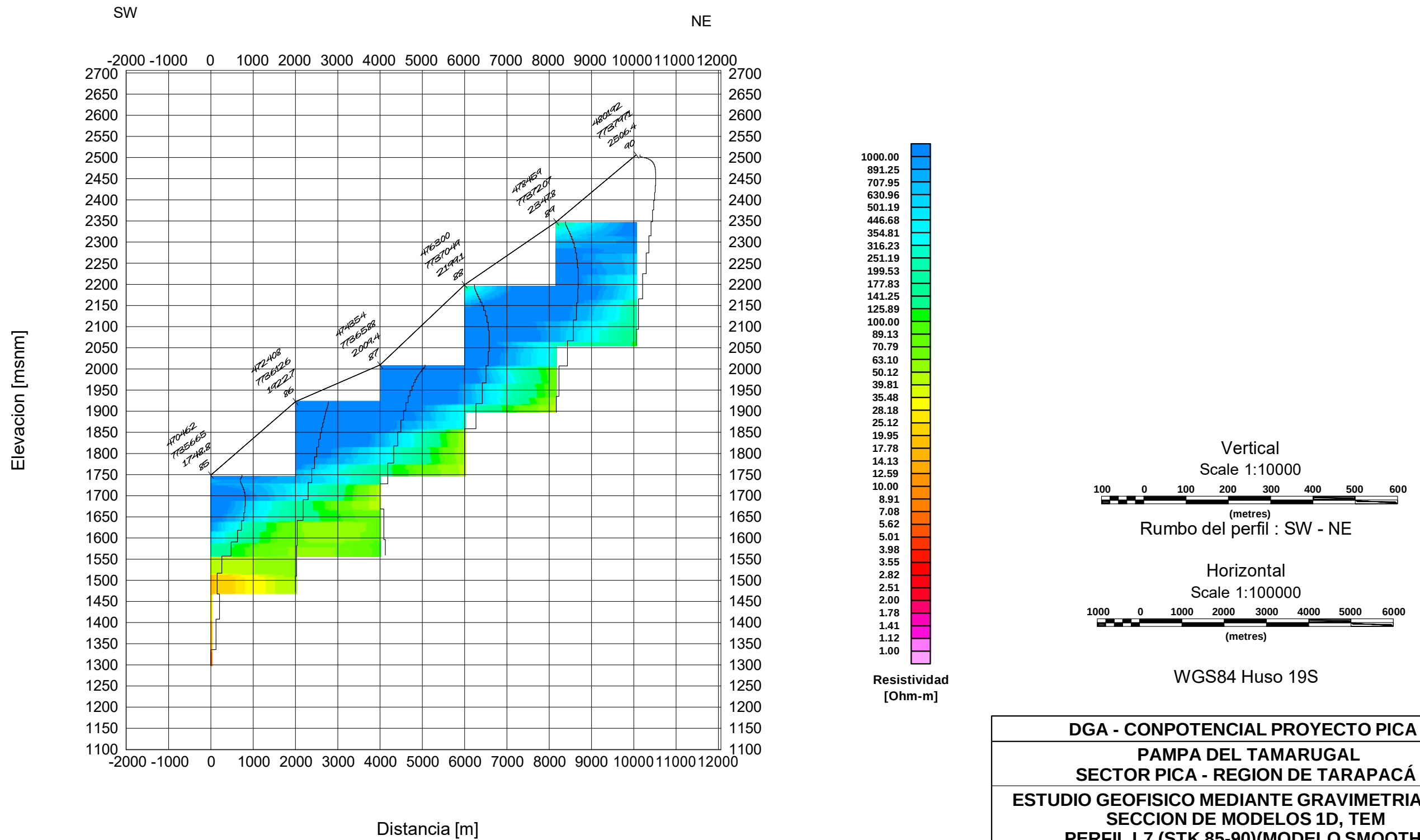


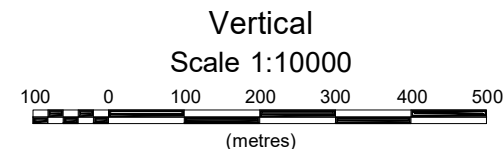
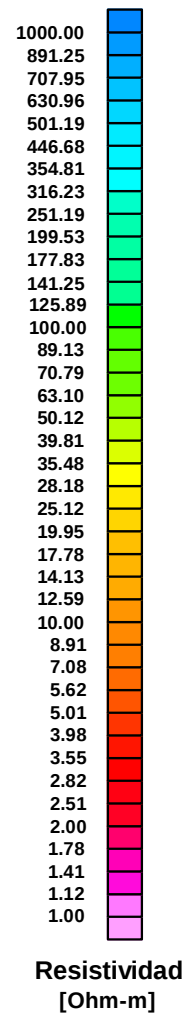
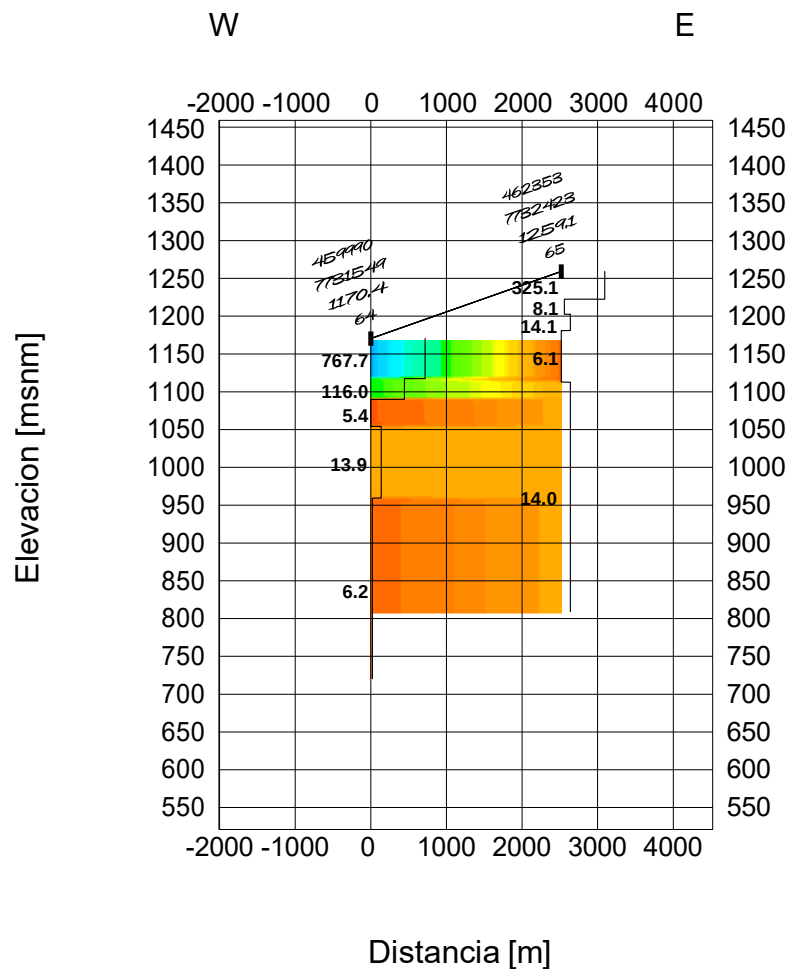
DGA - CONPOTENCIAL

PROYECTO PICA -PAMPA DEL TAMARUGAL
SECTOR PICA - REGION DE TARAPACÁ

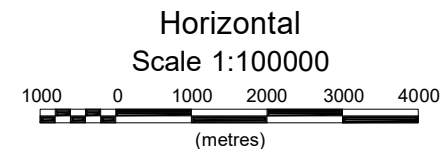
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE GRAVIMETRIA Y TEM
SECCION DE MODELOS 1D, TEM
PERFIL L6 (STK 78-84)(MODELO SMOOTH)

NOVIEMBRE 2013 GEODATOS SAIC FIG. L6s





Rumbo del perfil : W - E



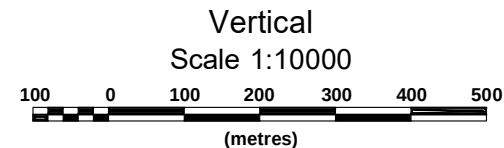
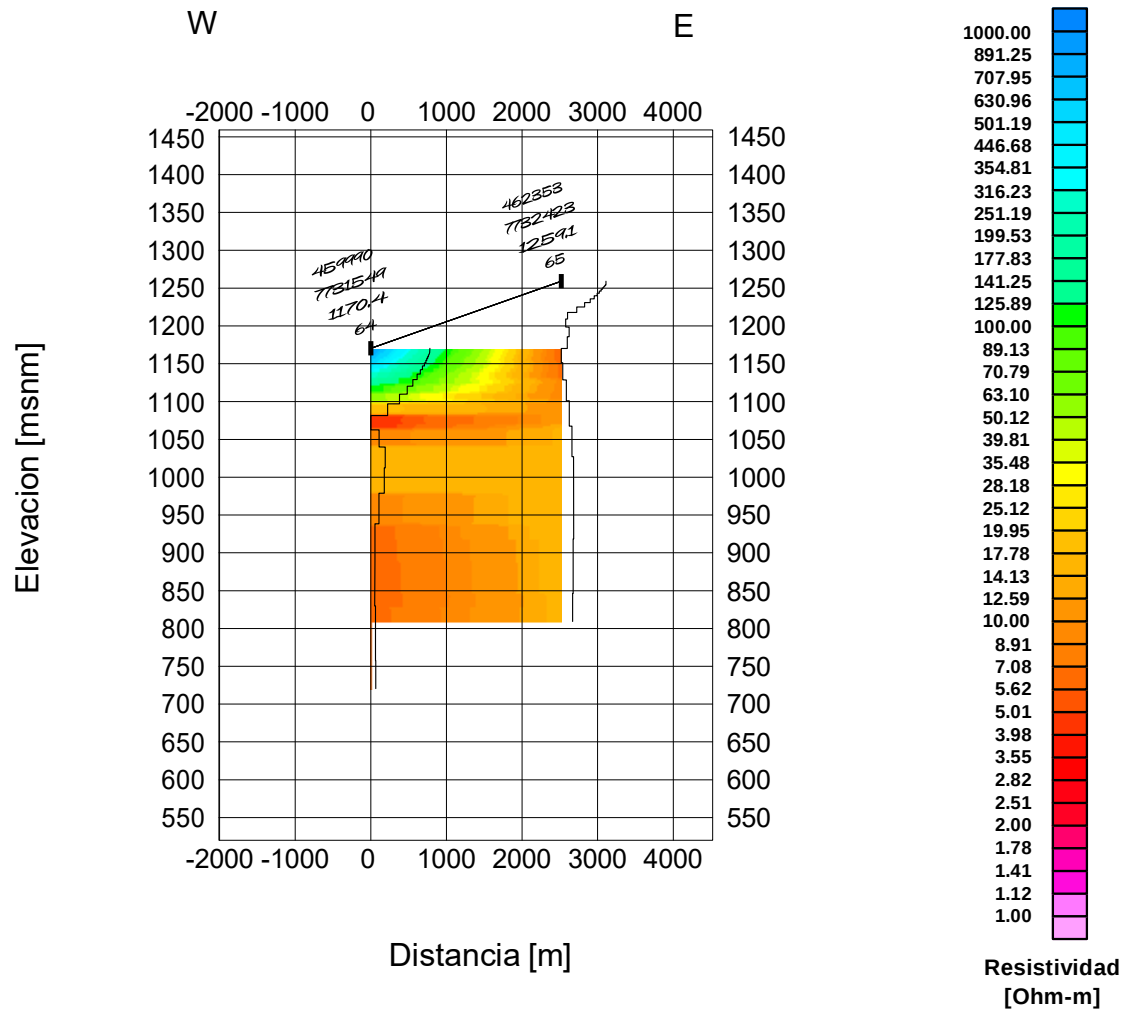
WGS84 Huso 19S

DGA - CONPOTENCIAL

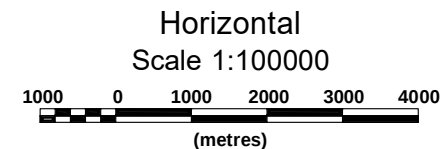
PROYECTO PICA -PAMPA DEL TAMARUGAL
SECTOR PICA - REGION DE TARAPACÁ

ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE GRAVIMETRIA Y TEM
SECCION DE MODELOS 1D, TEM
PERFIL L8 (STK 64-65)(MODELO CAPAS)

NOVIEMBRE 2013 GEODATOS SAIC FIG. L8



Rumbo del perfil : W - E



WGS84 Huso 19S

DGA - CONPOTENCIAL PROYECTO PICA -

**PAMPA DEL TAMARUGAL
SECTOR PICA - REGION DE TARAPACÁ**

**ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE GRAVIMETRIA Y TEM
SECCION DE MODELOS 1D, TEM
PERFIL L8 (STK 64-65)(MODELO SMOOTH)**

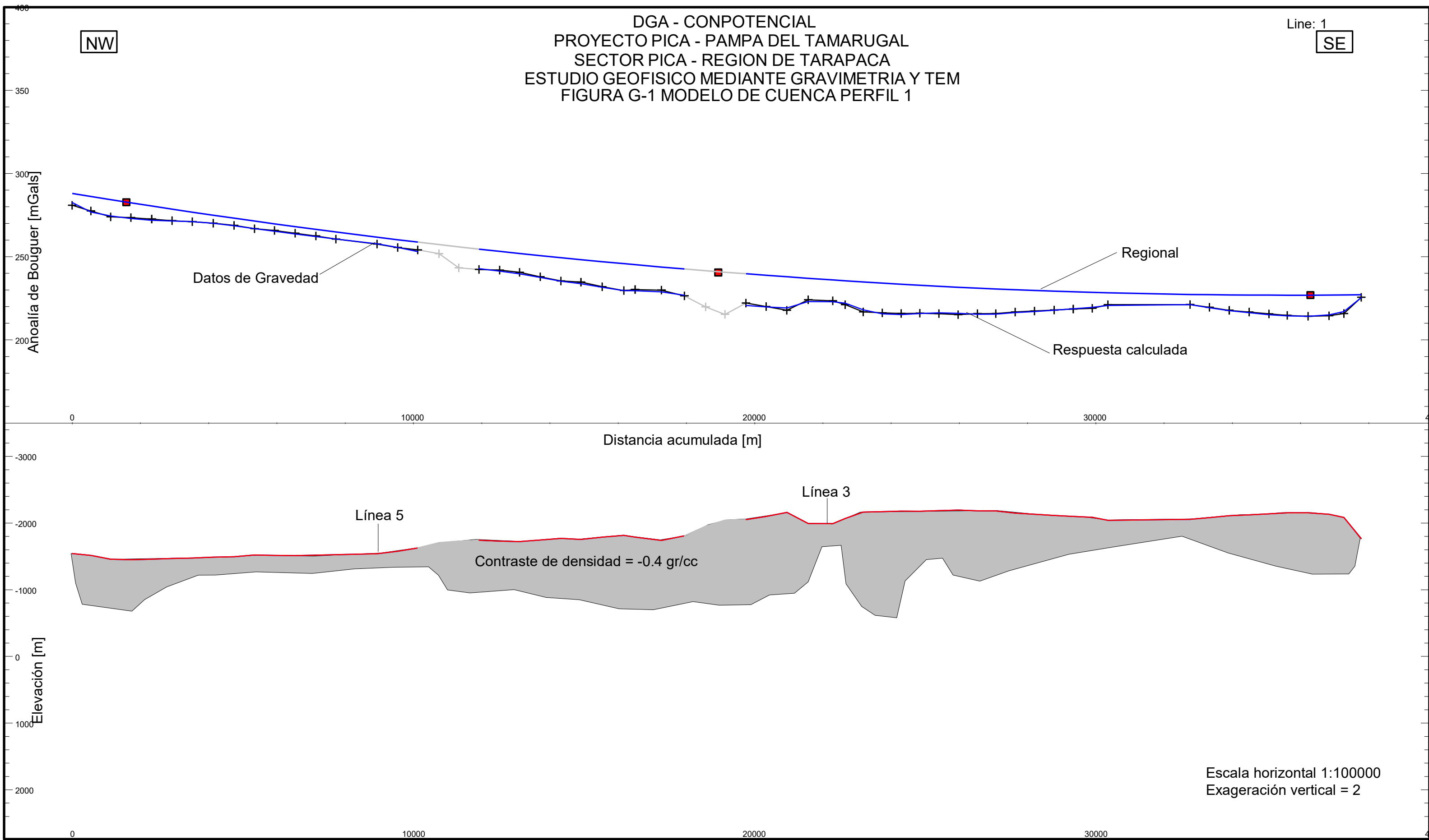
NOVIEMBRE 2013 GEODATOS SAIC FIG. L8s

DGA - CONPOTENCIAL
PROYECTO PICA - PAMPA DEL TAMARUGAL
SECTOR PICA - REGION DE TARAPACA
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE GRAVIMETRIA Y TEM
FIGURA G-1 MODELO DE CUENCA PERFIL 1

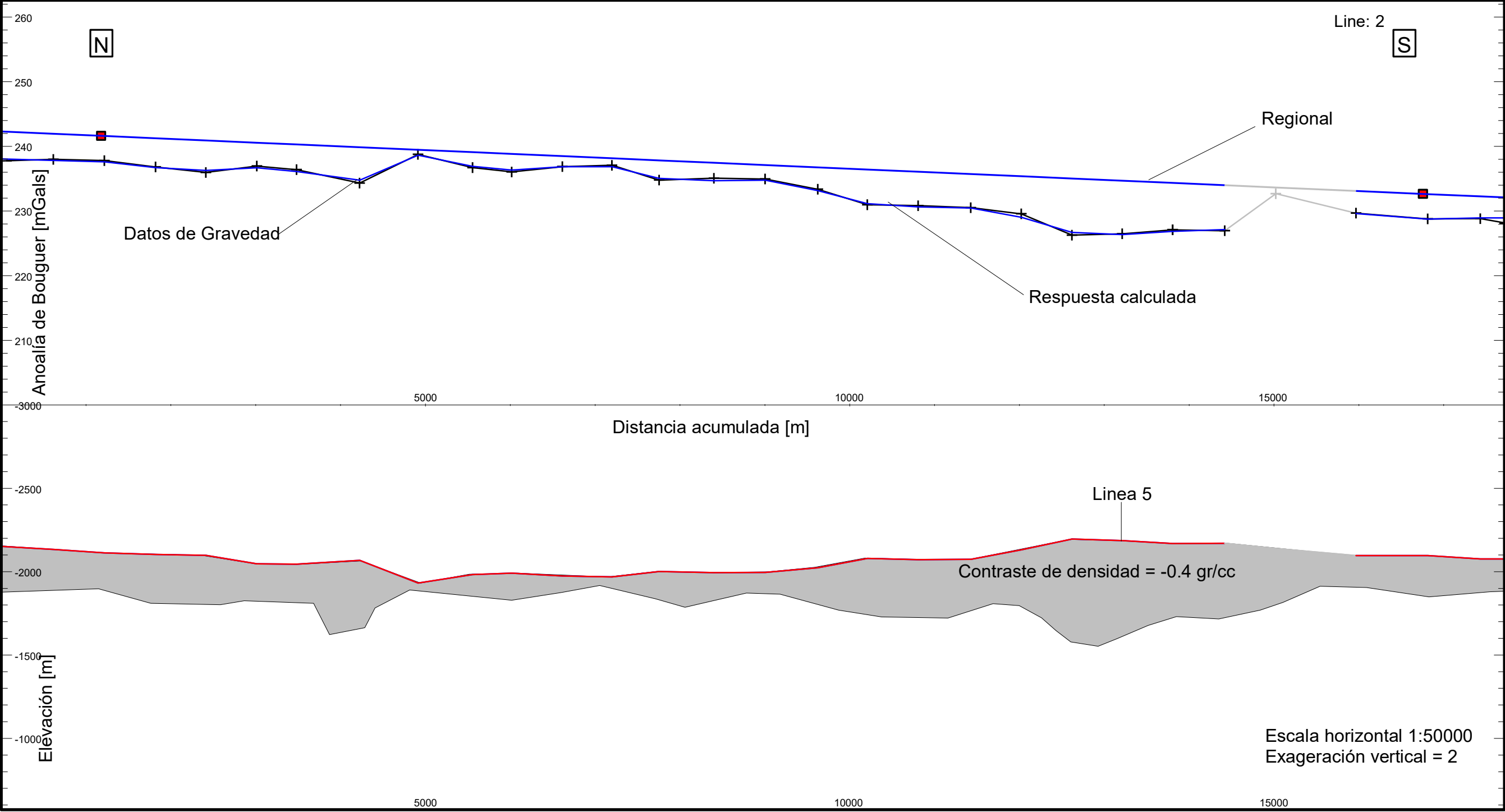
Line: 1

SE

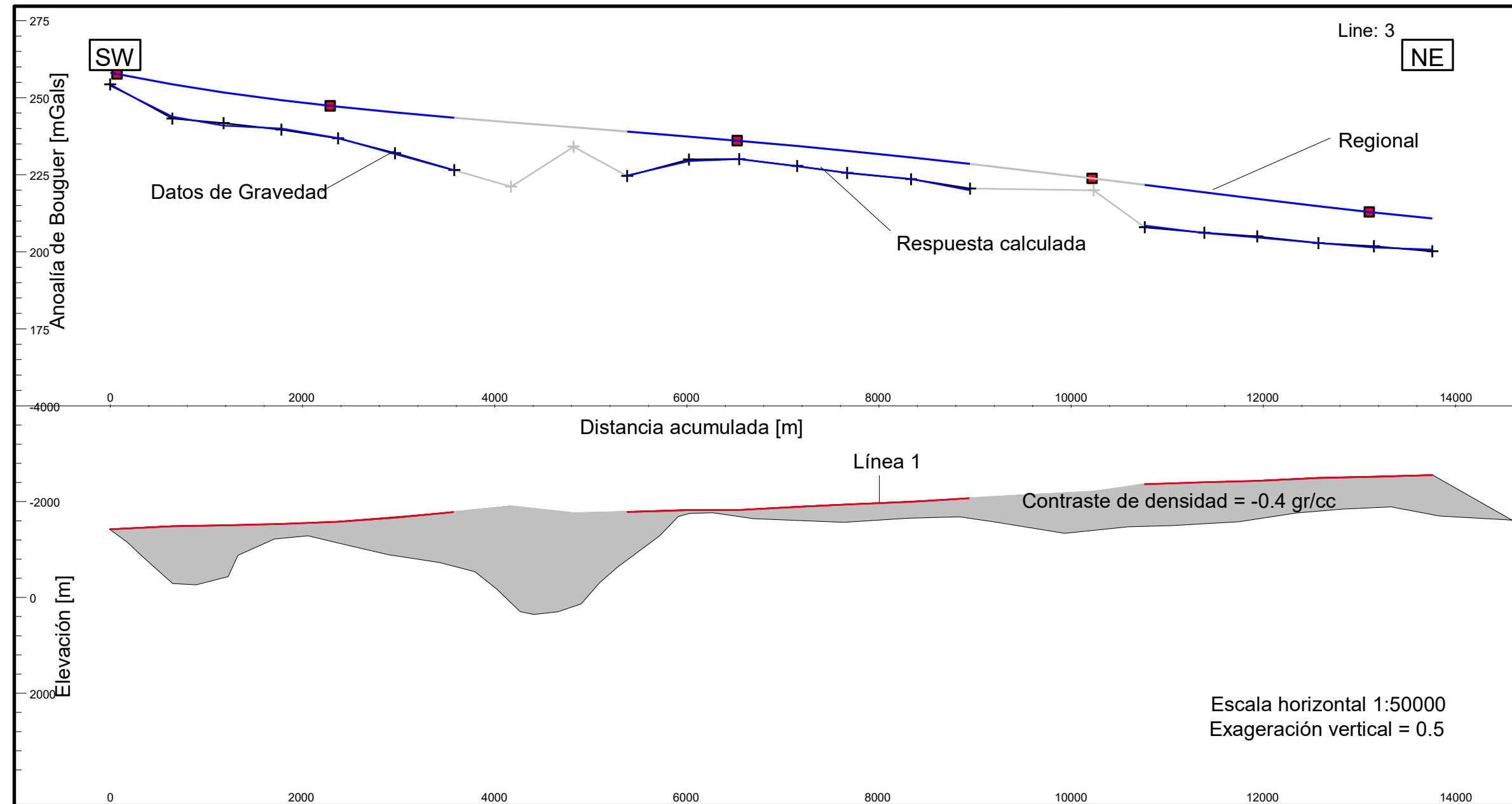
NW



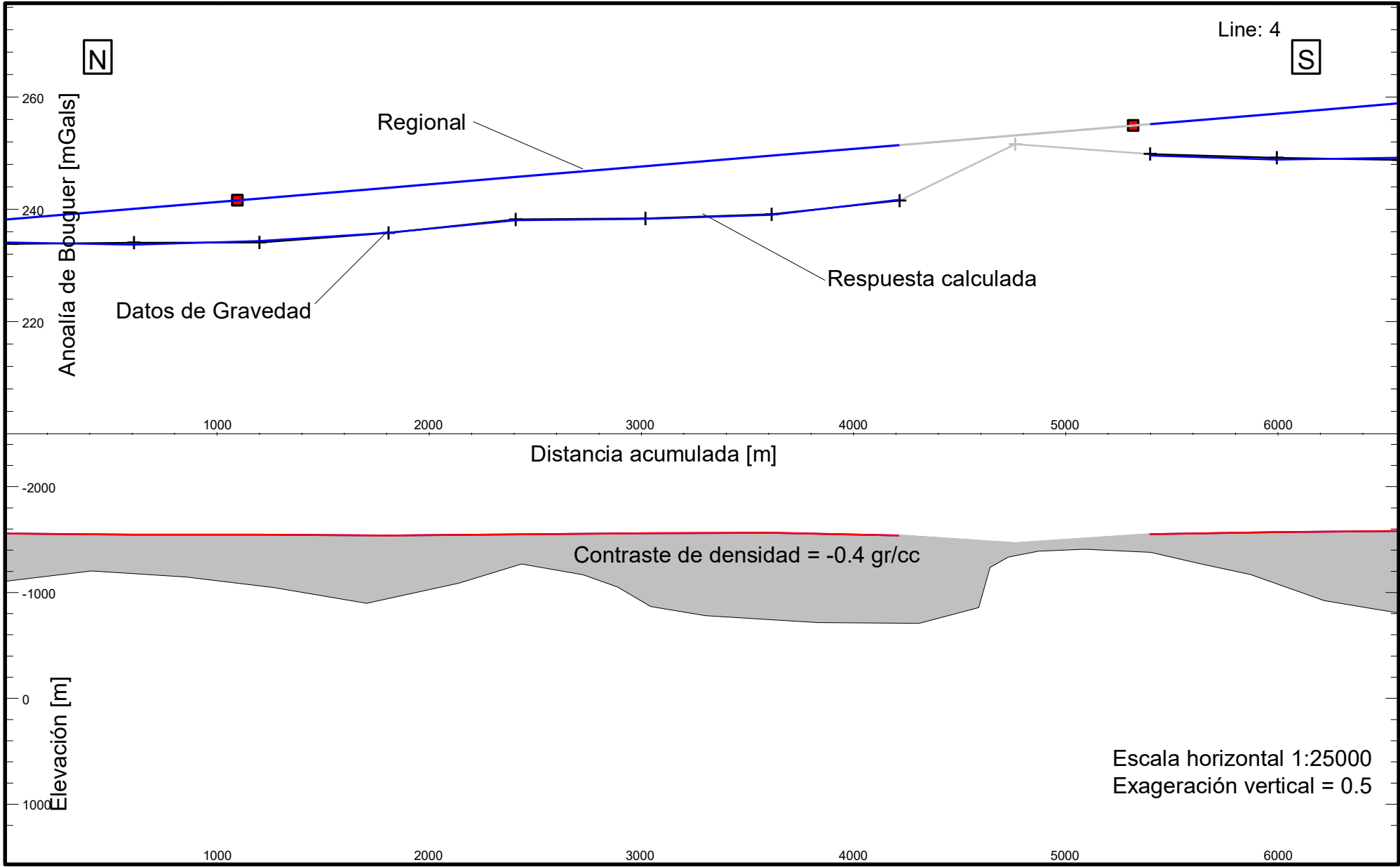
DGA - CONPOTENCIAL
PROYECTO PICA - PAMPA DEL TAMARUGAL
SECTOR PICA - REGION DE TARAPACA
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE GRAVIMETRIA Y TEM
FIGURA G-2 MODELO DE CUENCA PERFIL 2

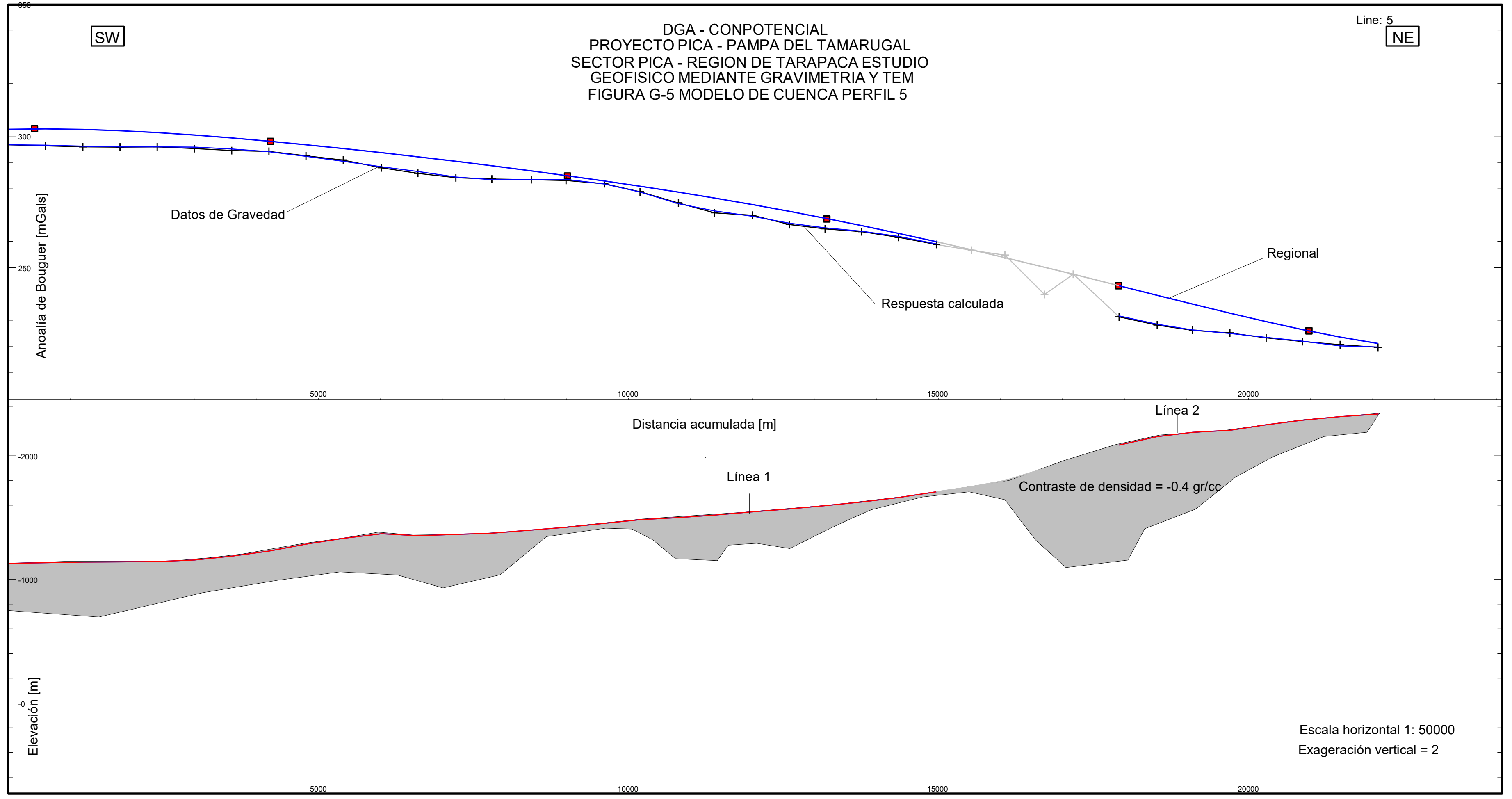


DGA - CONPOTENCIAL
PROYECTO PICA - PAMPA DEL TAMARUGAL
SECTOR PICA - REGION DE TARAPACA
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE GRAVIMETRIA Y TEM
FIGURA G-3 MODELO DE CUENCA PERFIL3

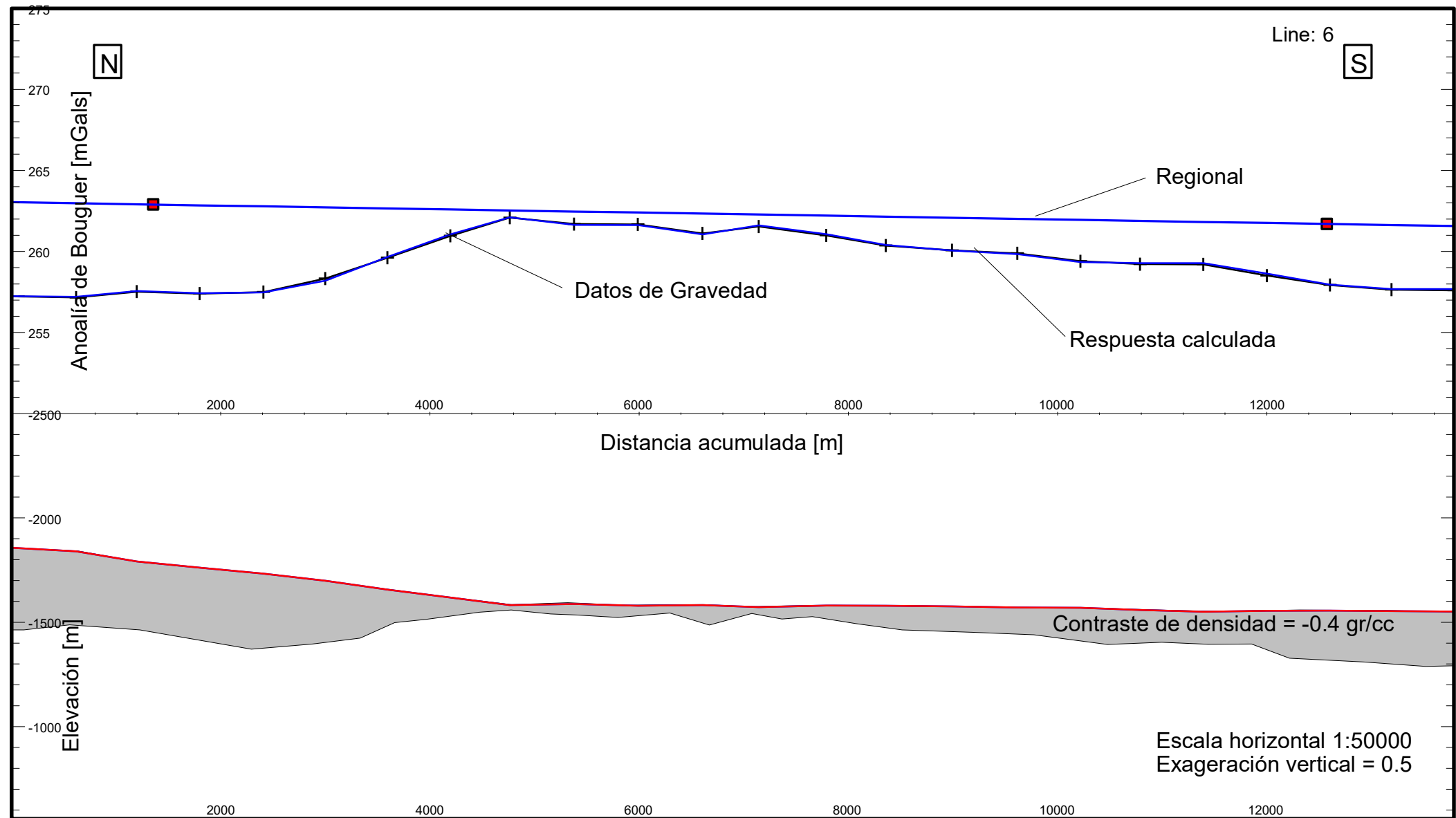


DGA - CONPOTENCIAL
PROYECTO PICA - PAMPA DEL TAMARUGAL
SECTOR PICA - REGION DE TARAPACA
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE GRAVIMETRIA Y TEM
FIGURA G-4 MODELO DE CUENCA PERFIL 4

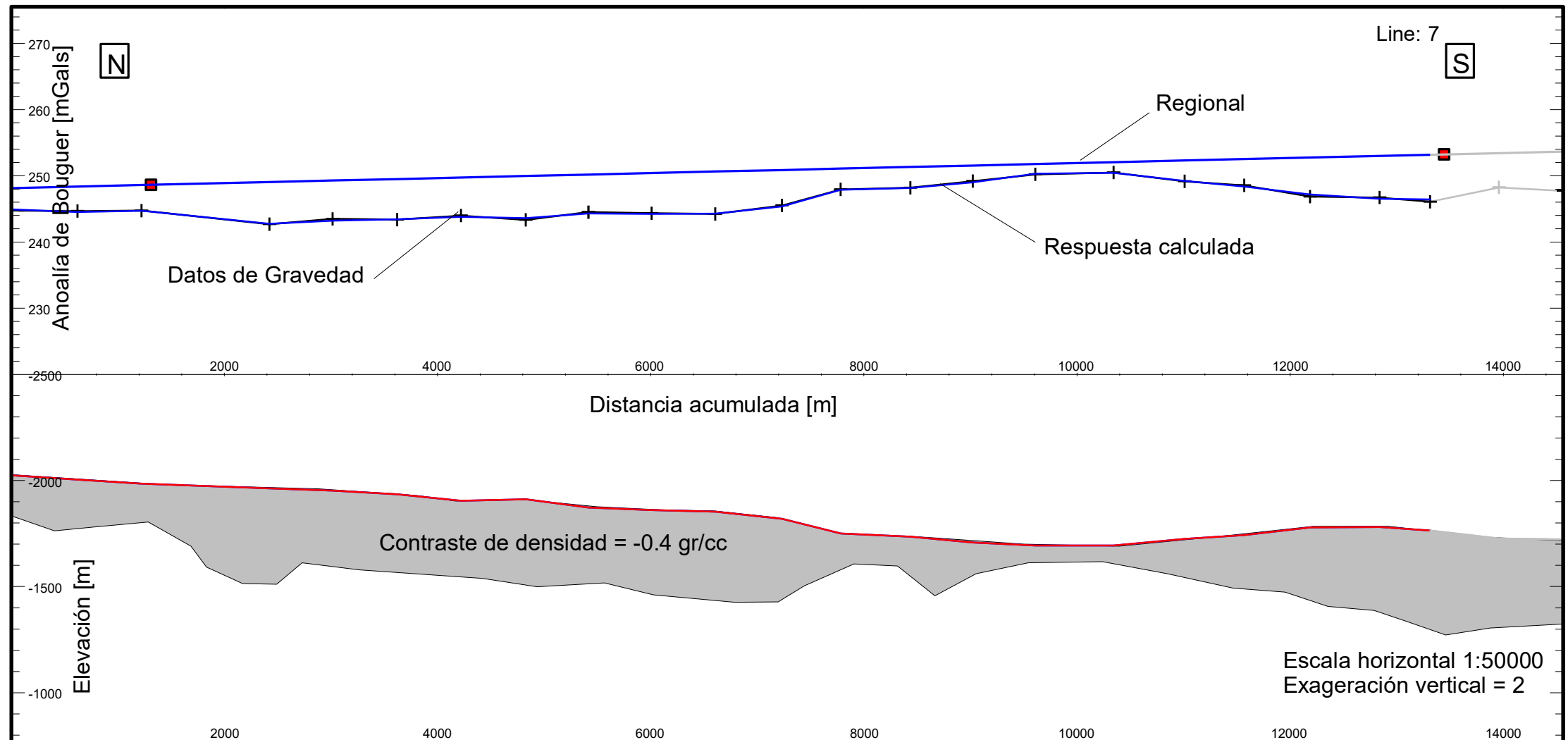




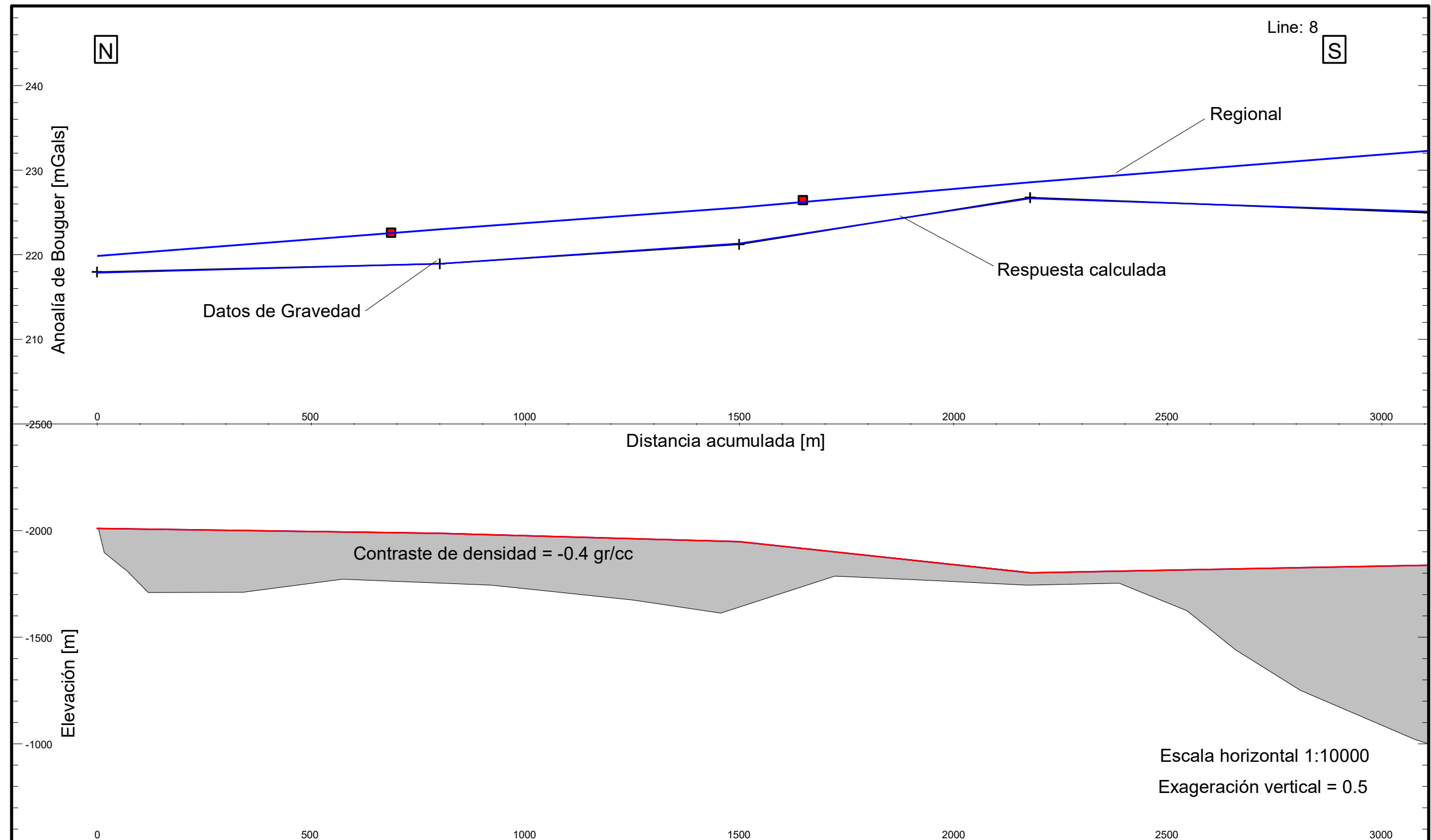
DGA - CONPOTENCIAL
PROYECTO PICA - PAMPA DEL TAMARUGAL
SECTOR PICA - REGION DE TARAPACA
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE GRAVIMETRIA Y TEM
FIGURA G-6 MODELO DE CUENCA PERFIL 6



DGA - CONPOTENCIAL
PROYECTO PICA - PAMPA DEL TAMARUGAL
SECTOR PICA - REGION DE TARAPACA
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE GRAVIMETRIA Y TEM
FIGURA G-7 MODELO DE CUENCA PERFIL 7



DGA - CONPOTENCIAL PROYECTO PICA -
PAMPA DEL TAMARUGAL SECTOR PICA -
REGION DE TARAPACA
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE GRAVIMETRIA Y TEM
FIGURA G-8 MODELO DE CUENCA PERFIL 8



COORDENADAS DE ESTACIONES GRAVIMÉTRICAS
PROYECTO PICA-PAMPA TAMARUGAL

Line	Este	Norte	stn	Elevación
	[m]	[m]		[m]
L1	463513,81	7744696,03	1	1543,22
L1	463814,45	7744239,44	2	1515,93
L1	464206,93	7743806,84	3	1458,41
L1	464567,55	7743334,56	4	1450,58
L1	464917,50	7742838,34	5	1459,73
L1	465278,02	7742357,84	6	1469,71
L1	465638,83	7741889,28	7	1476,40
L1	466000,40	7741394,97	8	1488,05
L1	466375,12	7740914,19	9	1495,08
L1	466720,99	7740422,22	10	1521,87
L1	467074,57	7739955,22	11	1513,92
L1	467432,78	7739467,04	12	1512,58
L1	467796,08	7738976,47	13	1518,30
L1	468143,89	7738506,99	14	1525,47
L1	468847,72	7737527,15	16	1541,07
L1	469217,86	7737050,38	17	1576,82
L1	469576,04	7736581,26	18	1628,66
L1	469936,34	7736075,78	19	1705,84
L1	470285,48	7735613,57	20	1728,60
L1	470631,13	7735132,23	21	1741,39
L1	470997,27	7734649,70	22	1728,50
L1	471342,47	7734178,99	23	1722,23
L1	471702,87	7733690,14	24	1747,03
L1	472056,46	7733197,97	25	1770,77
L1	472402,19	7732725,70	26	1754,72
L1	472775,67	7732224,16	27	1790,91
L1	473181,47	7731736,99	28	1816,18
L1	473397,44	7731487,73	29	1789,42
L1	473741,02	7730782,94	30	1740,36
L1	474230,25	7730305,13	31	1808,73
L1	474569,32	7729784,41	32	1952,35
L1	474934,53	7729349,24	33	2042,83
L1	475356,28	7728895,65	34	2051,48
L1	475634,53	7728361,43	35	2099,08
L1	476013,16	7727889,27	36	2160,47
L1	476241,02	7727282,86	37	1992,75
L1	476677,07	7726707,58	38	1991,84
L1	476699,45	7726273,68	39	2070,41
L1	476821,39	7725713,48	40	2164,19
L1	476934,65	7725111,97	41	2172,11
L1	477040,63	7724514,91	42	2179,16
L1	477155,06	7723934,52	43	2176,71
L1	477266,36	7723337,71	44	2185,39
L1	477376,75	7722741,19	45	2194,39
L1	477499,24	7722148,25	46	2185,19
L1	477603,73	7721583,68	47	2181,47
L1	477725,59	7720995,41	48	2149,61
L1	477829,67	7720396,32	49	2132,02
L1	477951,22	7719798,49	50	2115,95
L1	478048,35	7719213,81	51	2100,04

Line	Este	Norte	stn	Elevación
	[m]	[m]		[m]
L1	478176,81	7718640,72	52	2085,74
L1	478309,11	7718190,81	53	2041,35
L1	478730,91	7715679,77	57	2055,74
L1	478866,89	7715114,93	58	2083,48
L1	478970,10	7714515,75	59	2109,65
L1	479086,71	7713916,57	60	2122,55
L1	479203,90	7713326,52	61	2139,14
L1	479297,56	7712774,89	62	2153,10
L1	479424,23	7712154,15	63	2154,34
L1	479539,23	7711531,78	64	2132,70
L1	479434,92	7710997,57	65	2083,92
L1	480109,83	7710759,56	66	1769,09
L2	472082,55	7755406,57	67	2151,69
L2	472142,55	7754793,56	68	2133,79
L2	472257,02	7754201,61	69	2112,82
L2	472356,10	7753607,56	70	2103,19
L2	472477,67	7753026,54	71	2097,94
L2	472579,67	7752433,84	72	2047,03
L2	472690,30	7751979,10	73	2044,55
L2	472792,34	7751241,46	74	2067,70
L2	473093,85	7750598,82	75	1931,85
L2	473025,73	7749931,70	76	1982,26
L2	473120,81	7749478,71	77	1991,26
L2	473230,79	7748892,37	78	1974,32
L2	473339,30	7748318,43	79	1968,43
L2	473439,80	7747771,80	80	2000,55
L2	473554,39	7747136,66	81	1994,12
L2	473662,89	7746541,68	82	1995,22
L2	473772,78	7745932,67	83	2023,27
L2	473881,13	7745356,93	84	2079,53
L2	473993,06	7744768,66	85	2072,13
L2	474102,63	7744158,31	86	2074,07
L2	474203,63	7743572,76	87	2130,92
L2	474313,84	7742985,55	88	2195,48
L2	474416,73	7742402,76	89	2186,07
L2	474538,44	7741821,17	90	2168,93
L2	474628,92	7741213,45	91	2169,47
L2	474742,79	7740621,48	92	2138,34
L2	474848,35	7739681,16	94	2096,18
L2	475078,31	7738863,99	95	2096,61
L2	475173,03	7738250,70	96	2076,18
L2	475244,84	7737972,94	97	2075,86
L3	469178,06	7723688,13	98	1424,66
L3	469790,08	7723898,10	99	1488,19
L3	470248,36	7724187,02	100	1504,71
L3	470790,88	7724446,16	101	1536,23
L3	471325,91	7724695,37	102	1579,35
L3	471860,20	7724952,17	103	1666,89
L3	472419,78	7725207,94	104	1786,81
L3	472999,54	7725360,45	105	1902,73

Line	Este	Norte	stn	Elevación
	[m]	[m]		[m]
L3	474678,58	7726144,63	108	1824,99
L3	474972,66	7726732,45	109	1827,91
L3	475564,18	7726903,29	110	1892,39
L3	476104,46	7726984,53	111	1943,43
L3	476715,45	7727243,65	112	1996,14
L3	477289,38	7727466,57	113	2073,00
L3	478487,81	7727940,57	115	2209,63
L3	478827,15	7728463,80	116	2362,96
L3	479437,66	7728625,82	117	2404,83
L3	479946,45	7728838,91	118	2435,86
L3	480533,03	7729089,63	119	2493,40
L3	481099,98	7729241,62	120	2520,40
L3	481683,77	7729424,65	121	2555,03
L4	470067,62	7716100,70	122	1556,98
L4	470122,07	7715495,03	123	1546,37
L4	470194,02	7714907,35	124	1545,85
L4	470274,46	7714303,67	125	1538,65
L4	470340,30	7713708,67	126	1549,96
L4	470412,32	7713101,52	127	1558,69
L4	470482,94	7712511,16	128	1564,11
L4	470562,27	7711913,03	129	1537,47
L4	470620,12	7711370,99	130	1466,45
L4	470683,43	7710738,04	131	1551,98
L4	470769,94	7710147,53	132	1570,17
L4	470851,72	7709578,23	133	1580,42
L5	457909,12	7733041,24	134	1129,07
L5	458451,41	7733293,84	135	1135,18
L5	459004,44	7733543,63	136	1139,81
L5	459546,03	7733798,58	137	1142,47
L5	460084,43	7734060,72	138	1144,70
L5	460638,29	7734298,67	139	1157,61
L5	461191,16	7734533,53	140	1188,42
L5	461730,16	7734796,83	141	1229,28
L5	462267,68	7735056,12	142	1286,06
L5	462825,19	7735282,26	143	1331,85
L5	463374,45	7735570,63	144	1369,25
L5	463906,86	7735814,86	145	1353,40
L5	464461,09	7736074,14	146	1363,89
L5	464988,84	7736314,39	147	1373,85
L5	465568,25	7736571,79	148	1399,57
L5	466073,51	7736819,80	149	1421,31
L5	466640,17	7737068,78	150	1453,71
L5	467155,73	7737320,72	151	1482,86
L5	467724,42	7737566,90	152	1499,65
L5	468245,88	7737823,44	153	1520,13
L5	468789,96	7738111,12	154	1546,35
L5	469277,45	7738471,11	155	1570,71
L5	469744,30	7738828,31	156	1596,73
L5	470224,46	7739189,31	157	1626,97
L5	470703,67	7739551,61	158	1662,91

Line	Este	Norte	stn	Elevación
	[m]	[m]		[m]
L5	472091,71	7740605,63	161	1800,15
L5	472620,36	7740965,68	162	1898,20
L5	473079,54	7741092,00	163	1970,42
L5	473586,85	7741708,89	164	2087,74
L5	474089,32	7742068,94	165	2155,65
L5	474553,98	7742411,04	166	2190,89
L5	475061,73	7742732,15	167	2206,63
L5	475504,90	7743134,41	168	2251,12
L5	475979,00	7743480,32	169	2287,89
L5	476469,78	7743849,01	170	2317,21
L5	476963,63	7744214,63	171	2337,63
L6	466629,40	7752727,54	174	1857,10
L6	466724,46	7752116,98	175	1839,63
L6	466817,21	7751543,39	176	1790,70
L6	466905,42	7750949,82	177	1761,17
L6	467007,64	7750348,60	178	1732,57
L6	467096,98	7749764,81	179	1698,81
L6	467187,44	7749177,42	180	1656,94
L6	467279,01	7748583,29	181	1618,16
L6	467362,96	7748020,69	182	1582,75
L6	467434,46	7747409,28	183	1587,64
L6	467537,51	7746808,20	184	1578,85
L6	467656,12	7746201,83	185	1582,58
L6	467706,92	7745666,44	186	1572,82
L6	467826,37	7745030,04	187	1579,90
L6	467921,01	7744469,40	188	1578,91
L6	468018,37	7743844,40	189	1576,01
L6	468099,65	7743224,72	190	1571,07
L6	468197,12	7742630,42	191	1569,42
L6	468315,52	7742071,10	192	1559,00
L6	468389,79	7741469,83	193	1550,08
L6	468486,59	7740871,39	194	1554,68
L6	468582,02	7740275,97	195	1555,59
L6	468685,70	7739695,78	196	1554,06
L6	468771,42	7739105,20	197	1551,42
L7	469553,25	7755135,49	198	2024,49
L7	469621,31	7754516,60	199	2004,40
L7	469693,86	7753919,30	200	1984,61
L7	469844,96	7752730,15	202	1963,08
L7	469916,36	7752140,51	203	1952,27
L7	469987,21	7751539,62	204	1934,87
L7	470063,20	7750945,78	205	1904,06
L7	470142,54	7750343,21	206	1911,42
L7	470219,79	7749761,18	207	1872,79
L7	470267,90	7749169,15	208	1860,68
L7	470356,23	7748577,82	209	1853,75
L7	470431,42	7747955,67	210	1818,82
L7	470416,96	7747399,88	211	1749,85
L7	470570,65	7746760,62	212	1735,82
L7	470636,48	7746177,55	213	1707,97

Line	Este	Norte	stn	Elevación
	[m]	[m]		[m]
L7	470866,98	7744204,19	216	1724,47
L7	470957,77	7743651,55	217	1742,56
L7	471060,95	7743042,22	218	1779,07
L7	471133,52	7742393,68	219	1781,40
L7	471208,08	7741924,28	220	1763,53
L7	471324,29	7741288,75	221	1726,93
L7	471368,30	7740686,41	222	1722,16
L8	476635,80	7717902,45	223	2009,85
L8	476705,22	7717104,92	224	1986,66
L8	476544,62	7716405,74	225	1947,79
L8	477127,76	7715780,15	226	1801,90
L8	477380,40	7714883,17	227	1837,83

ANEXO A

INFORME PROSPECCIONES GEOFÍSICAS

CAMPAÑAS MEDICIONES TEM- AJUTADOS A REFERNCIA CP-2013

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L1_1	461736	7747183	235.3	1471.2	1471.2	0.0
TEM_CP13_L1_1	461736	7747183	235.3	1471.2	1437.2	34.0
TEM_CP13_L1_1	461736	7747183	10.3	1471.2	1437.1	34.1
TEM_CP13_L1_1	461736	7747183	10.3	1471.2	1411.3	59.9
TEM_CP13_L1_1	461736	7747183	22.9	1471.2	1411.2	60.0
TEM_CP13_L1_1	461736	7747183	22.9	1471.2	1367.6	103.6
TEM_CP13_L1_1	461736	7747183	106.4	1471.2	1367.5	103.7
TEM_CP13_L1_1	461736	7747183	106.4	1471.2	1302.1	169.1
TEM_CP13_L1_1	461736	7747183	353.9	1471.2	1302.0	169.2
TEM_CP13_L1_1	461736	7747183	353.9	1471.2	1021.3	449.9
TEM_CP13_L1_2	462083	7745212	530.4	1454.6	1454.6	0.0
TEM_CP13_L1_2	462083	7745212	530.4	1454.6	1435.4	19.2
TEM_CP13_L1_2	462083	7745212	102.3	1454.6	1435.3	19.3
TEM_CP13_L1_2	462083	7745212	102.3	1454.6	1387.4	67.2
TEM_CP13_L1_2	462083	7745212	7.7	1454.6	1387.3	67.3
TEM_CP13_L1_2	462083	7745212	7.7	1454.6	1355.5	99.1
TEM_CP13_L1_2	462083	7745212	56.8	1454.6	1355.4	99.2
TEM_CP13_L1_2	462083	7745212	56.8	1454.6	1004.7	449.9
TEM_CP13_L1_3	462445	7743156	2002.6	1433.2	1433.2	0.0
TEM_CP13_L1_3	462445	7743156	2002.6	1433.2	1400.6	32.6
TEM_CP13_L1_3	462445	7743156	167.3	1433.2	1400.5	32.7
TEM_CP13_L1_3	462445	7743156	167.3	1433.2	1373.6	59.6
TEM_CP13_L1_3	462445	7743156	3.1	1433.2	1373.5	59.7
TEM_CP13_L1_3	462445	7743156	3.1	1433.2	1349.5	83.7
TEM_CP13_L1_3	462445	7743156	14.9	1433.2	1349.4	83.8
TEM_CP13_L1_3	462445	7743156	14.9	1433.2	1292.9	140.3
TEM_CP13_L1_3	462445	7743156	84.7	1433.2	1292.8	140.4
TEM_CP13_L1_3	462445	7743156	84.7	1433.2	983.3	449.9
TEM_CP13_L1_4	462781	7741184	620.1	1401.4	1401.4	0.0
TEM_CP13_L1_4	462781	7741184	620.1	1401.4	1369.6	31.8
TEM_CP13_L1_4	462781	7741184	113.1	1401.4	1369.5	31.9
TEM_CP13_L1_4	462781	7741184	113.1	1401.4	1330.7	70.7
TEM_CP13_L1_4	462781	7741184	12.1	1401.4	1330.6	70.8
TEM_CP13_L1_4	462781	7741184	12.1	1401.4	1269.2	132.2

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L1_4	462781	7741184	7.3	1401.4	1269.1	132.3
TEM_CP13_L1_4	462781	7741184	7.3	1401.4	1206.4	195.0
TEM_CP13_L1_4	462781	7741184	13.9	1401.4	1206.3	195.1
TEM_CP13_L1_4	462781	7741184	13.9	1401.4	951.5	449.9
TEM_CP13_L1_5	463117	7739212	851.1	1367.2	1367.2	0.0
TEM_CP13_L1_5	463117	7739212	851.1	1367.2	1345.1	22.1
TEM_CP13_L1_5	463117	7739212	303.5	1367.2	1345.0	22.2
TEM_CP13_L1_5	463117	7739212	303.5	1367.2	1307.7	59.5
TEM_CP13_L1_5	463117	7739212	28.0	1367.2	1307.6	59.6
TEM_CP13_L1_5	463117	7739212	28.0	1367.2	1294.6	72.6
TEM_CP13_L1_5	463117	7739212	6.2	1367.2	1294.5	72.7
TEM_CP13_L1_5	463117	7739212	6.2	1367.2	1276.9	90.3
TEM_CP13_L1_5	463117	7739212	10.3	1367.2	1276.8	90.4
TEM_CP13_L1_5	463117	7739212	10.3	1367.2	1156.0	211.2
TEM_CP13_L1_5	463117	7739212	5.0	1367.2	1155.9	211.3
TEM_CP13_L1_5	463117	7739212	5.0	1367.2	917.3	449.9
TEM_CP13_L1_6	463453	7737241	6734	1381.1	1381.1	0.0
TEM_CP13_L1_6	463453	7737241	6734	1381.1	1335.9	45.2
TEM_CP13_L1_6	463453	7737241	452.2	1381.1	1335.8	45.3
TEM_CP13_L1_6	463453	7737241	452.2	1381.1	1303.1	78.0
TEM_CP13_L1_6	463453	7737241	5.9	1381.1	1303.0	78.1
TEM_CP13_L1_6	463453	7737241	5.9	1381.1	1266.0	115.1
TEM_CP13_L1_6	463453	7737241	11.5	1381.1	1265.9	115.2
TEM_CP13_L1_6	463453	7737241	11.5	1381.1	1246.2	134.9
TEM_CP13_L1_6	463453	7737241	5.8	1381.1	1246.1	135.0
TEM_CP13_L1_6	463453	7737241	5.8	1381.1	1200.8	180.3
TEM_CP13_L1_6	463453	7737241	19.4	1381.1	1200.7	180.4
TEM_CP13_L1_6	463453	7737241	19.4	1381.1	931.2	449.9
TEM_CP13_L5_6	463453	7737241	6734	1381.1	1381.1	0.0
TEM_CP13_L5_6	463453	7737241	6734	1381.1	1335.9	45.2
TEM_CP13_L5_6	463453	7737241	452.2	1381.1	1335.8	45.3
TEM_CP13_L5_6	463453	7737241	452.2	1381.1	1303.1	78.0
TEM_CP13_L5_6	463453	7737241	5.9	1381.1	1303.0	78.1
TEM_CP13_L5_6	463453	7737241	5.9	1381.1	1266.0	115.1
TEM_CP13_L5_6	463453	7737241	11.5	1381.1	1265.9	115.2
TEM_CP13_L5_6	463453	7737241	11.5	1381.1	1246.2	134.9
TEM_CP13_L5_6	463453	7737241	5.8	1381.1	1246.1	135.0
TEM_CP13_L5_6	463453	7737241	5.8	1381.1	1200.8	180.3

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L5_6	463453	7737241	19.4	1381.1	1200.7	180.4
TEM_CP13_L5_6	463453	7737241	19.4	1381.1	931.2	449.9
TEM_CP13_L1_7	463790	7735269	1190.9	1350.1	1350.1	0.0
TEM_CP13_L1_7	463790	7735269	1190.9	1350.1	1318.1	32.0
TEM_CP13_L1_7	463790	7735269	191.6	1350.1	1318.0	32.1
TEM_CP13_L1_7	463790	7735269	191.6	1350.1	1286.2	63.9
TEM_CP13_L1_7	463790	7735269	11.0	1350.1	1286.1	64.0
TEM_CP13_L1_7	463790	7735269	11.0	1350.1	1260.9	89.2
TEM_CP13_L1_7	463790	7735269	22.4	1350.1	1260.8	89.3
TEM_CP13_L1_7	463790	7735269	22.4	1350.1	1232.7	117.4
TEM_CP13_L1_7	463790	7735269	8.6	1350.1	1232.6	117.5
TEM_CP13_L1_7	463790	7735269	8.6	1350.1	1112.0	238.1
TEM_CP13_L1_7	463790	7735269	12.8	1350.1	1111.9	238.2
TEM_CP13_L1_7	463790	7735269	12.8	1350.1	900.2	449.9
TEM_CP13_L1_8	463993	7733406	487.1	1328.3	1328.3	0.0
TEM_CP13_L1_8	463993	7733406	487.1	1328.3	1301.9	26.4
TEM_CP13_L1_8	463993	7733406	110.2	1328.3	1301.8	26.5
TEM_CP13_L1_8	463993	7733406	110.2	1328.3	1272.8	55.5
TEM_CP13_L1_8	463993	7733406	7.6	1328.3	1272.7	55.6
TEM_CP13_L1_8	463993	7733406	7.6	1328.3	1247.7	80.6
TEM_CP13_L1_8	463993	7733406	13.4	1328.3	1247.6	80.7
TEM_CP13_L1_8	463993	7733406	13.4	1328.3	1218.2	110.1
TEM_CP13_L1_8	463993	7733406	20.8	1328.3	1218.1	110.2
TEM_CP13_L1_8	463993	7733406	20.8	1328.3	878.4	449.9
TEM_CP13_L1_9	464328	7731584	2107.3	1317.5	1317.5	0.0
TEM_CP13_L1_9	464328	7731584	2107.3	1317.5	1264.1	53.4
TEM_CP13_L1_9	464328	7731584	320.5	1317.5	1264.0	53.5
TEM_CP13_L1_9	464328	7731584	320.5	1317.5	1230.9	86.6
TEM_CP13_L1_9	464328	7731584	9.5	1317.5	1230.8	86.7
TEM_CP13_L1_9	464328	7731584	9.5	1317.5	1194.7	122.8
TEM_CP13_L1_9	464328	7731584	16.8	1317.5	1194.6	122.9
TEM_CP13_L1_9	464328	7731584	16.8	1317.5	988.6	328.9
TEM_CP13_L1_9	464328	7731584	7.9	1317.5	988.5	329.0
TEM_CP13_L1_9	464328	7731584	7.9	1317.5	867.6	449.9
TEM_CP13_L1_10	464799	7729355	1740.3	1312.8	1312.8	0.0
TEM_CP13_L1_10	464799	7729355	1740.3	1312.8	1251.6	61.2
TEM_CP13_L1_10	464799	7729355	112.4	1312.8	1251.5	61.3
TEM_CP13_L1_10	464799	7729355	112.4	1312.8	1232.0	80.8

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L1_10	464799	7729355	10.3	1312.8	1231.9	80.9
TEM_CP13_L1_10	464799	7729355	10.3	1312.8	1163.8	149.0
TEM_CP13_L1_10	464799	7729355	14.5	1312.8	1163.7	149.1
TEM_CP13_L1_10	464799	7729355	14.5	1312.8	862.9	449.9
TEM_CP13_L1_11	465135	7727383	2208.3	1301.9	1301.9	0.0
TEM_CP13_L1_11	465135	7727383	2208.3	1301.9	1261.2	40.7
TEM_CP13_L1_11	465135	7727383	238.3	1301.9	1261.1	40.8
TEM_CP13_L1_11	465135	7727383	238.3	1301.9	1242.1	59.8
TEM_CP13_L1_11	465135	7727383	28.3	1301.9	1242.0	59.9
TEM_CP13_L1_11	465135	7727383	28.3	1301.9	1229.1	72.8
TEM_CP13_L1_11	465135	7727383	3.8	1301.9	1229.0	72.9
TEM_CP13_L1_11	465135	7727383	3.8	1301.9	1217.1	84.8
TEM_CP13_L1_11	465135	7727383	19.7	1301.9	1217.0	84.9
TEM_CP13_L1_11	465135	7727383	19.7	1301.9	1197.8	104.1
TEM_CP13_L1_11	465135	7727383	8.7	1301.9	1197.7	104.2
TEM_CP13_L1_11	465135	7727383	8.7	1301.9	1137.0	164.9
TEM_CP13_L1_11	465135	7727383	19.3	1301.9	1136.9	165.0
TEM_CP13_L1_11	465135	7727383	19.3	1301.9	1041.2	260.7
TEM_CP13_L1_11	465135	7727383	8.5	1301.9	1041.1	260.8
TEM_CP13_L1_11	465135	7727383	8.5	1301.9	852.0	449.9
TEM_CP13_L4_11	465135	7727383	2208.3	1301.9	1301.9	0.0
TEM_CP13_L4_11	465135	7727383	2208.3	1301.9	1261.2	40.7
TEM_CP13_L4_11	465135	7727383	238.3	1301.9	1261.1	40.8
TEM_CP13_L4_11	465135	7727383	238.3	1301.9	1242.1	59.8
TEM_CP13_L4_11	465135	7727383	28.3	1301.9	1242.0	59.9
TEM_CP13_L4_11	465135	7727383	28.3	1301.9	1229.1	72.8
TEM_CP13_L4_11	465135	7727383	3.8	1301.9	1229.0	72.9
TEM_CP13_L4_11	465135	7727383	3.8	1301.9	1217.1	84.8
TEM_CP13_L4_11	465135	7727383	19.7	1301.9	1217.0	84.9
TEM_CP13_L4_11	465135	7727383	19.7	1301.9	1197.8	104.1
TEM_CP13_L4_11	465135	7727383	8.7	1301.9	1197.7	104.2
TEM_CP13_L4_11	465135	7727383	8.7	1301.9	1137.0	164.9
TEM_CP13_L4_11	465135	7727383	19.3	1301.9	1136.9	165.0
TEM_CP13_L4_11	465135	7727383	19.3	1301.9	1041.2	260.7
TEM_CP13_L4_11	465135	7727383	8.5	1301.9	1041.1	260.8
TEM_CP13_L4_11	465135	7727383	8.5	1301.9	852.0	449.9
TEM_CP13_L1_12	465471	7725412	473.9	1320.2	1320.2	0.0
TEM_CP13_L1_12	465471	7725412	473.9	1320.2	1277.3	42.9

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L1_12	465471	7725412	147.5	1320.2	1277.2	43.0
TEM_CP13_L1_12	465471	7725412	147.5	1320.2	1241.3	78.9
TEM_CP13_L1_12	465471	7725412	8.6	1320.2	1241.2	79.0
TEM_CP13_L1_12	465471	7725412	8.6	1320.2	1184.1	136.1
TEM_CP13_L1_12	465471	7725412	18.3	1320.2	1184.0	136.2
TEM_CP13_L1_12	465471	7725412	18.3	1320.2	870.3	449.9
TEM_CP13_L1_13	465808	7723440	785.1	1326.8	1326.8	0.0
TEM_CP13_L1_13	465808	7723440	785.1	1326.8	1285.4	41.4
TEM_CP13_L1_13	465808	7723440	117.1	1326.8	1285.3	41.5
TEM_CP13_L1_13	465808	7723440	117.1	1326.8	1249.5	77.3
TEM_CP13_L1_13	465808	7723440	8.0	1326.8	1249.4	77.4
TEM_CP13_L1_13	465808	7723440	8.0	1326.8	1210.5	116.3
TEM_CP13_L1_13	465808	7723440	19.9	1326.8	1210.4	116.4
TEM_CP13_L1_13	465808	7723440	19.9	1326.8	1124.4	202.4
TEM_CP13_L1_13	465808	7723440	8.5	1326.8	1124.3	202.5
TEM_CP13_L1_13	465808	7723440	8.5	1326.8	876.9	449.9
TEM_CP13_L1_14	466144	7721469	1190.0	1300.9	1300.9	0.0
TEM_CP13_L1_14	466144	7721469	1190.0	1300.9	1250.7	50.2
TEM_CP13_L1_14	466144	7721469	220.2	1300.9	1250.6	50.3
TEM_CP13_L1_14	466144	7721469	220.2	1300.9	1225.9	75.0
TEM_CP13_L1_14	466144	7721469	18.2	1300.9	1225.8	75.1
TEM_CP13_L1_14	466144	7721469	18.2	1300.9	1169.7	131.2
TEM_CP13_L1_14	466144	7721469	33.1	1300.9	1169.6	131.3
TEM_CP13_L1_14	466144	7721469	33.1	1300.9	1097.9	203.0
TEM_CP13_L1_14	466144	7721469	12.1	1300.9	1097.8	203.1
TEM_CP13_L1_14	466144	7721469	12.1	1300.9	851.0	449.9
TEM_CP13_L1_15	466480	7719497	3896.8	1288.3	1288.3	0.0
TEM_CP13_L1_15	466480	7719497	3896.8	1288.3	1250.6	37.7
TEM_CP13_L1_15	466480	7719497	503.2	1288.3	1250.5	37.8
TEM_CP13_L1_15	466480	7719497	503.2	1288.3	1205.7	82.6
TEM_CP13_L1_15	466480	7719497	12.3	1288.3	1205.6	82.7
TEM_CP13_L1_15	466480	7719497	12.3	1288.3	1148.5	139.8
TEM_CP13_L1_15	466480	7719497	51.6	1288.3	1148.4	139.9
TEM_CP13_L1_15	466480	7719497	51.6	1288.3	1060.4	227.9
TEM_CP13_L1_15	466480	7719497	7.6	1288.3	1060.3	228.0
TEM_CP13_L1_15	466480	7719497	7.6	1288.3	838.4	449.9
TEM_CP13_L3_15	466480	7719497	3896.8	1288.3	1288.3	0.0
TEM_CP13_L3_15	466480	7719497	3896.8	1288.3	1250.6	37.7

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L3_15	466480	7719497	503.2	1288.3	1250.5	37.8
TEM_CP13_L3_15	466480	7719497	503.2	1288.3	1205.7	82.6
TEM_CP13_L3_15	466480	7719497	12.3	1288.3	1205.6	82.7
TEM_CP13_L3_15	466480	7719497	12.3	1288.3	1148.5	139.8
TEM_CP13_L3_15	466480	7719497	51.6	1288.3	1148.4	139.9
TEM_CP13_L3_15	466480	7719497	51.6	1288.3	1060.4	227.9
TEM_CP13_L3_15	466480	7719497	7.6	1288.3	1060.3	228.0
TEM_CP13_L3_15	466480	7719497	7.6	1288.3	838.4	449.9
TEM_CP13_L1_16	466817	7717526	427.4	1311.9	1311.9	0.0
TEM_CP13_L1_16	466817	7717526	427.4	1311.9	1290.4	21.5
TEM_CP13_L1_16	466817	7717526	147.6	1311.9	1290.3	21.6
TEM_CP13_L1_16	466817	7717526	147.6	1311.9	1264.2	47.7
TEM_CP13_L1_16	466817	7717526	22.2	1311.9	1264.1	47.8
TEM_CP13_L1_16	466817	7717526	22.2	1311.9	1229.8	82.1
TEM_CP13_L1_16	466817	7717526	51.7	1311.9	1229.7	82.2
TEM_CP13_L1_16	466817	7717526	51.7	1311.9	1180.6	131.3
TEM_CP13_L1_16	466817	7717526	27.5	1311.9	1180.5	131.4
TEM_CP13_L1_16	466817	7717526	27.5	1311.9	988.2	323.7
TEM_CP13_L1_16	466817	7717526	19.8	1311.9	988.1	323.8
TEM_CP13_L1_16	466817	7717526	19.8	1311.9	862.0	449.9
TEM_CP13_L1_17	467153	7715554	267.6	1355.9	1355.9	0.0
TEM_CP13_L1_17	467153	7715554	267.6	1355.9	1313.4	42.5
TEM_CP13_L1_17	467153	7715554	41.2	1355.9	1313.3	42.6
TEM_CP13_L1_17	467153	7715554	41.2	1355.9	1176.2	179.7
TEM_CP13_L1_17	467153	7715554	19.7	1355.9	1176.1	179.8
TEM_CP13_L1_17	467153	7715554	19.7	1355.9	906.0	449.9
TEM_CP13_L1_18	467489	7713583	784.8	1374.5	1374.5	0.0
TEM_CP13_L1_18	467489	7713583	784.8	1374.5	1308.8	65.7
TEM_CP13_L1_18	467489	7713583	187.5	1374.5	1308.7	65.8
TEM_CP13_L1_18	467489	7713583	187.5	1374.5	1258.2	116.3
TEM_CP13_L1_18	467489	7713583	38.5	1374.5	1258.1	116.4
TEM_CP13_L1_18	467489	7713583	38.5	1374.5	1189.6	184.9
TEM_CP13_L1_18	467489	7713583	10.1	1374.5	1189.5	185.0
TEM_CP13_L1_18	467489	7713583	10.1	1374.5	1040.9	333.6
TEM_CP13_L1_18	467489	7713583	29.9	1374.5	1040.8	333.7
TEM_CP13_L1_18	467489	7713583	29.9	1374.5	924.6	449.9
TEM_CP13_L1_19	467826	7711611	896.3	1409.3	1409.3	0.0
TEM_CP13_L1_19	467826	7711611	896.3	1409.3	1365.5	43.8

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L1_19	467826	7711611	203.1	1409.3	1365.4	43.9
TEM_CP13_L1_19	467826	7711611	203.1	1409.3	1337.0	72.3
TEM_CP13_L1_19	467826	7711611	37.9	1409.3	1336.9	72.4
TEM_CP13_L1_19	467826	7711611	37.9	1409.3	1317.0	92.3
TEM_CP13_L1_19	467826	7711611	8.8	1409.3	1316.9	92.4
TEM_CP13_L1_19	467826	7711611	8.8	1409.3	1301.4	107.9
TEM_CP13_L1_19	467826	7711611	21.0	1409.3	1301.3	108.0
TEM_CP13_L1_19	467826	7711611	21.0	1409.3	1250.5	158.8
TEM_CP13_L1_19	467826	7711611	12.3	1409.3	1250.4	158.9
TEM_CP13_L1_19	467826	7711611	12.3	1409.3	959.4	449.9
TEM_CP13_L1_20	468241	7709176	1684.8	1455.6	1455.6	0.0
TEM_CP13_L1_20	468241	7709176	1684.8	1455.6	1403.9	51.7
TEM_CP13_L1_20	468241	7709176	204.2	1455.6	1403.8	51.8
TEM_CP13_L1_20	468241	7709176	204.2	1455.6	1362.4	93.2
TEM_CP13_L1_20	468241	7709176	13.0	1455.6	1362.3	93.3
TEM_CP13_L1_20	468241	7709176	13.0	1455.6	1321.8	133.8
TEM_CP13_L1_20	468241	7709176	3.4	1455.6	1321.7	133.9
TEM_CP13_L1_20	468241	7709176	3.4	1455.6	1194.6	261.0
TEM_CP13_L1_20	468241	7709176	9.4	1455.6	1194.5	261.1
TEM_CP13_L1_20	468241	7709176	9.4	1455.6	1005.7	449.9
TEM_CP13_L2_21	466142	7752546	45347	1839.6	1839.6	0.0
TEM_CP13_L2_21	466142	7752546	45347	1839.6	1758.9	80.7
TEM_CP13_L2_21	466142	7752546	6830	1839.6	1758.8	80.8
TEM_CP13_L2_21	466142	7752546	6830	1839.6	1683.6	156.0
TEM_CP13_L2_21	466142	7752546	1545.8	1839.6	1683.5	156.1
TEM_CP13_L2_21	466142	7752546	1545.8	1839.6	1647.5	192.1
TEM_CP13_L2_21	466142	7752546	418.7	1839.6	1647.4	192.2
TEM_CP13_L2_21	466142	7752546	418.7	1839.6	1602.2	237.4
TEM_CP13_L2_21	466142	7752546	18.5	1839.6	1602.1	237.5
TEM_CP13_L2_21	466142	7752546	18.5	1839.6	1520.4	319.2
TEM_CP13_L2_21	466142	7752546	31.5	1839.6	1520.3	319.3
TEM_CP13_L2_21	466142	7752546	31.5	1839.6	1437.0	402.6
TEM_CP13_L2_21	466142	7752546	17.0	1839.6	1436.9	402.7
TEM_CP13_L2_21	466142	7752546	17.0	1839.6	1389.7	449.9
TEM_CP13_L2_22	466529	7750583	694.1	1727.7	1727.7	0.0
TEM_CP13_L2_22	466529	7750583	694.1	1727.7	1672.9	54.8
TEM_CP13_L2_22	466529	7750583	342.1	1727.7	1672.8	54.9
TEM_CP13_L2_22	466529	7750583	342.1	1727.7	1604.4	123.3

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L2_22	466529	7750583	103.5	1727.7	1604.3	123.4
TEM_CP13_L2_22	466529	7750583	103.5	1727.7	1560.5	167.2
TEM_CP13_L2_22	466529	7750583	22.5	1727.7	1560.4	167.3
TEM_CP13_L2_22	466529	7750583	22.5	1727.7	1498.6	229.1
TEM_CP13_L2_22	466529	7750583	50.0	1727.7	1498.5	229.2
TEM_CP13_L2_22	466529	7750583	50.0	1727.7	1399.4	328.3
TEM_CP13_L2_22	466529	7750583	25.6	1727.7	1399.3	328.4
TEM_CP13_L2_22	466529	7750583	25.6	1727.7	1277.8	449.9
TEM_CP13_L2_23	466831	7748726	649.2	1620.5	1620.5	0.0
TEM_CP13_L2_23	466831	7748726	649.2	1620.5	1578.5	42.0
TEM_CP13_L2_23	466831	7748726	180.4	1620.5	1578.4	42.1
TEM_CP13_L2_23	466831	7748726	180.4	1620.5	1533.4	87.1
TEM_CP13_L2_23	466831	7748726	30.9	1620.5	1533.3	87.2
TEM_CP13_L2_23	466831	7748726	30.9	1620.5	1362.3	258.2
TEM_CP13_L2_23	466831	7748726	6.8	1620.5	1362.2	258.3
TEM_CP13_L2_23	466831	7748726	6.8	1620.5	1170.6	449.9
TEM_CP13_L2_24	467151	7746751	620.4	1565.4	1565.4	0.0
TEM_CP13_L2_24	467151	7746751	620.4	1565.4	1524.7	40.7
TEM_CP13_L2_24	467151	7746751	141.8	1565.4	1524.6	40.8
TEM_CP13_L2_24	467151	7746751	141.8	1565.4	1497.8	67.6
TEM_CP13_L2_24	467151	7746751	32.1	1565.4	1497.7	67.7
TEM_CP13_L2_24	467151	7746751	32.1	1565.4	1440.8	124.6
TEM_CP13_L2_24	467151	7746751	58.3	1565.4	1440.7	124.7
TEM_CP13_L2_24	467151	7746751	58.3	1565.4	1346.1	219.3
TEM_CP13_L2_24	467151	7746751	27.0	1565.4	1346.0	219.4
TEM_CP13_L2_24	467151	7746751	27.0	1565.4	1281.7	283.7
TEM_CP13_L2_24	467151	7746751	10.3	1565.4	1281.6	283.8
TEM_CP13_L2_24	467151	7746751	10.3	1565.4	1115.5	449.9
TEM_CP13_L2_25	467472	7744777	4408.9	1564.2	1564.2	0.0
TEM_CP13_L2_25	467472	7744777	4408.9	1564.2	1518.0	46.2
TEM_CP13_L2_25	467472	7744777	798.5	1564.2	1517.9	46.3
TEM_CP13_L2_25	467472	7744777	798.5	1564.2	1478.7	85.5
TEM_CP13_L2_25	467472	7744777	17.0	1564.2	1478.6	85.6
TEM_CP13_L2_25	467472	7744777	17.0	1564.2	1442.2	122.0
TEM_CP13_L2_25	467472	7744777	181.6	1564.2	1442.1	122.1
TEM_CP13_L2_25	467472	7744777	181.6	1564.2	1320.1	244.1
TEM_CP13_L2_25	467472	7744777	13.7	1564.2	1320.0	244.2
TEM_CP13_L2_25	467472	7744777	13.7	1564.2	1114.3	449.9

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L2_26	467792	7742803	1294.9	1558.8	1558.8	0.0
TEM_CP13_L2_26	467792	7742803	1294.9	1558.8	1522.6	36.2
TEM_CP13_L2_26	467792	7742803	145.3	1558.8	1522.5	36.3
TEM_CP13_L2_26	467792	7742803	145.3	1558.8	1485.5	73.3
TEM_CP13_L2_26	467792	7742803	14.0	1558.8	1485.4	73.4
TEM_CP13_L2_26	467792	7742803	14.0	1558.8	1441.0	117.8
TEM_CP13_L2_26	467792	7742803	40.4	1558.8	1440.9	117.9
TEM_CP13_L2_26	467792	7742803	40.4	1558.8	1212.6	346.2
TEM_CP13_L2_26	467792	7742803	16.0	1558.8	1212.5	346.3
TEM_CP13_L2_26	467792	7742803	16.0	1558.8	1108.9	449.9
TEM_CP13_L2_27	468113	7740829	787.5	1538.2	1538.2	0.0
TEM_CP13_L2_27	468113	7740829	787.5	1538.2	1491.4	46.8
TEM_CP13_L2_27	468113	7740829	68.7	1538.2	1491.3	46.9
TEM_CP13_L2_27	468113	7740829	68.7	1538.2	1469.7	68.5
TEM_CP13_L2_27	468113	7740829	10.1	1538.2	1469.6	68.6
TEM_CP13_L2_27	468113	7740829	10.1	1538.2	1435.7	102.5
TEM_CP13_L2_27	468113	7740829	30.6	1538.2	1435.6	102.6
TEM_CP13_L2_27	468113	7740829	30.6	1538.2	1411.4	126.8
TEM_CP13_L2_27	468113	7740829	98.3	1538.2	1411.3	126.9
TEM_CP13_L2_27	468113	7740829	98.3	1538.2	1279.6	258.6
TEM_CP13_L2_27	468113	7740829	38.4	1538.2	1279.5	258.7
TEM_CP13_L2_27	468113	7740829	38.4	1538.2	1225.7	312.5
TEM_CP13_L2_27	468113	7740829	13.6	1538.2	1225.6	312.6
TEM_CP13_L2_27	468113	7740829	13.6	1538.2	1088.3	449.9
TEM_CP13_L2_28	468433	7738855	24393	1525.5	1525.5	0.0
TEM_CP13_L2_28	468433	7738855	24393	1525.5	1501.0	24.5
TEM_CP13_L2_28	468433	7738855	2093.2	1525.5	1500.9	24.6
TEM_CP13_L2_28	468433	7738855	2093.2	1525.5	1452.0	73.5
TEM_CP13_L2_28	468433	7738855	4.0	1525.5	1451.9	73.6
TEM_CP13_L2_28	468433	7738855	4.0	1525.5	1434.9	90.6
TEM_CP13_L2_28	468433	7738855	285.3	1525.5	1434.8	90.7
TEM_CP13_L2_28	468433	7738855	285.3	1525.5	1252.5	273.0
TEM_CP13_L2_28	468433	7738855	11.3	1525.5	1252.4	273.1
TEM_CP13_L2_28	468433	7738855	11.3	1525.5	1075.6	449.9
TEM_CP13_L2_29	468754	7736881	259.5	1543.6	1543.6	0.0
TEM_CP13_L2_29	468754	7736881	259.5	1543.6	1476.6	67.0
TEM_CP13_L2_29	468754	7736881	181.9	1543.6	1476.5	67.1
TEM_CP13_L2_29	468754	7736881	181.9	1543.6	1443.8	99.8

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L2_29	468754	7736881	20.0	1543.6	1443.7	99.9
TEM_CP13_L2_29	468754	7736881	20.0	1543.6	1391.2	152.4
TEM_CP13_L2_29	468754	7736881	85.1	1543.6	1391.1	152.5
TEM_CP13_L2_29	468754	7736881	85.1	1543.6	1322.5	221.1
TEM_CP13_L2_29	468754	7736881	32.7	1543.6	1322.4	221.2
TEM_CP13_L2_29	468754	7736881	32.7	1543.6	1278.3	265.3
TEM_CP13_L2_29	468754	7736881	8.9	1543.6	1278.2	265.4
TEM_CP13_L2_29	468754	7736881	8.9	1543.6	1093.7	449.9
TEM_CP13_L2_30	469074	7734907	54096	1614.1	1614.1	0.0
TEM_CP13_L2_30	469074	7734907	54096	1614.1	1549.9	64.2
TEM_CP13_L2_30	469074	7734907	5642	1614.1	1549.8	64.3
TEM_CP13_L2_30	469074	7734907	5642	1614.1	1505.9	108.2
TEM_CP13_L2_30	469074	7734907	203.9	1614.1	1505.8	108.3
TEM_CP13_L2_30	469074	7734907	203.9	1614.1	1477.1	137.0
TEM_CP13_L2_30	469074	7734907	8.6	1614.1	1477.0	137.1
TEM_CP13_L2_30	469074	7734907	8.6	1614.1	1457.2	156.9
TEM_CP13_L2_30	469074	7734907	23.7	1614.1	1457.1	157.0
TEM_CP13_L2_30	469074	7734907	23.7	1614.1	1415.2	198.9
TEM_CP13_L2_30	469074	7734907	12.6	1614.1	1415.1	199.0
TEM_CP13_L2_30	469074	7734907	12.6	1614.1	1164.2	449.9
TEM_CP13_L2_31	469395	7732932	180.1	1625.8	1625.8	0.0
TEM_CP13_L2_31	469395	7732932	180.1	1625.8	1572.9	52.9
TEM_CP13_L2_31	469395	7732932	81.0	1625.8	1572.8	53.0
TEM_CP13_L2_31	469395	7732932	81.0	1625.8	1529.7	96.1
TEM_CP13_L2_31	469395	7732932	12.8	1625.8	1529.6	96.2
TEM_CP13_L2_31	469395	7732932	12.8	1625.8	1491.3	134.5
TEM_CP13_L2_31	469395	7732932	35.5	1625.8	1491.2	134.6
TEM_CP13_L2_31	469395	7732932	35.5	1625.8	1380.6	245.2
TEM_CP13_L2_31	469395	7732932	7.6	1625.8	1380.5	245.3
TEM_CP13_L2_31	469395	7732932	7.6	1625.8	1175.9	449.9
TEM_CP13_L2_32	469715	7730954	631.7	1611.0	1611.0	0.0
TEM_CP13_L2_32	469715	7730954	631.7	1611.0	1566.3	44.7
TEM_CP13_L2_32	469715	7730954	166.9	1611.0	1566.2	44.8
TEM_CP13_L2_32	469715	7730954	166.9	1611.0	1505.6	105.4
TEM_CP13_L2_32	469715	7730954	51.9	1611.0	1505.5	105.5
TEM_CP13_L2_32	469715	7730954	51.9	1611.0	1475.4	135.6
TEM_CP13_L2_32	469715	7730954	8.6	1611.0	1475.3	135.7
TEM_CP13_L2_32	469715	7730954	8.6	1611.0	1414.2	196.8

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L2_32	469715	7730954	14.3	1611.0	1414.1	196.9
TEM_CP13_L2_32	469715	7730954	14.3	1611.0	1161.1	449.9
TEM_CP13_L2_33	470356	7727010	30492	1591.5	1591.5	0.0
TEM_CP13_L2_33	470356	7727010	30492	1591.5	1553.6	37.9
TEM_CP13_L2_33	470356	7727010	3374.1	1591.5	1553.5	38.0
TEM_CP13_L2_33	470356	7727010	3374.1	1591.5	1491.7	99.8
TEM_CP13_L2_33	470356	7727010	508.9	1591.5	1491.6	99.9
TEM_CP13_L2_33	470356	7727010	508.9	1591.5	1430.8	160.7
TEM_CP13_L2_33	470356	7727010	68.7	1591.5	1430.7	160.8
TEM_CP13_L2_33	470356	7727010	68.7	1591.5	1403.7	187.8
TEM_CP13_L2_33	470356	7727010	9.9	1591.5	1403.6	187.9
TEM_CP13_L2_33	470356	7727010	9.9	1591.5	1350.9	240.6
TEM_CP13_L2_33	470356	7727010	19.4	1591.5	1350.8	240.7
TEM_CP13_L2_33	470356	7727010	19.4	1591.5	1305.3	286.2
TEM_CP13_L2_33	470356	7727010	11.2	1591.5	1305.2	286.3
TEM_CP13_L2_33	470356	7727010	11.2	1591.5	1159.8	431.7
TEM_CP13_L2_33	470356	7727010	20.7	1591.5	1159.7	431.8
TEM_CP13_L2_33	470356	7727010	20.7	1591.5	1141.6	449.9
TEM_CP13_L2_34	470677	7725036	13063	1569.2	1569.2	0.0
TEM_CP13_L2_34	470677	7725036	13063	1569.2	1512.4	56.8
TEM_CP13_L2_34	470677	7725036	5083	1569.2	1512.3	56.9
TEM_CP13_L2_34	470677	7725036	5083	1569.2	1466.6	102.6
TEM_CP13_L2_34	470677	7725036	570.3	1569.2	1466.5	102.7
TEM_CP13_L2_34	470677	7725036	570.3	1569.2	1415.3	153.9
TEM_CP13_L2_34	470677	7725036	12.9	1569.2	1415.2	154.0
TEM_CP13_L2_34	470677	7725036	12.9	1569.2	1342.2	227.0
TEM_CP13_L2_34	470677	7725036	19.7	1569.2	1342.1	227.1
TEM_CP13_L2_34	470677	7725036	19.7	1569.2	1119.3	449.9
TEM_CP13_L2_35	470997	7723062	1760.9	1520.4	1520.4	0.0
TEM_CP13_L2_35	470997	7723062	1760.9	1520.4	1438.2	82.2
TEM_CP13_L2_35	470997	7723062	147.4	1520.4	1438.1	82.3
TEM_CP13_L2_35	470997	7723062	147.4	1520.4	1377.4	143.0
TEM_CP13_L2_35	470997	7723062	3.9	1520.4	1377.3	143.1
TEM_CP13_L2_35	470997	7723062	3.9	1520.4	1333.1	187.3
TEM_CP13_L2_35	470997	7723062	9.6	1520.4	1333.0	187.4
TEM_CP13_L2_35	470997	7723062	9.6	1520.4	1070.5	449.9
TEM_CP13_L2_36	471317	7721087	304.3	1523.2	1523.2	0.0
TEM_CP13_L2_36	471317	7721087	304.3	1523.2	1364.4	158.8

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L2_36	471317	7721087	91.4	1523.2	1364.3	158.9
TEM_CP13_L2_36	471317	7721087	91.4	1523.2	1339.7	183.5
TEM_CP13_L2_36	471317	7721087	21.2	1523.2	1339.6	183.6
TEM_CP13_L2_36	471317	7721087	21.2	1523.2	1245.0	278.2
TEM_CP13_L2_36	471317	7721087	6.9	1523.2	1244.9	278.3
TEM_CP13_L2_36	471317	7721087	6.9	1523.2	1210.1	313.1
TEM_CP13_L2_36	471317	7721087	4.4	1523.2	1210.0	313.2
TEM_CP13_L2_36	471317	7721087	4.4	1523.2	1147.9	375.3
TEM_CP13_L2_36	471317	7721087	7.9	1523.2	1147.8	375.4
TEM_CP13_L2_36	471317	7721087	7.9	1523.2	1073.3	449.9
TEM_CP13_L2_37	471638	7719113	7365	1608.7	1608.7	0.0
TEM_CP13_L2_37	471638	7719113	7365	1608.7	1497.0	111.7
TEM_CP13_L2_37	471638	7719113	2941.1	1608.7	1496.9	111.8
TEM_CP13_L2_37	471638	7719113	2941.1	1608.7	1445.6	163.1
TEM_CP13_L2_37	471638	7719113	437.4	1608.7	1445.5	163.2
TEM_CP13_L2_37	471638	7719113	437.4	1608.7	1379.9	228.8
TEM_CP13_L2_37	471638	7719113	29.6	1608.7	1379.8	228.9
TEM_CP13_L2_37	471638	7719113	29.6	1608.7	1306.6	302.1
TEM_CP13_L2_37	471638	7719113	133.9	1608.7	1306.5	302.2
TEM_CP13_L2_37	471638	7719113	133.9	1608.7	1224.0	384.7
TEM_CP13_L2_37	471638	7719113	16.1	1608.7	1223.9	384.8
TEM_CP13_L2_37	471638	7719113	16.1	1608.7	1158.8	449.9
TEM_CP13_L2_38	471958	7717139	2227.1	1726.9	1726.9	0.0
TEM_CP13_L2_38	471958	7717139	2227.1	1726.9	1593.1	133.8
TEM_CP13_L2_38	471958	7717139	678.0	1726.9	1593.0	133.9
TEM_CP13_L2_38	471958	7717139	678.0	1726.9	1510.6	216.3
TEM_CP13_L2_38	471958	7717139	238.3	1726.9	1510.5	216.4
TEM_CP13_L2_38	471958	7717139	238.3	1726.9	1466.7	260.2
TEM_CP13_L2_38	471958	7717139	31.4	1726.9	1466.6	260.3
TEM_CP13_L2_38	471958	7717139	31.4	1726.9	1394.1	332.8
TEM_CP13_L2_38	471958	7717139	140.5	1726.9	1394.0	332.9
TEM_CP13_L2_38	471958	7717139	140.5	1726.9	1292.6	434.3
TEM_CP13_L2_38	471958	7717139	8.4	1726.9	1292.5	434.4
TEM_CP13_L2_38	471958	7717139	8.4	1726.9	1277.0	449.9
TEM_CP13_L2_39	472279	7715165	21829	1716.0	1716.0	0.0
TEM_CP13_L2_39	472279	7715165	21829	1716.0	1600.6	115.4
TEM_CP13_L2_39	472279	7715165	5569	1716.0	1600.5	115.5
TEM_CP13_L2_39	472279	7715165	5569	1716.0	1539.2	176.8

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L2_39	472279	7715165	775.2	1716.0	1539.1	176.9
TEM_CP13_L2_39	472279	7715165	775.2	1716.0	1471.3	244.7
TEM_CP13_L2_39	472279	7715165	5.8	1716.0	1471.2	244.8
TEM_CP13_L2_39	472279	7715165	5.8	1716.0	1399.8	316.2
TEM_CP13_L2_39	472279	7715165	2.4	1716.0	1399.7	316.3
TEM_CP13_L2_39	472279	7715165	2.4	1716.0	1266.1	449.9
TEM_CP13_L2_40	472599	7713191	5262	1664.8	1664.8	0.0
TEM_CP13_L2_40	472599	7713191	5262	1664.8	1599.0	65.8
TEM_CP13_L2_40	472599	7713191	1836.6	1664.8	1598.9	65.9
TEM_CP13_L2_40	472599	7713191	1836.6	1664.8	1540.6	124.2
TEM_CP13_L2_40	472599	7713191	171.4	1664.8	1540.5	124.3
TEM_CP13_L2_40	472599	7713191	171.4	1664.8	1447.9	216.9
TEM_CP13_L2_40	472599	7713191	4.2	1664.8	1447.8	217.0
TEM_CP13_L2_40	472599	7713191	4.2	1664.8	1214.9	449.9
TEM_CP13_L2_41	472920	7711217	3859.5	1701.2	1701.2	0.0
TEM_CP13_L2_41	472920	7711217	3859.5	1701.2	1665.7	35.5
TEM_CP13_L2_41	472920	7711217	1487.7	1701.2	1665.6	35.6
TEM_CP13_L2_41	472920	7711217	1487.7	1701.2	1571.5	129.7
TEM_CP13_L2_41	472920	7711217	180.5	1701.2	1571.4	129.8
TEM_CP13_L2_41	472920	7711217	180.5	1701.2	1463.2	238.0
TEM_CP13_L2_41	472920	7711217	7.5	1701.2	1463.1	238.1
TEM_CP13_L2_41	472920	7711217	7.5	1701.2	1251.3	449.9
TEM_CP13_L2_42	473271	7709596	395.8	1588.5	1588.5	0.0
TEM_CP13_L2_42	473271	7709596	395.8	1588.5	1534.6	53.9
TEM_CP13_L2_42	473271	7709596	149.0	1588.5	1534.5	54.0
TEM_CP13_L2_42	473271	7709596	149.0	1588.5	1450.1	138.4
TEM_CP13_L2_42	473271	7709596	3.2	1588.5	1450.0	138.5
TEM_CP13_L2_42	473271	7709596	3.2	1588.5	1430.9	157.6
TEM_CP13_L2_42	473271	7709596	26.0	1588.5	1430.8	157.7
TEM_CP13_L2_42	473271	7709596	26.0	1588.5	1364.3	224.2
TEM_CP13_L2_42	473271	7709596	6.0	1588.5	1364.2	224.3
TEM_CP13_L2_42	473271	7709596	6.0	1588.5	1138.6	449.9
TEM_CP13_L3_43	460498	7718744	988.9	1185.0	1185.0	0.0
TEM_CP13_L3_43	460498	7718744	988.9	1185.0	1132.5	52.5
TEM_CP13_L3_43	460498	7718744	6.2	1185.0	1132.4	52.6
TEM_CP13_L3_43	460498	7718744	6.2	1185.0	1107.6	77.4
TEM_CP13_L3_43	460498	7718744	18.3	1185.0	1107.5	77.5
TEM_CP13_L3_43	460498	7718744	18.3	1185.0	1055.3	129.7

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L3_43	460498	7718744	7.7	1185.0	1055.2	129.8
TEM_CP13_L3_43	460498	7718744	7.7	1185.0	735.1	449.9
TEM_CP13_L3_44	463492	7719192	297.4	1232.4	1232.4	0.0
TEM_CP13_L3_44	463492	7719192	297.4	1232.4	1203.6	28.8
TEM_CP13_L3_44	463492	7719192	106.2	1232.4	1203.5	28.9
TEM_CP13_L3_44	463492	7719192	106.2	1232.4	1160.0	72.4
TEM_CP13_L3_44	463492	7719192	18.4	1232.4	1159.9	72.5
TEM_CP13_L3_44	463492	7719192	18.4	1232.4	1040.0	192.4
TEM_CP13_L3_44	463492	7719192	6.0	1232.4	1039.9	192.5
TEM_CP13_L3_44	463492	7719192	6.0	1232.4	782.5	449.9
TEM_CP13_L3_45	465475	7719446	5484	1269.7	1269.7	0.0
TEM_CP13_L3_45	465475	7719446	5484	1269.7	1206.2	63.5
TEM_CP13_L3_45	465475	7719446	116.6	1269.7	1206.1	63.6
TEM_CP13_L3_45	465475	7719446	116.6	1269.7	1189.2	80.5
TEM_CP13_L3_45	465475	7719446	3.5	1269.7	1189.1	80.6
TEM_CP13_L3_45	465475	7719446	3.5	1269.7	1176.4	93.3
TEM_CP13_L3_45	465475	7719446	20.2	1269.7	1176.3	93.4
TEM_CP13_L3_45	465475	7719446	20.2	1269.7	998.4	271.3
TEM_CP13_L3_45	465475	7719446	11.6	1269.7	998.3	271.4
TEM_CP13_L3_45	465475	7719446	11.6	1269.7	819.8	449.9
TEM_CP13_L3_46	467459	7719701	3327.7	1300.2	1300.2	0.0
TEM_CP13_L3_46	467459	7719701	3327.7	1300.2	1258.9	41.3
TEM_CP13_L3_46	467459	7719701	658.9	1300.2	1258.8	41.4
TEM_CP13_L3_46	467459	7719701	658.9	1300.2	1199.6	100.6
TEM_CP13_L3_46	467459	7719701	16.0	1300.2	1199.5	100.7
TEM_CP13_L3_46	467459	7719701	16.0	1300.2	1164.9	135.3
TEM_CP13_L3_46	467459	7719701	77.7	1300.2	1164.8	135.4
TEM_CP13_L3_46	467459	7719701	77.7	1300.2	1132.0	168.2
TEM_CP13_L3_46	467459	7719701	4.4	1300.2	1131.9	168.3
TEM_CP13_L3_46	467459	7719701	4.4	1300.2	1076.4	223.8
TEM_CP13_L3_46	467459	7719701	17.7	1300.2	1076.3	223.9
TEM_CP13_L3_46	467459	7719701	17.7	1300.2	1022.6	277.6
TEM_CP13_L3_46	467459	7719701	3.7	1300.2	1022.5	277.7
TEM_CP13_L3_46	467459	7719701	3.7	1300.2	950.8	349.4
TEM_CP13_L3_46	467459	7719701	7.8	1300.2	950.7	349.5
TEM_CP13_L3_46	467459	7719701	7.8	1300.2	850.3	449.9
TEM_CP13_L3_47	469443	7719956	446.0	1403.3	1403.3	0.0
TEM_CP13_L3_47	469443	7719956	446.0	1403.3	1326.5	76.8

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L3_47	469443	7719956	111.3	1403.3	1326.4	76.9
TEM_CP13_L3_47	469443	7719956	111.3	1403.3	1271.4	131.9
TEM_CP13_L3_47	469443	7719956	18.0	1403.3	1271.3	132.0
TEM_CP13_L3_47	469443	7719956	18.0	1403.3	1220.6	182.7
TEM_CP13_L3_47	469443	7719956	3.8	1403.3	1220.5	182.8
TEM_CP13_L3_47	469443	7719956	3.8	1403.3	953.4	449.9
TEM_CP13_L2_48	471427	7720210	1373.9	1538.8	1538.8	0.0
TEM_CP13_L2_48	471427	7720210	1373.9	1538.8	1465.0	73.8
TEM_CP13_L2_48	471427	7720210	216.3	1538.8	1464.9	73.9
TEM_CP13_L2_48	471427	7720210	216.3	1538.8	1346.1	192.7
TEM_CP13_L2_48	471427	7720210	29.3	1538.8	1346.0	192.8
TEM_CP13_L2_48	471427	7720210	29.3	1538.8	1206.5	332.3
TEM_CP13_L2_48	471427	7720210	5.3	1538.8	1206.4	332.4
TEM_CP13_L2_48	471427	7720210	5.3	1538.8	1147.2	391.6
TEM_CP13_L2_48	471427	7720210	9.7	1538.8	1147.1	391.7
TEM_CP13_L2_48	471427	7720210	9.7	1538.8	1088.9	449.9
TEM_CP13_L3_48	471427	7720210	1373.9	1538.8	1538.8	0.0
TEM_CP13_L3_48	471427	7720210	1373.9	1538.8	1465.0	73.8
TEM_CP13_L3_48	471427	7720210	216.3	1538.8	1464.9	73.9
TEM_CP13_L3_48	471427	7720210	216.3	1538.8	1346.1	192.7
TEM_CP13_L3_48	471427	7720210	29.3	1538.8	1346.0	192.8
TEM_CP13_L3_48	471427	7720210	29.3	1538.8	1206.5	332.3
TEM_CP13_L3_48	471427	7720210	5.3	1538.8	1206.4	332.4
TEM_CP13_L3_48	471427	7720210	5.3	1538.8	1147.2	391.6
TEM_CP13_L3_48	471427	7720210	9.7	1538.8	1147.1	391.7
TEM_CP13_L3_48	471427	7720210	9.7	1538.8	1088.9	449.9
TEM_CP13_L3_49	473410	7720465	176.1	1751.3	1751.3	0.0
TEM_CP13_L3_49	473410	7720465	176.1	1751.3	1730.1	21.2
TEM_CP13_L3_49	473410	7720465	807.8	1751.3	1730.0	21.3
TEM_CP13_L3_49	473410	7720465	807.8	1751.3	1569.0	182.3
TEM_CP13_L3_49	473410	7720465	112.8	1751.3	1568.9	182.4
TEM_CP13_L3_49	473410	7720465	112.8	1751.3	1503.1	248.2
TEM_CP13_L3_49	473410	7720465	28.5	1751.3	1503.0	248.3
TEM_CP13_L3_49	473410	7720465	28.5	1751.3	1328.6	422.7
TEM_CP13_L3_49	473410	7720465	54.6	1751.3	1328.5	422.8
TEM_CP13_L3_49	473410	7720465	54.6	1751.3	1301.4	449.9
TEM_CP13_L3_50	475394	7720719	510.3	1977.1	1977.1	0.0
TEM_CP13_L3_50	475394	7720719	510.3	1977.1	1907.7	69.4

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L3_50	475394	7720719	270.1	1977.1	1907.6	69.5
TEM_CP13_L3_50	475394	7720719	270.1	1977.1	1835.9	141.2
TEM_CP13_L3_50	475394	7720719	103.7	1977.1	1835.8	141.3
TEM_CP13_L3_50	475394	7720719	103.7	1977.1	1787.4	189.7
TEM_CP13_L3_50	475394	7720719	31.9	1977.1	1787.3	189.8
TEM_CP13_L3_50	475394	7720719	31.9	1977.1	1744.9	232.2
TEM_CP13_L3_50	475394	7720719	89.5	1977.1	1744.8	232.3
TEM_CP13_L3_50	475394	7720719	89.5	1977.1	1657.8	319.3
TEM_CP13_L3_50	475394	7720719	41.6	1977.1	1657.7	319.4
TEM_CP13_L3_50	475394	7720719	41.6	1977.1	1578.3	398.8
TEM_CP13_L3_50	475394	7720719	18.4	1977.1	1578.2	398.9
TEM_CP13_L3_50	475394	7720719	18.4	1977.1	1527.2	449.9
TEM_CP13_L3_51	477378	7720974	9448	2136.7	2136.7	0.0
TEM_CP13_L3_51	477378	7720974	9448	2136.7	2031.6	105.1
TEM_CP13_L3_51	477378	7720974	1007.3	2136.7	2031.5	105.2
TEM_CP13_L3_51	477378	7720974	1007.3	2136.7	1883.7	253.0
TEM_CP13_L3_51	477378	7720974	49.4	2136.7	1883.6	253.1
TEM_CP13_L3_51	477378	7720974	49.4	2136.7	1691.6	445.1
TEM_CP13_L3_51	477378	7720974	15.0	2136.7	1691.5	445.2
TEM_CP13_L3_51	477378	7720974	15.0	2136.7	1686.8	449.9
TEM_CP13_L3_52	479361	7721229	4519.4	2245.0	2245.0	0.0
TEM_CP13_L3_52	479361	7721229	4519.4	2245.0	2200.6	44.4
TEM_CP13_L3_52	479361	7721229	472.3	2245.0	2200.5	44.5
TEM_CP13_L3_52	479361	7721229	472.3	2245.0	2133.0	112.0
TEM_CP13_L3_52	479361	7721229	159.6	2245.0	2132.9	112.1
TEM_CP13_L3_52	479361	7721229	159.6	2245.0	2055.8	189.2
TEM_CP13_L3_52	479361	7721229	43.1	2245.0	2055.7	189.3
TEM_CP13_L3_52	479361	7721229	43.1	2245.0	1978.4	266.6
TEM_CP13_L3_52	479361	7721229	109.5	2245.0	1978.3	266.7
TEM_CP13_L3_52	479361	7721229	109.5	2245.0	1923.4	321.6
TEM_CP13_L3_52	479361	7721229	66.1	2245.0	1923.3	321.7
TEM_CP13_L3_52	479361	7721229	66.1	2245.0	1854.4	390.6
TEM_CP13_L3_52	479361	7721229	17.3	2245.0	1854.3	390.7
TEM_CP13_L3_52	479361	7721229	17.3	2245.0	1795.1	449.9
TEM_CP13_L3_53	481345	7721483	1936.9	2351.8	2351.8	0.0
TEM_CP13_L3_53	481345	7721483	1936.9	2351.8	2302.4	49.4
TEM_CP13_L3_53	481345	7721483	476.1	2351.8	2302.3	49.5
TEM_CP13_L3_53	481345	7721483	476.1	2351.8	2232.6	119.2

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L3_53	481345	7721483	157.6	2351.8	2232.5	119.3
TEM_CP13_L3_53	481345	7721483	157.6	2351.8	2188.3	163.5
TEM_CP13_L3_53	481345	7721483	43.6	2351.8	2188.2	163.6
TEM_CP13_L3_53	481345	7721483	43.6	2351.8	2007.7	344.1
TEM_CP13_L3_53	481345	7721483	17.7	2351.8	2007.6	344.2
TEM_CP13_L3_53	481345	7721483	17.7	2351.8	1901.9	449.9
TEM_CP13_L3_54	483043	7721850	3305.7	2485.8	2485.8	0.0
TEM_CP13_L3_54	483043	7721850	3305.7	2485.8	2384.6	101.2
TEM_CP13_L3_54	483043	7721850	952.7	2485.8	2384.5	101.3
TEM_CP13_L3_54	483043	7721850	952.7	2485.8	2329.0	156.8
TEM_CP13_L3_54	483043	7721850	259.1	2485.8	2328.9	156.9
TEM_CP13_L3_54	483043	7721850	259.1	2485.8	2299.1	186.7
TEM_CP13_L3_54	483043	7721850	38.2	2485.8	2299.0	186.8
TEM_CP13_L3_54	483043	7721850	38.2	2485.8	2234.6	251.2
TEM_CP13_L3_54	483043	7721850	65.1	2485.8	2234.5	251.3
TEM_CP13_L3_54	483043	7721850	65.1	2485.8	2082.0	403.8
TEM_CP13_L3_54	483043	7721850	48.9	2485.8	2081.9	403.9
TEM_CP13_L3_54	483043	7721850	48.9	2485.8	2035.9	449.9
TEM_CP13_L4_55	458040	7724853	3280.9	1134.0	1134.0	0.0
TEM_CP13_L4_55	458040	7724853	3280.9	1134.0	1078.6	55.4
TEM_CP13_L4_55	458040	7724853	220.9	1134.0	1078.5	55.5
TEM_CP13_L4_55	458040	7724853	220.9	1134.0	1057.3	76.7
TEM_CP13_L4_55	458040	7724853	9.4	1134.0	1057.2	76.8
TEM_CP13_L4_55	458040	7724853	9.4	1134.0	684.1	449.9
TEM_CP13_L4_56	460975	7725869	988.4	1193.5	1193.5	0.0
TEM_CP13_L4_56	460975	7725869	988.4	1193.5	1163.7	29.8
TEM_CP13_L4_56	460975	7725869	115.0	1193.5	1163.6	29.9
TEM_CP13_L4_56	460975	7725869	115.0	1193.5	1138.7	54.8
TEM_CP13_L4_56	460975	7725869	4.2	1193.5	1138.6	54.9
TEM_CP13_L4_56	460975	7725869	4.2	1193.5	1115.9	77.6
TEM_CP13_L4_56	460975	7725869	7.8	1193.5	1115.8	77.7
TEM_CP13_L4_56	460975	7725869	7.8	1193.5	1104.0	89.5
TEM_CP13_L4_56	460975	7725869	4.8	1193.5	1103.9	89.6
TEM_CP13_L4_56	460975	7725869	4.8	1193.5	1066.6	126.9
TEM_CP13_L4_56	460975	7725869	11.1	1193.5	1066.5	127.0
TEM_CP13_L4_56	460975	7725869	11.1	1193.5	955.8	237.7
TEM_CP13_L4_56	460975	7725869	4.5	1193.5	955.7	237.8
TEM_CP13_L4_56	460975	7725869	4.5	1193.5	743.6	449.9

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L4_57	462853	7726506	1585.2	1244.7	1244.7	0.0
TEM_CP13_L4_57	462853	7726506	1585.2	1244.7	1216.3	28.4
TEM_CP13_L4_57	462853	7726506	182.9	1244.7	1216.2	28.5
TEM_CP13_L4_57	462853	7726506	182.9	1244.7	1192.0	52.7
TEM_CP13_L4_57	462853	7726506	9.5	1244.7	1191.9	52.8
TEM_CP13_L4_57	462853	7726506	9.5	1244.7	1170.9	73.8
TEM_CP13_L4_57	462853	7726506	24.8	1244.7	1170.8	73.9
TEM_CP13_L4_57	462853	7726506	24.8	1244.7	1125.4	119.3
TEM_CP13_L4_57	462853	7726506	7.5	1244.7	1125.3	119.4
TEM_CP13_L4_57	462853	7726506	7.5	1244.7	794.8	449.9
TEM_CP13_L4_58	466644	7727780	383.8	1345.4	1345.4	0.0
TEM_CP13_L4_58	466644	7727780	383.8	1345.4	1307.7	37.7
TEM_CP13_L4_58	466644	7727780	6.3	1345.4	1307.6	37.8
TEM_CP13_L4_58	466644	7727780	6.3	1345.4	1277.7	67.7
TEM_CP13_L4_58	466644	7727780	21.8	1345.4	1277.6	67.8
TEM_CP13_L4_58	466644	7727780	21.8	1345.4	1214.1	131.3
TEM_CP13_L4_58	466644	7727780	10.0	1345.4	1214.0	131.4
TEM_CP13_L4_58	466644	7727780	10.0	1345.4	895.5	449.9
TEM_CP13_L4_59	468540	7728417	14952	1438.5	1438.5	0.0
TEM_CP13_L4_59	468540	7728417	14952	1438.5	1386.9	51.6
TEM_CP13_L4_59	468540	7728417	889.8	1438.5	1386.8	51.7
TEM_CP13_L4_59	468540	7728417	889.8	1438.5	1350.8	87.7
TEM_CP13_L4_59	468540	7728417	3.2	1438.5	1350.7	87.8
TEM_CP13_L4_59	468540	7728417	3.2	1438.5	1336.6	101.9
TEM_CP13_L4_59	468540	7728417	37.2	1438.5	1336.5	102.0
TEM_CP13_L4_59	468540	7728417	37.2	1438.5	1273.4	165.1
TEM_CP13_L4_59	468540	7728417	7.8	1438.5	1273.3	165.2
TEM_CP13_L4_59	468540	7728417	7.8	1438.5	1100.8	337.7
TEM_CP13_L4_59	468540	7728417	14.7	1438.5	1100.7	337.8
TEM_CP13_L4_59	468540	7728417	14.7	1438.5	988.6	449.9
TEM_CP13_L4_60	470436	7729054	3561.5	1575.1	1575.1	0.0
TEM_CP13_L4_60	470436	7729054	3561.5	1575.1	1531.0	44.1
TEM_CP13_L4_60	470436	7729054	525.7	1575.1	1530.9	44.2
TEM_CP13_L4_60	470436	7729054	525.7	1575.1	1497.2	77.9
TEM_CP13_L4_60	470436	7729054	7.9	1575.1	1497.1	78.0
TEM_CP13_L4_60	470436	7729054	7.9	1575.1	1474.2	100.9
TEM_CP13_L4_60	470436	7729054	35.9	1575.1	1474.1	101.0
TEM_CP13_L4_60	470436	7729054	35.9	1575.1	1431.5	143.6

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L4_60	470436	7729054	8.0	1575.1	1431.4	143.7
TEM_CP13_L4_60	470436	7729054	8.0	1575.1	1371.2	203.9
TEM_CP13_L4_60	470436	7729054	30.4	1575.1	1371.1	204.0
TEM_CP13_L4_60	470436	7729054	30.4	1575.1	1310.1	265.0
TEM_CP13_L4_60	470436	7729054	7.3	1575.1	1310.0	265.1
TEM_CP13_L4_60	470436	7729054	7.3	1575.1	1125.2	449.9
TEM_CP13_L4_61	472332	7729691	4694.3	1771.4	1771.4	0.0
TEM_CP13_L4_61	472332	7729691	4694.3	1771.4	1690.4	81.0
TEM_CP13_L4_61	472332	7729691	1335.5	1771.4	1690.3	81.1
TEM_CP13_L4_61	472332	7729691	1335.5	1771.4	1608.8	162.6
TEM_CP13_L4_61	472332	7729691	347.6	1771.4	1608.7	162.7
TEM_CP13_L4_61	472332	7729691	347.6	1771.4	1576.1	195.3
TEM_CP13_L4_61	472332	7729691	139.7	1771.4	1576.0	195.4
TEM_CP13_L4_61	472332	7729691	139.7	1771.4	1543.3	228.1
TEM_CP13_L4_61	472332	7729691	21.0	1771.4	1543.2	228.2
TEM_CP13_L4_61	472332	7729691	21.0	1771.4	1495.9	275.5
TEM_CP13_L4_61	472332	7729691	48.7	1771.4	1495.8	275.6
TEM_CP13_L4_61	472332	7729691	48.7	1771.4	1428.9	342.5
TEM_CP13_L4_61	472332	7729691	17.5	1771.4	1428.8	342.6
TEM_CP13_L4_61	472332	7729691	17.5	1771.4	1349.6	421.8
TEM_CP13_L4_61	472332	7729691	48.8	1771.4	1349.5	421.9
TEM_CP13_L4_61	472332	7729691	48.8	1771.4	1321.5	449.9
TEM_CP13_L4_62	474228	7730327	781.1	1799.5	1799.5	0.0
TEM_CP13_L4_62	474228	7730327	781.1	1799.5	1742.0	57.5
TEM_CP13_L4_62	474228	7730327	257.5	1799.5	1741.9	57.6
TEM_CP13_L4_62	474228	7730327	257.5	1799.5	1656.3	143.2
TEM_CP13_L4_62	474228	7730327	109.7	1799.5	1656.2	143.3
TEM_CP13_L4_62	474228	7730327	109.7	1799.5	1621.6	177.9
TEM_CP13_L4_62	474228	7730327	28.9	1799.5	1621.5	178.0
TEM_CP13_L4_62	474228	7730327	28.9	1799.5	1551.3	248.2
TEM_CP13_L4_62	474228	7730327	48.7	1799.5	1551.2	248.3
TEM_CP13_L4_62	474228	7730327	48.7	1799.5	1449.9	349.6
TEM_CP13_L4_62	474228	7730327	22.0	1799.5	1449.8	349.7
TEM_CP13_L4_62	474228	7730327	22.0	1799.5	1349.6	449.9
TEM_CP13_L4_63	475960	7730670	4208.4	1950.7	1950.7	0.0
TEM_CP13_L4_63	475960	7730670	4208.4	1950.7	1893.2	57.5
TEM_CP13_L4_63	475960	7730670	1390.3	1950.7	1893.1	57.6
TEM_CP13_L4_63	475960	7730670	1390.3	1950.7	1818.8	131.9

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L4_63	475960	7730670	142.1	1950.7	1818.7	132.0
TEM_CP13_L4_63	475960	7730670	142.1	1950.7	1790.9	159.8
TEM_CP13_L4_63	475960	7730670	11.8	1950.7	1790.8	159.9
TEM_CP13_L4_63	475960	7730670	11.8	1950.7	1765.3	185.4
TEM_CP13_L4_63	475960	7730670	86.3	1950.7	1765.2	185.5
TEM_CP13_L4_63	475960	7730670	86.3	1950.7	1659.1	291.6
TEM_CP13_L4_63	475960	7730670	21.2	1950.7	1659.0	291.7
TEM_CP13_L4_63	475960	7730670	21.2	1950.7	1500.8	449.9
TEM_CP13_L8_64	459990	7731549	767.7	1168.1	1168.1	0.0
TEM_CP13_L8_64	459990	7731549	767.7	1168.1	1115.1	53.0
TEM_CP13_L8_64	459990	7731549	116.0	1168.1	1115.0	53.1
TEM_CP13_L8_64	459990	7731549	116.0	1168.1	1087.7	80.4
TEM_CP13_L8_64	459990	7731549	5.4	1168.1	1087.6	80.5
TEM_CP13_L8_64	459990	7731549	5.4	1168.1	1052.0	116.1
TEM_CP13_L8_64	459990	7731549	13.9	1168.1	1051.9	116.2
TEM_CP13_L8_64	459990	7731549	13.9	1168.1	957.1	211.0
TEM_CP13_L8_64	459990	7731549	6.2	1168.1	957.0	211.1
TEM_CP13_L8_64	459990	7731549	6.2	1168.1	718.2	449.9
TEM_CP13_L8_65	462353	7732423	325.1	1256.9	1256.9	0.0
TEM_CP13_L8_65	462353	7732423	325.1	1256.9	1220.4	36.5
TEM_CP13_L8_65	462353	7732423	8.1	1256.9	1220.3	36.6
TEM_CP13_L8_65	462353	7732423	8.1	1256.9	1200.5	56.4
TEM_CP13_L8_65	462353	7732423	14.1	1256.9	1200.4	56.5
TEM_CP13_L8_65	462353	7732423	14.1	1256.9	1178.8	78.1
TEM_CP13_L8_65	462353	7732423	6.1	1256.9	1178.7	78.2
TEM_CP13_L8_65	462353	7732423	6.1	1256.9	1110.6	146.3
TEM_CP13_L8_65	462353	7732423	14.0	1256.9	1110.5	146.4
TEM_CP13_L8_65	462353	7732423	14.0	1256.9	807.0	449.9
TEM_CP13_L5_66	456573	7734524	399.7	1115.4	1115.4	0.0
TEM_CP13_L5_66	456573	7734524	399.7	1115.4	1076.0	39.4
TEM_CP13_L5_66	456573	7734524	128.1	1115.4	1075.9	39.5
TEM_CP13_L5_66	456573	7734524	128.1	1115.4	1034.6	80.8
TEM_CP13_L5_66	456573	7734524	10.8	1115.4	1034.5	80.9
TEM_CP13_L5_66	456573	7734524	10.8	1115.4	963.0	152.4
TEM_CP13_L5_66	456573	7734524	6.5	1115.4	962.9	152.5
TEM_CP13_L5_66	456573	7734524	6.5	1115.4	899.3	216.1
TEM_CP13_L5_66	456573	7734524	13.3	1115.4	899.2	216.2
TEM_CP13_L5_66	456573	7734524	13.3	1115.4	806.7	308.7

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L5_66	456573	7734524	6.9	1115.4	806.6	308.8
TEM_CP13_L5_66	456573	7734524	6.9	1115.4	665.5	449.9
TEM_CP13_L5_66a	457141	7734965	495.6	1121.8	1121.8	0.0
TEM_CP13_L5_66a	457141	7734965	495.6	1121.8	1082.4	39.4
TEM_CP13_L5_66a	457141	7734965	138.3	1121.8	1082.3	39.5
TEM_CP13_L5_66a	457141	7734965	138.3	1121.8	1041.0	80.8
TEM_CP13_L5_66a	457141	7734965	12.2	1121.8	1040.9	80.9
TEM_CP13_L5_66a	457141	7734965	12.2	1121.8	969.4	152.4
TEM_CP13_L5_66a	457141	7734965	6.4	1121.8	969.3	152.5
TEM_CP13_L5_66a	457141	7734965	6.4	1121.8	905.7	216.1
TEM_CP13_L5_66a	457141	7734965	12.2	1121.8	905.6	216.2
TEM_CP13_L5_66a	457141	7734965	12.2	1121.8	813.1	308.7
TEM_CP13_L5_66a	457141	7734965	7.7	1121.8	813.0	308.8
TEM_CP13_L5_66a	457141	7734965	7.7	1121.8	671.9	449.9
TEM_CP13_L5_67	459427	7735957	982.1	1128.4	1128.4	0.0
TEM_CP13_L5_67	459427	7735957	982.1	1128.4	1103.3	25.1
TEM_CP13_L5_67	459427	7735957	181.5	1128.4	1103.2	25.2
TEM_CP13_L5_67	459427	7735957	181.5	1128.4	1079.0	49.4
TEM_CP13_L5_67	459427	7735957	4.4	1128.4	1078.9	49.5
TEM_CP13_L5_67	459427	7735957	4.4	1128.4	1058.0	70.4
TEM_CP13_L5_67	459427	7735957	15.8	1128.4	1057.9	70.5
TEM_CP13_L5_67	459427	7735957	15.8	1128.4	976.0	152.4
TEM_CP13_L5_67	459427	7735957	12.5	1128.4	975.9	152.5
TEM_CP13_L5_67	459427	7735957	12.5	1128.4	678.5	449.9
TEM_CP13_L5_68	461713	7736949	2355.7	1249.9	1249.9	0.0
TEM_CP13_L5_68	461713	7736949	2355.7	1249.9	1209.4	40.5
TEM_CP13_L5_68	461713	7736949	227.9	1249.9	1209.3	40.6
TEM_CP13_L5_68	461713	7736949	227.9	1249.9	1174.9	75.0
TEM_CP13_L5_68	461713	7736949	5.8	1249.9	1174.8	75.1
TEM_CP13_L5_68	461713	7736949	5.8	1249.9	1142.0	107.9
TEM_CP13_L5_68	461713	7736949	24.4	1249.9	1141.9	108.0
TEM_CP13_L5_68	461713	7736949	24.4	1249.9	1087.7	162.2
TEM_CP13_L5_68	461713	7736949	5.3	1249.9	1087.6	162.3
TEM_CP13_L5_68	461713	7736949	5.3	1249.9	1000.8	249.1
TEM_CP13_L5_68	461713	7736949	12.8	1249.9	1000.7	249.2
TEM_CP13_L5_68	461713	7736949	12.8	1249.9	800.0	449.9
TEM_CP13_L5_69	465406	7738484	464.7	1420.4	1420.4	0.0
TEM_CP13_L5_69	465406	7738484	464.7	1420.4	1386.8	33.6

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L5_69	465406	7738484	69.3	1420.4	1386.7	33.7
TEM_CP13_L5_69	465406	7738484	69.3	1420.4	1353.9	66.5
TEM_CP13_L5_69	465406	7738484	28.3	1420.4	1353.8	66.6
TEM_CP13_L5_69	465406	7738484	28.3	1420.4	1285.9	134.5
TEM_CP13_L5_69	465406	7738484	8.7	1420.4	1285.8	134.6
TEM_CP13_L5_69	465406	7738484	8.7	1420.4	1203.3	217.1
TEM_CP13_L5_69	465406	7738484	4.9	1420.4	1203.2	217.2
TEM_CP13_L5_69	465406	7738484	4.9	1420.4	1070.0	350.4
TEM_CP13_L5_69	465406	7738484	27.5	1420.4	1069.9	350.5
TEM_CP13_L5_69	465406	7738484	27.5	1420.4	970.5	449.9
TEM_CP13_L5_70	467253	7739252	9490	1499.8	1499.8	0.0
TEM_CP13_L5_70	467253	7739252	9490	1499.8	1457.0	42.8
TEM_CP13_L5_70	467253	7739252	2483.2	1499.8	1456.9	42.9
TEM_CP13_L5_70	467253	7739252	2483.2	1499.8	1421.4	78.4
TEM_CP13_L5_70	467253	7739252	451.3	1499.8	1421.3	78.5
TEM_CP13_L5_70	467253	7739252	451.3	1499.8	1392.7	107.1
TEM_CP13_L5_70	467253	7739252	11.1	1499.8	1392.6	107.2
TEM_CP13_L5_70	467253	7739252	11.1	1499.8	1371.1	128.7
TEM_CP13_L5_70	467253	7739252	71.8	1499.8	1371.0	128.8
TEM_CP13_L5_70	467253	7739252	71.8	1499.8	1320.1	179.7
TEM_CP13_L5_70	467253	7739252	5.9	1499.8	1320.0	179.8
TEM_CP13_L5_70	467253	7739252	5.9	1499.8	1263.3	236.5
TEM_CP13_L5_70	467253	7739252	19.9	1499.8	1263.2	236.6
TEM_CP13_L5_70	467253	7739252	19.9	1499.8	1049.9	449.9
TEM_CP13_L5_71	469100	7740020	207.1	1575.3	1575.3	0.0
TEM_CP13_L5_71	469100	7740020	207.1	1575.3	1552.2	23.1
TEM_CP13_L5_71	469100	7740020	74.8	1575.3	1552.1	23.2
TEM_CP13_L5_71	469100	7740020	74.8	1575.3	1499.0	76.3
TEM_CP13_L5_71	469100	7740020	7.4	1575.3	1498.9	76.4
TEM_CP13_L5_71	469100	7740020	7.4	1575.3	1478.7	96.6
TEM_CP13_L5_71	469100	7740020	40.0	1575.3	1478.6	96.7
TEM_CP13_L5_71	469100	7740020	40.0	1575.3	1125.4	449.9
TEM_CP13_L5_72	470800	7740796	201.8	1669.3	1669.3	0.0
TEM_CP13_L5_72	470800	7740796	201.8	1669.3	1622.8	46.5
TEM_CP13_L5_72	470800	7740796	59.3	1669.3	1622.7	46.6
TEM_CP13_L5_72	470800	7740796	59.3	1669.3	1571.1	98.2
TEM_CP13_L5_72	470800	7740796	15.9	1669.3	1571.0	98.3
TEM_CP13_L5_72	470800	7740796	15.9	1669.3	1524.4	144.9

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L5_72	470800	7740796	33.6	1669.3	1524.3	145.0
TEM_CP13_L5_72	470800	7740796	33.6	1669.3	1358.4	310.9
TEM_CP13_L5_72	470800	7740796	13.1	1669.3	1358.3	311.0
TEM_CP13_L5_72	470800	7740796	13.1	1669.3	1219.4	449.9
TEM_CP13_L5_73	472793	7741556	2185.5	1978.6	1978.6	0.0
TEM_CP13_L5_73	472793	7741556	2185.5	1978.6	1931.9	46.7
TEM_CP13_L5_73	472793	7741556	650.2	1978.6	1931.8	46.8
TEM_CP13_L5_73	472793	7741556	650.2	1978.6	1861.1	117.5
TEM_CP13_L5_73	472793	7741556	261.7	1978.6	1861.0	117.6
TEM_CP13_L5_73	472793	7741556	261.7	1978.6	1798.1	180.5
TEM_CP13_L5_73	472793	7741556	84.6	1978.6	1798.0	180.6
TEM_CP13_L5_73	472793	7741556	84.6	1978.6	1743.7	234.9
TEM_CP13_L5_73	472793	7741556	21.0	1978.6	1743.6	235.0
TEM_CP13_L5_73	472793	7741556	21.0	1978.6	1656.9	321.7
TEM_CP13_L5_73	472793	7741556	37.2	1978.6	1656.8	321.8
TEM_CP13_L5_73	472793	7741556	37.2	1978.6	1528.7	449.9
TEM_CP13_L5_74	474640	7743243	2332.2	2211.4	2211.4	0.0
TEM_CP13_L5_74	474640	7743243	2332.2	2211.4	2141.3	70.1
TEM_CP13_L5_74	474640	7743243	726.4	2211.4	2141.2	70.2
TEM_CP13_L5_74	474640	7743243	726.4	2211.4	1976.2	235.2
TEM_CP13_L5_74	474640	7743243	288.5	2211.4	1976.1	235.3
TEM_CP13_L5_74	474640	7743243	288.5	2211.4	1922.3	289.1
TEM_CP13_L5_74	474640	7743243	12.5	2211.4	1922.2	289.2
TEM_CP13_L5_74	474640	7743243	12.5	2211.4	1761.5	449.9
TEM_CP13_L5_75	476486	7743092	900.3	2287.0	2287.0	0.0
TEM_CP13_L5_75	476486	7743092	900.3	2287.0	2166.1	120.9
TEM_CP13_L5_75	476486	7743092	352.8	2287.0	2166.0	121.0
TEM_CP13_L5_75	476486	7743092	352.8	2287.0	2090.7	196.3
TEM_CP13_L5_75	476486	7743092	117.7	2287.0	2090.6	196.4
TEM_CP13_L5_75	476486	7743092	117.7	2287.0	2043.4	243.6
TEM_CP13_L5_75	476486	7743092	11.3	2287.0	2043.3	243.7
TEM_CP13_L5_75	476486	7743092	11.3	2287.0	1980.5	306.5
TEM_CP13_L5_75	476486	7743092	29.0	2287.0	1980.4	306.6
TEM_CP13_L5_75	476486	7743092	29.0	2287.0	1837.1	449.9
TEM_CP13_L5_76	478333	7743860	2007.5	2429.2	2429.2	0.0
TEM_CP13_L5_76	478333	7743860	2007.5	2429.2	2404.6	24.6
TEM_CP13_L5_76	478333	7743860	10834	2429.2	2404.5	24.7
TEM_CP13_L5_76	478333	7743860	10834	2429.2	2218.8	210.4

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L5_76	478333	7743860	1164.8	2429.2	2218.7	210.5
TEM_CP13_L5_76	478333	7743860	1164.8	2429.2	2141.0	288.2
TEM_CP13_L5_76	478333	7743860	31.4	2429.2	2140.9	288.3
TEM_CP13_L5_76	478333	7743860	31.4	2429.2	2014.2	415.0
TEM_CP13_L5_76	478333	7743860	60.7	2429.2	2014.1	415.1
TEM_CP13_L5_76	478333	7743860	60.7	2429.2	1979.3	449.9
TEM_CP13_L5_77	480180	7744628	917.2	2577.2	2577.2	0.0
TEM_CP13_L5_77	480180	7744628	917.2	2577.2	2368.7	208.5
TEM_CP13_L5_77	480180	7744628	630.0	2577.2	2368.6	208.6
TEM_CP13_L5_77	480180	7744628	630.0	2577.2	2291.9	285.3
TEM_CP13_L5_77	480180	7744628	187.9	2577.2	2291.8	285.4
TEM_CP13_L5_77	480180	7744628	187.9	2577.2	2252.6	324.6
TEM_CP13_L5_77	480180	7744628	48.3	2577.2	2252.5	324.7
TEM_CP13_L5_77	480180	7744628	48.3	2577.2	2127.3	449.9
TEM_CP13_L6_78	471699	7755171	333.2	2125.1	2125.1	0.0
TEM_CP13_L6_78	471699	7755171	333.2	2125.1	2065.4	59.7
TEM_CP13_L6_78	471699	7755171	84.9	2125.1	2065.3	59.8
TEM_CP13_L6_78	471699	7755171	84.9	2125.1	2010.2	114.9
TEM_CP13_L6_78	471699	7755171	12.6	2125.1	2010.1	115.0
TEM_CP13_L6_78	471699	7755171	12.6	2125.1	1904.4	220.7
TEM_CP13_L6_78	471699	7755171	28.3	2125.1	1904.3	220.8
TEM_CP13_L6_78	471699	7755171	28.3	2125.1	1840.8	284.3
TEM_CP13_L6_78	471699	7755171	58.8	2125.1	1840.7	284.4
TEM_CP13_L6_78	471699	7755171	58.8	2125.1	1675.2	449.9
TEM_CP13_L6_79	472060	7753204	751.6	2079.2	2079.2	0.0
TEM_CP13_L6_79	472060	7753204	751.6	2079.2	2010.5	68.7
TEM_CP13_L6_79	472060	7753204	213.6	2079.2	2010.4	68.8
TEM_CP13_L6_79	472060	7753204	213.6	2079.2	1952.0	127.2
TEM_CP13_L6_79	472060	7753204	16.2	2079.2	1951.9	127.3
TEM_CP13_L6_79	472060	7753204	16.2	2079.2	1868.1	211.1
TEM_CP13_L6_79	472060	7753204	67.5	2079.2	1868.0	211.2
TEM_CP13_L6_79	472060	7753204	67.5	2079.2	1725.4	353.8
TEM_CP13_L6_79	472060	7753204	28.7	2079.2	1725.3	353.9
TEM_CP13_L6_79	472060	7753204	28.7	2079.2	1629.3	449.9
TEM_CP13_L6_80	472420	7751237	1475.8	2070.2	2070.2	0.0
TEM_CP13_L6_80	472420	7751237	1475.8	2070.2	2060.8	9.4
TEM_CP13_L6_80	472420	7751237	2526.2	2070.2	2060.7	9.5
TEM_CP13_L6_80	472420	7751237	2526.2	2070.2	1973.3	96.9

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L6_80	472420	7751237	453.3	2070.2	1973.2	97.0
TEM_CP13_L6_80	472420	7751237	453.3	2070.2	1914.5	155.7
TEM_CP13_L6_80	472420	7751237	11.7	2070.2	1914.4	155.8
TEM_CP13_L6_80	472420	7751237	11.7	2070.2	1849.2	221.0
TEM_CP13_L6_80	472420	7751237	118.2	2070.2	1849.1	221.1
TEM_CP13_L6_80	472420	7751237	118.2	2070.2	1734.7	335.5
TEM_CP13_L6_80	472420	7751237	32.8	2070.2	1734.6	335.6
TEM_CP13_L6_80	472420	7751237	32.8	2070.2	1671.0	399.2
TEM_CP13_L6_80	472420	7751237	11.5	2070.2	1670.9	399.3
TEM_CP13_L6_80	472420	7751237	11.5	2070.2	1620.3	449.9
TEM_CP13_L6_81	472781	7749270	37478	1963.4	1963.4	0.0
TEM_CP13_L6_81	472781	7749270	37478	1963.4	1894.0	69.4
TEM_CP13_L6_81	472781	7749270	392.3	1963.4	1893.9	69.5
TEM_CP13_L6_81	472781	7749270	392.3	1963.4	1843.7	119.7
TEM_CP13_L6_81	472781	7749270	6.7	1963.4	1843.6	119.8
TEM_CP13_L6_81	472781	7749270	6.7	1963.4	1811.6	151.8
TEM_CP13_L6_81	472781	7749270	757.4	1963.4	1811.5	151.9
TEM_CP13_L6_81	472781	7749270	757.4	1963.4	1633.2	330.2
TEM_CP13_L6_81	472781	7749270	18.2	1963.4	1633.1	330.3
TEM_CP13_L6_81	472781	7749270	18.2	1963.4	1513.5	449.9
TEM_CP13_L6_82	473142	7747302	24264	1957.7	1957.7	0.0
TEM_CP13_L6_82	473142	7747302	24264	1957.7	1888.6	69.1
TEM_CP13_L6_82	473142	7747302	835.8	1957.7	1888.5	69.2
TEM_CP13_L6_82	473142	7747302	835.8	1957.7	1831.6	126.1
TEM_CP13_L6_82	473142	7747302	5.7	1957.7	1831.5	126.2
TEM_CP13_L6_82	473142	7747302	5.7	1957.7	1800.8	156.9
TEM_CP13_L6_82	473142	7747302	41.9	1957.7	1800.7	157.0
TEM_CP13_L6_82	473142	7747302	41.9	1957.7	1507.8	449.9
TEM_CP13_L6_83	473503	7745335	1900.6	2008.7	2008.7	0.0
TEM_CP13_L6_83	473503	7745335	1900.6	2008.7	1977.0	31.7
TEM_CP13_L6_83	473503	7745335	416.0	2008.7	1976.9	31.8
TEM_CP13_L6_83	473503	7745335	416.0	2008.7	1869.8	138.9
TEM_CP13_L6_83	473503	7745335	125.9	2008.7	1869.7	139.0
TEM_CP13_L6_83	473503	7745335	125.9	2008.7	1816.8	191.9
TEM_CP13_L6_83	473503	7745335	21.7	2008.7	1816.7	192.0
TEM_CP13_L6_83	473503	7745335	21.7	2008.7	1715.1	293.6
TEM_CP13_L6_83	473503	7745335	97.0	2008.7	1715.0	293.7
TEM_CP13_L6_83	473503	7745335	97.0	2008.7	1558.8	449.9

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L6_84	473852	7743366	6113	2087.0	2087.0	0.0
TEM_CP13_L6_84	473852	7743366	6113	2087.0	2024.7	62.3
TEM_CP13_L6_84	473852	7743366	1097.4	2087.0	2024.6	62.4
TEM_CP13_L6_84	473852	7743366	1097.4	2087.0	1963.5	123.5
TEM_CP13_L6_84	473852	7743366	411.8	2087.0	1963.4	123.6
TEM_CP13_L6_84	473852	7743366	411.8	2087.0	1895.0	192.0
TEM_CP13_L6_84	473852	7743366	68.3	2087.0	1894.9	192.1
TEM_CP13_L6_84	473852	7743366	68.3	2087.0	1853.9	233.1
TEM_CP13_L6_84	473852	7743366	16.4	2087.0	1853.8	233.2
TEM_CP13_L6_84	473852	7743366	16.4	2087.0	1780.5	306.5
TEM_CP13_L6_84	473852	7743366	31.7	2087.0	1780.4	306.6
TEM_CP13_L6_84	473852	7743366	31.7	2087.0	1637.1	449.9
TEM_CP13_L7_85	470462	7735665	1636.6	1746.2	1746.2	0.0
TEM_CP13_L7_85	470462	7735665	1636.6	1746.2	1605.5	140.7
TEM_CP13_L7_85	470462	7735665	401.4	1746.2	1605.4	140.8
TEM_CP13_L7_85	470462	7735665	401.4	1746.2	1575.5	170.7
TEM_CP13_L7_85	470462	7735665	156.4	1746.2	1575.4	170.8
TEM_CP13_L7_85	470462	7735665	156.4	1746.2	1541.6	204.6
TEM_CP13_L7_85	470462	7735665	23.3	1746.2	1541.5	204.7
TEM_CP13_L7_85	470462	7735665	23.3	1746.2	1350.0	396.2
TEM_CP13_L7_85	470462	7735665	7.4	1746.2	1349.9	396.3
TEM_CP13_L7_85	470462	7735665	7.4	1746.2	1296.3	449.9
TEM_CP13_L7_86	472408	7736126	11338	1917.6	1917.6	0.0
TEM_CP13_L7_86	472408	7736126	11338	1917.6	1882.3	35.3
TEM_CP13_L7_86	472408	7736126	1760.7	1917.6	1882.2	35.4
TEM_CP13_L7_86	472408	7736126	1760.7	1917.6	1740.3	177.3
TEM_CP13_L7_86	472408	7736126	293.3	1917.6	1740.2	177.4
TEM_CP13_L7_86	472408	7736126	293.3	1917.6	1627.2	290.4
TEM_CP13_L7_86	472408	7736126	56.7	1917.6	1627.1	290.5
TEM_CP13_L7_86	472408	7736126	56.7	1917.6	1467.7	449.9
TEM_CP13_L7_87	474354	7736588	53323	2006.2	2006.2	0.0
TEM_CP13_L7_87	474354	7736588	53323	2006.2	1964.7	41.5
TEM_CP13_L7_87	474354	7736588	14104	2006.2	1964.6	41.6
TEM_CP13_L7_87	474354	7736588	14104	2006.2	1914.0	92.2
TEM_CP13_L7_87	474354	7736588	2497.1	2006.2	1913.9	92.3
TEM_CP13_L7_87	474354	7736588	2497.1	2006.2	1852.4	153.8
TEM_CP13_L7_87	474354	7736588	504.7	2006.2	1852.3	153.9
TEM_CP13_L7_87	474354	7736588	504.7	2006.2	1742.5	263.7

ID	Este	Norte	Resistividad	Elevación Terreno	Elevación TEM	Prof. TEM
	m	m	Ohm-m	m.s.n.m	m.s.n.m	m
TEM_CP13_L7_87	474354	7736588	47.8	2006.2	1742.4	263.8
TEM_CP13_L7_87	474354	7736588	47.8	2006.2	1651.2	355.0
TEM_CP13_L7_87	474354	7736588	99.0	2006.2	1651.1	355.1
TEM_CP13_L7_87	474354	7736588	99.0	2006.2	1556.3	449.9
TEM_CP13_L7_88	476300	7737049	280.7	2195.6	2195.6	0.0
TEM_CP13_L7_88	476300	7737049	280.7	2195.6	2157.3	38.3
TEM_CP13_L7_88	476300	7737049	2603.3	2195.6	2157.2	38.4
TEM_CP13_L7_88	476300	7737049	2603.3	2195.6	1895.5	300.1
TEM_CP13_L7_88	476300	7737049	211.9	2195.6	1895.4	300.2
TEM_CP13_L7_88	476300	7737049	211.9	2195.6	1859.4	336.2
TEM_CP13_L7_88	476300	7737049	47.2	2195.6	1859.3	336.3
TEM_CP13_L7_88	476300	7737049	47.2	2195.6	1745.7	449.9
TEM_CP13_L7_89	478459	7737207	152.1	2344.8	2344.8	0.0
TEM_CP13_L7_89	478459	7737207	152.1	2344.8	2332.5	12.3
TEM_CP13_L7_89	478459	7737207	973.1	2344.8	2332.4	12.4
TEM_CP13_L7_89	478459	7737207	973.1	2344.8	1989.3	355.5
TEM_CP13_L7_89	478459	7737207	42.8	2344.8	1989.2	355.6
TEM_CP13_L7_89	478459	7737207	42.8	2344.8	1894.9	449.9
TEM_CP13_L7_90	480192	7737971	543.6	2502.1	2502.1	0.0
TEM_CP13_L7_90	480192	7737971	543.6	2502.1	2494.2	7.9
TEM_CP13_L7_90	480192	7737971	2151.5	2502.1	2494.1	8.0
TEM_CP13_L7_90	480192	7737971	2151.5	2502.1	2309.4	192.7
TEM_CP13_L7_90	480192	7737971	513.4	2502.1	2309.3	192.8
TEM_CP13_L7_90	480192	7737971	513.4	2502.1	2146.9	355.2
TEM_CP13_L7_90	480192	7737971	132.1	2502.1	2146.8	355.3
TEM_CP13_L7_90	480192	7737971	132.1	2502.1	2052.2	449.9

ANEXO B

REGISTRO FOTOGRÁFICO CP-2013 Y GRÁFICAS DE NIVELES POZOS Y

Muestra de Registros Fotográficos Levantamiento Pozos CP-Noviembre 2013

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	467 806	7 735 908
	Sector	Concova
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P28
Norte Concova		

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	463 283	7 721 558
	Sector	Puquío Nuñez
	Tipo de pozo	DGA Puquío Nuñez
	ID Pozo	Pozo CP-13- P127
Código BNA: 01700068-3		

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	465 954	7 716 212
	Sector	Chacarillas
	Tipo de pozo	DGA
	ID Pozo	Pozo CP-13- P130
Código BNA: 01700023-3		

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	468 013	7 735 137
	Sector	Concova
	Tipo de pozo	DGA Concova
	ID Pozo	Pozo CP-13- P116
Estado: Seco		

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	467 180	7 734 567
	Sector	
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P20

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	467 204	7 734 478
	Sector	Chacarillas
	Tipo de pozo	DGA
	ID Pozo	Pozo CP-13- P23

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	445 636	7 739 238
	Sector	Canchones
	Tipo de pozo	DGA JICA-6
	ID Pozo	Pozo CP-13- P121
Código BNA: 01700102-7		

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	468 068	7 735 740
	Sector	
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P30

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	464 439	7 732 535
	Sector	
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P33
Pozo en Construcción seco.		

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	465 974	7 735 434
	Sector	
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P32

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	465 972	7 734 785
	Sector	
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P34

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	465 245	7 735 886
	Sector	
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P36

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	464 893	7 734833
	Sector	
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P40

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	467 788	7 736 143
	Sector	Norte Concova
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P29

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	466 993	7 735 181
	Sector	
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P27

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	464 439	7 732 535
	Sector	
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P64

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	465 239	7 735 892
	Sector	
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P108

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	462 911	7 732 370
	Sector	
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P48

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	460 051	7 733 175
	Sector	
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P112
Próximo a Esmeralda 34		

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	460 596	7 734 578
	Sector	
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P118
Pozo DGA Esmeralda 34		

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	460 136	7 735 493
	Sector	
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P117
Pozo DGA Esmeralda 28		

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	459 519	7 735 752
	Sector	
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P119
Pozo DGA Esmeralda 11		

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	459 644	7 735 874
	Sector	
	Tipo de pozo	Pozo Fiscal Corfo 4
	ID Pozo	Pozo CP-13- P135

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	449 653	7 742 623
	Sector	
	Tipo de pozo	DGA Esmeralda 6
	ID Pozo	Pozo CP-13- P120

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	455 171	7 745 881
	Sector	
	Tipo de pozo	DGA Calera 3
	ID Pozo	Pozo CP-13- P126
Pozo DGA Esmeralda 11		

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	440 611	7 735 599
	Sector	
	Tipo de pozo	DGA Luis Quispe
	ID Pozo	Pozo CP-13- P124
Pozo DGA Esmeralda 34		

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	460 859	7 732 620
	Sector	
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P53

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	463 435	7 721 587
	Sector	
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P62
A 200 metros Pozo Puquio Nuñez		

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	445 891	7 722 691
	Sector	
	Tipo de pozo	DGA Jica 8
	ID Pozo	Pozo CP-13- P122

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	447 451	7 708 706
	Sector	
	Tipo de pozo	DGA Jica F
	ID Pozo	Pozo CP-13- P123

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	466 005	7 728 727
	Sector	
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P58

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	466 228	7 729 996
	Sector	
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P59

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	461 263	7 733 444
	Sector	
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P52

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	464 033	7 731 460
	Sector	
	Tipo de pozo	Sondaje Quebrada Quisme
	ID Pozo	Pozo CP-13- P113

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	464 103	7 731 440
	Sector	Quebrada Quisme
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P115

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	461 006	7 732 275
	Sector	Pica-Mantilla
	Tipo de pozo	Privado
	ID Pozo	Pozo CP-13- P114
Próximo a Carretera		

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	453 299	7 744 812
	Sector	
	Tipo de pozo	DGA Calera 2
	ID Pozo	Pozo CP-13- P125

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	463 504	7 732 812
	Sector	
	Tipo de pozo	DGA Granja María José
	ID Pozo	Pozo CP-13- P128

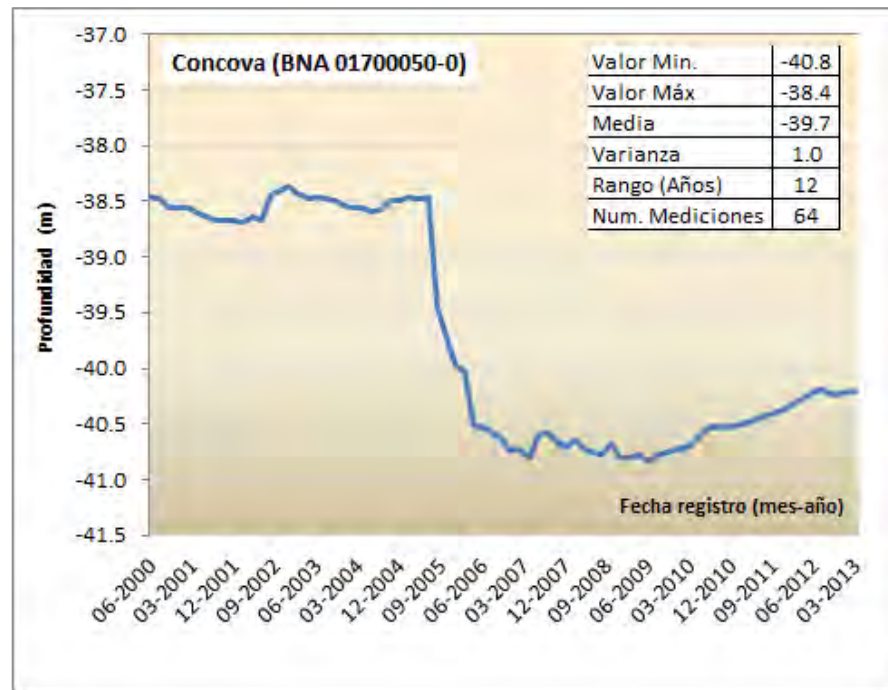
	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	466 005	7 728 727
	Sector	
	Tipo de pozo	Corfo 52
	ID Pozo	Pozo CP-13- P133

	Coordenadas UTM WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
	459 811	7 735 981
	Sector	
	Tipo de pozo	Corfo 20
	ID Pozo	Pozo CP-13- P134

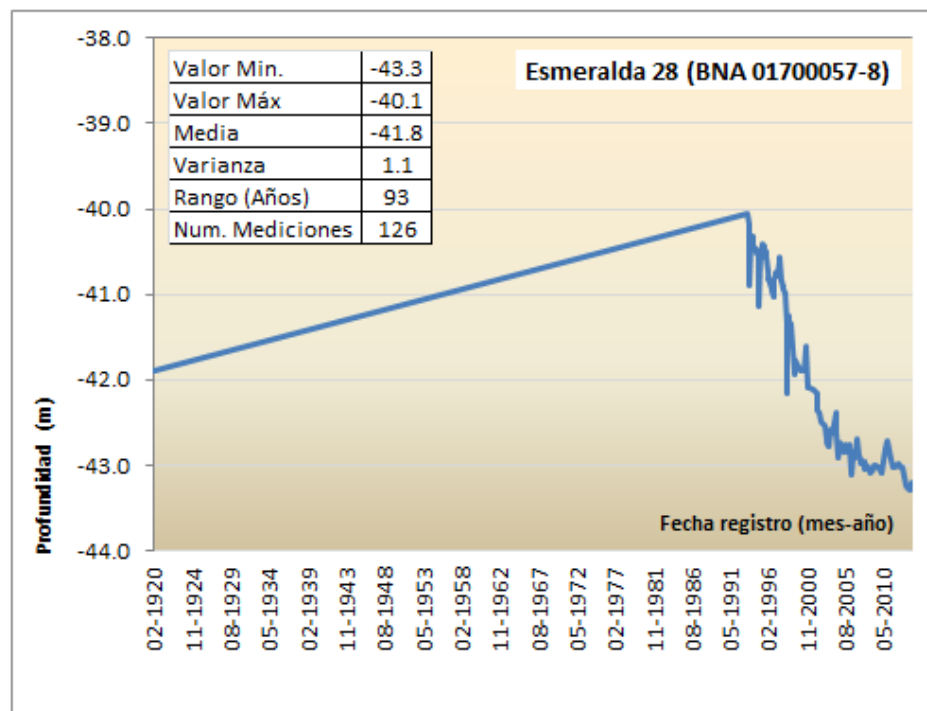
ANEXO B

GRÁFICO NIVELES HISTÓRICOS POZOS DGA CP-2013

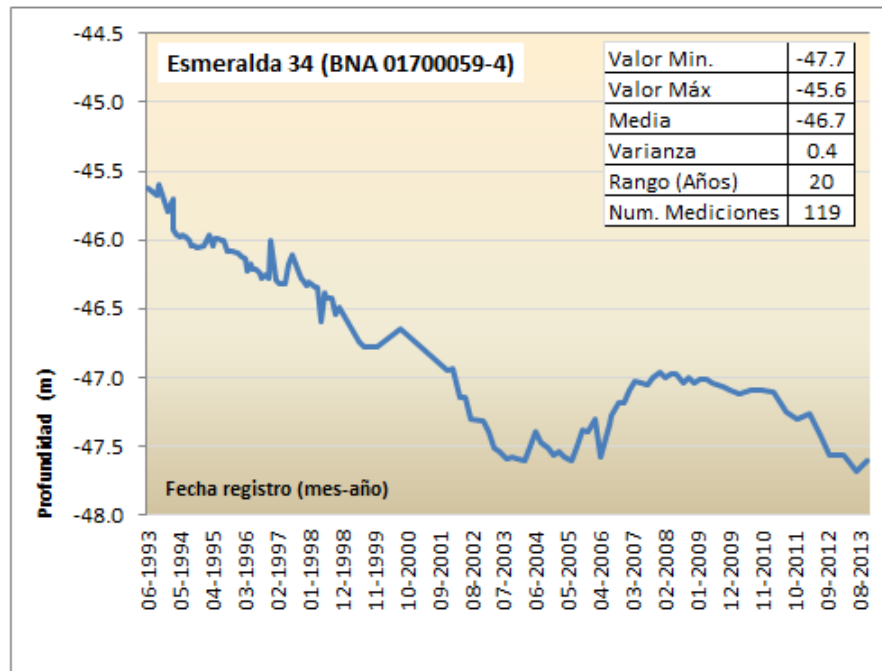
Pozo CP-13- P116



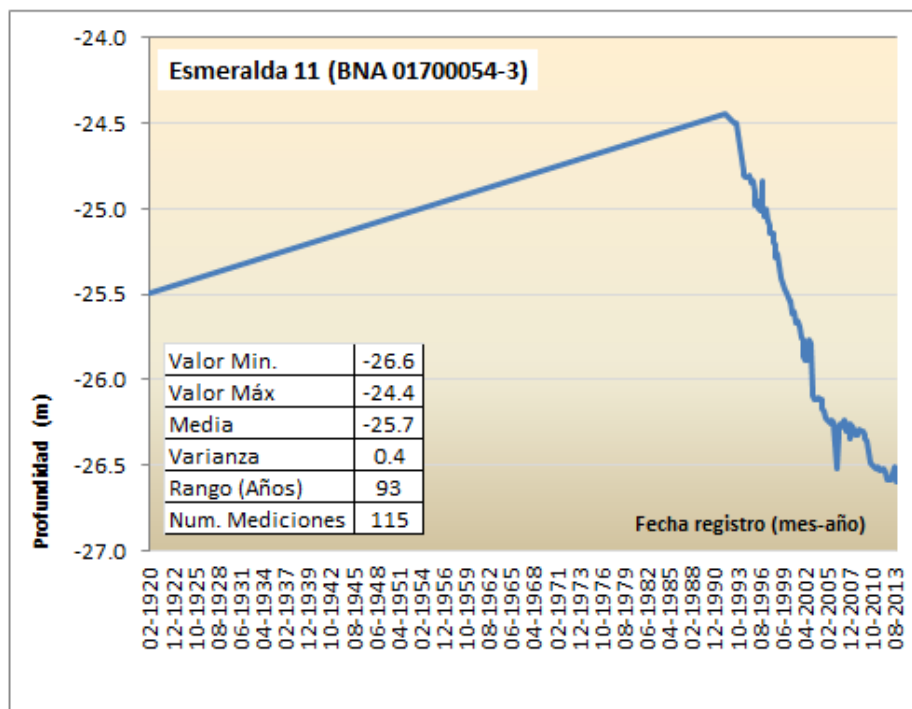
Pozo CP-13- P117



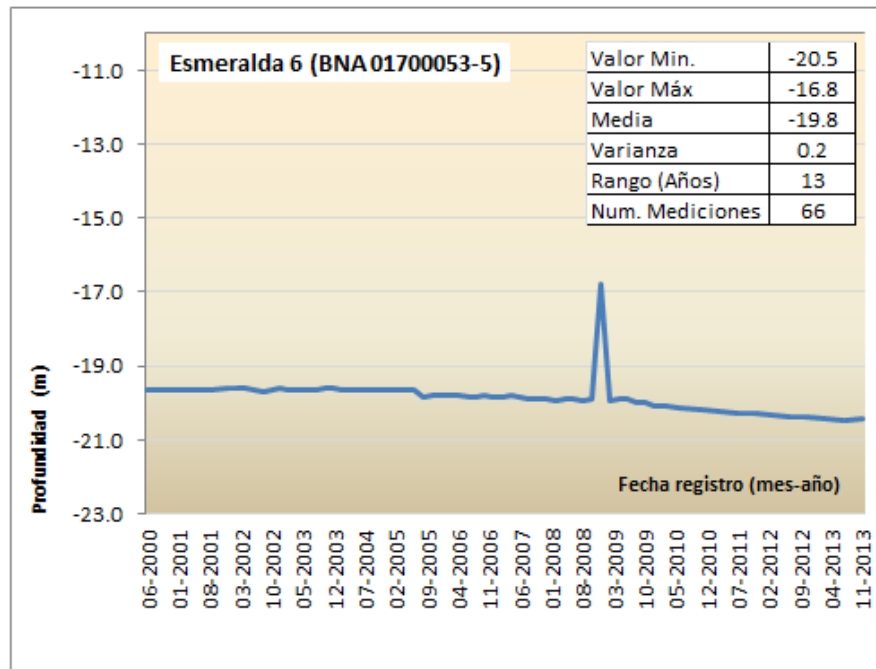
Pozo CP-13- P118



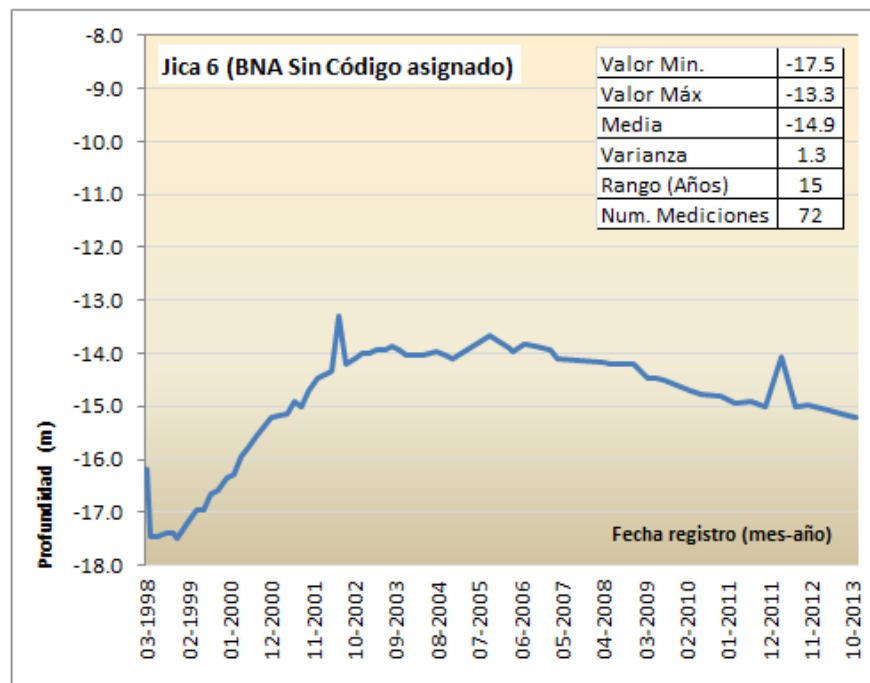
Pozo CP-13- P119



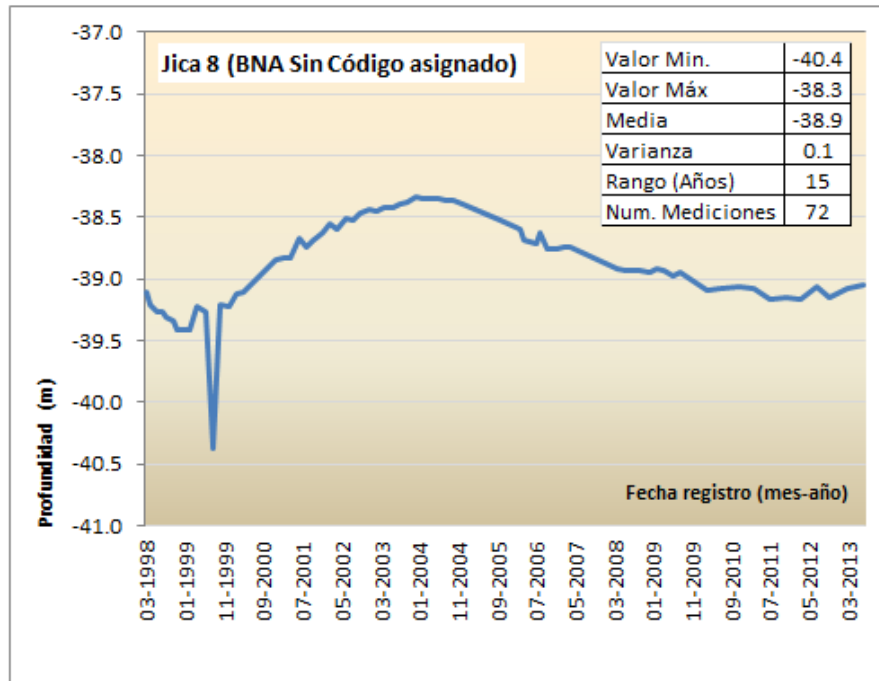
Pozo CP-13- P120



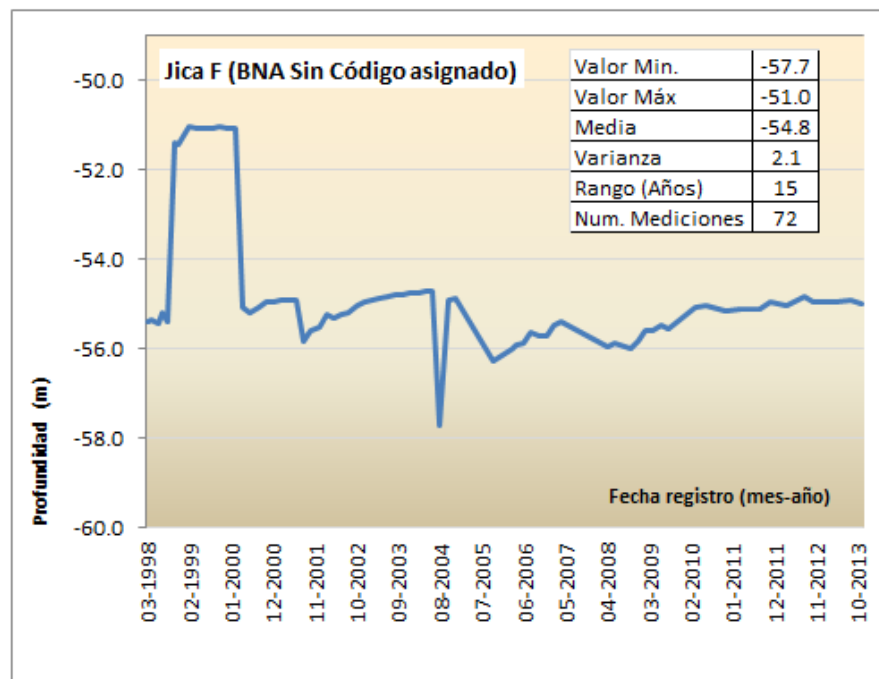
Pozo CP-13- P121



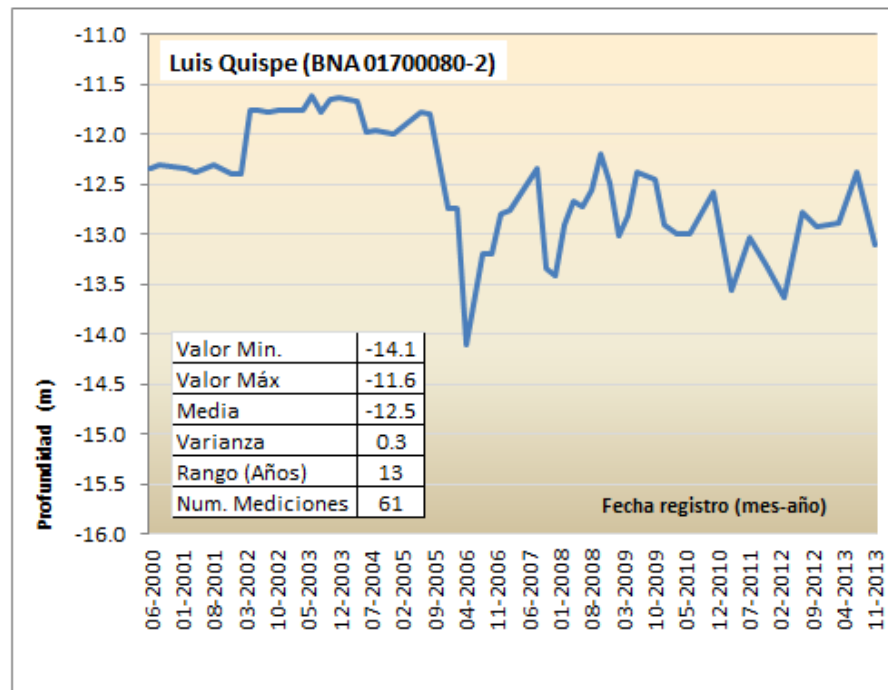
Pozo CP-13- P122



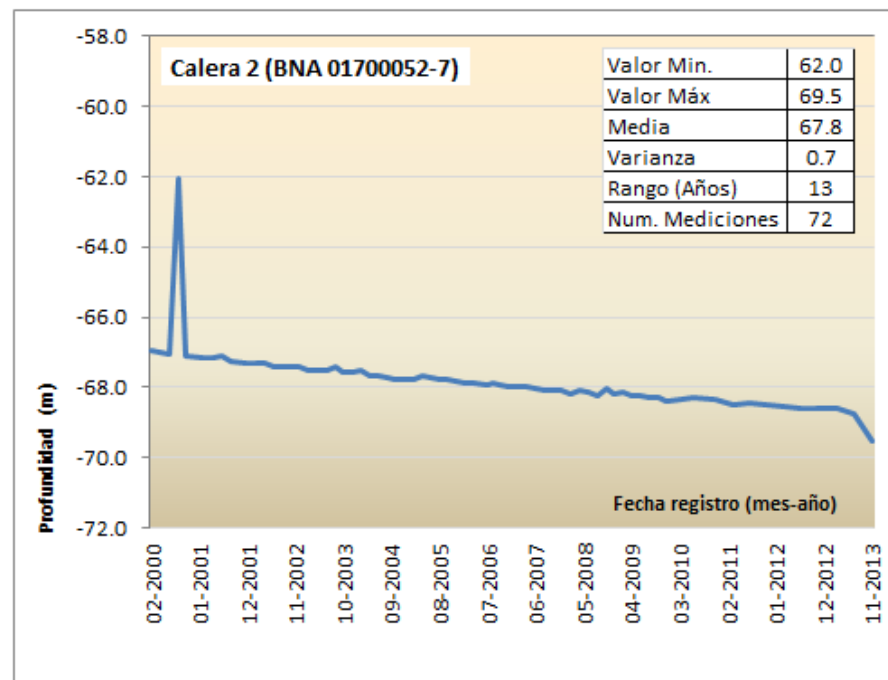
Pozo CP-13- P123



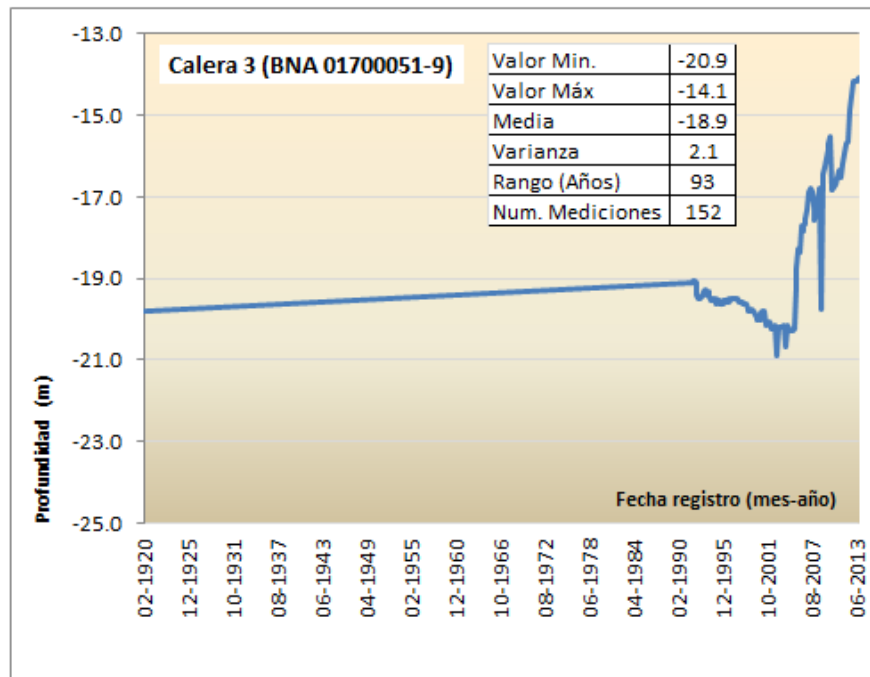
Pozo CP-13- P124



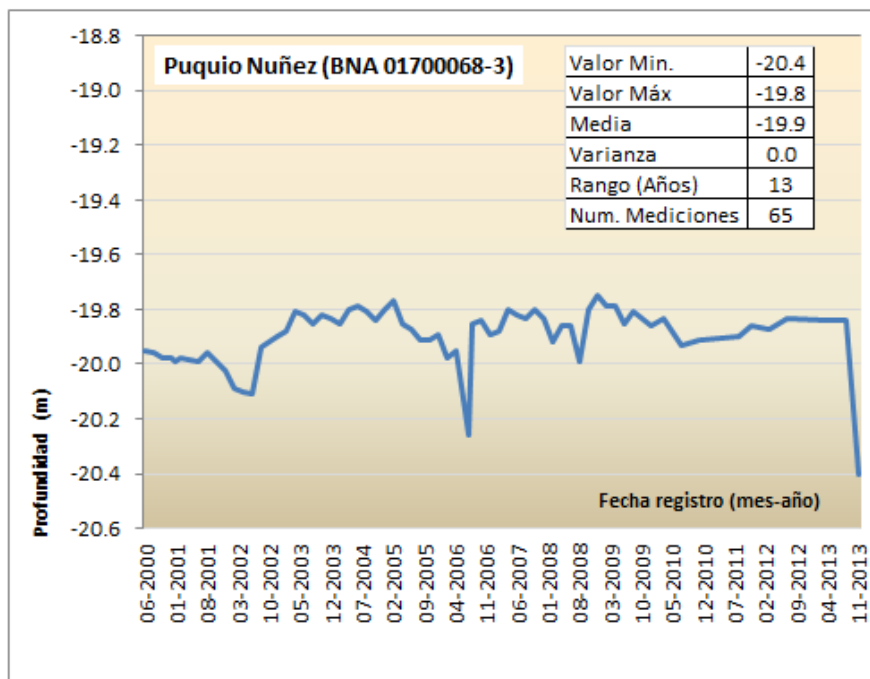
Pozo CP-13- P125



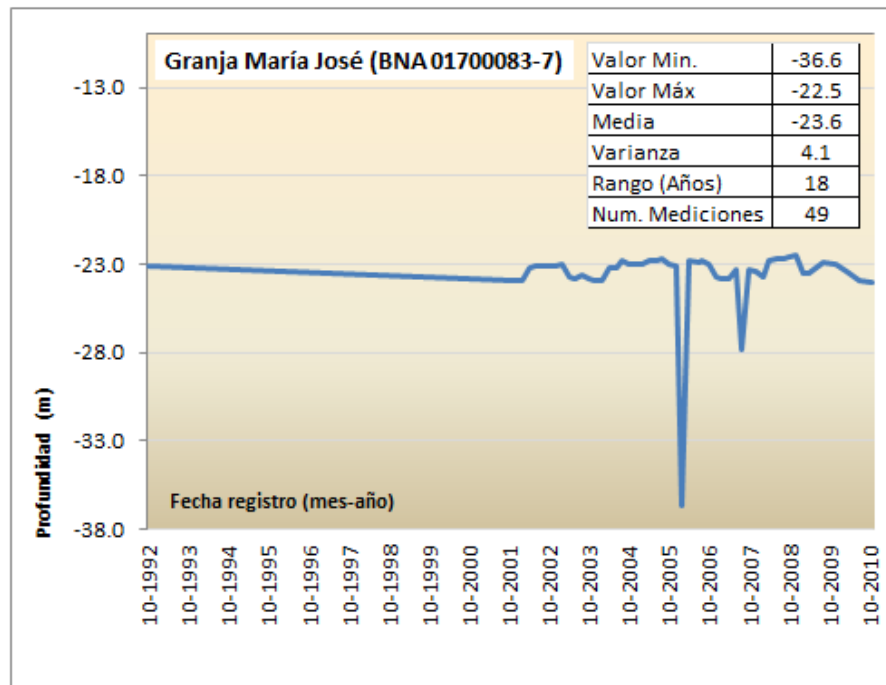
Pozo CP-13- P126



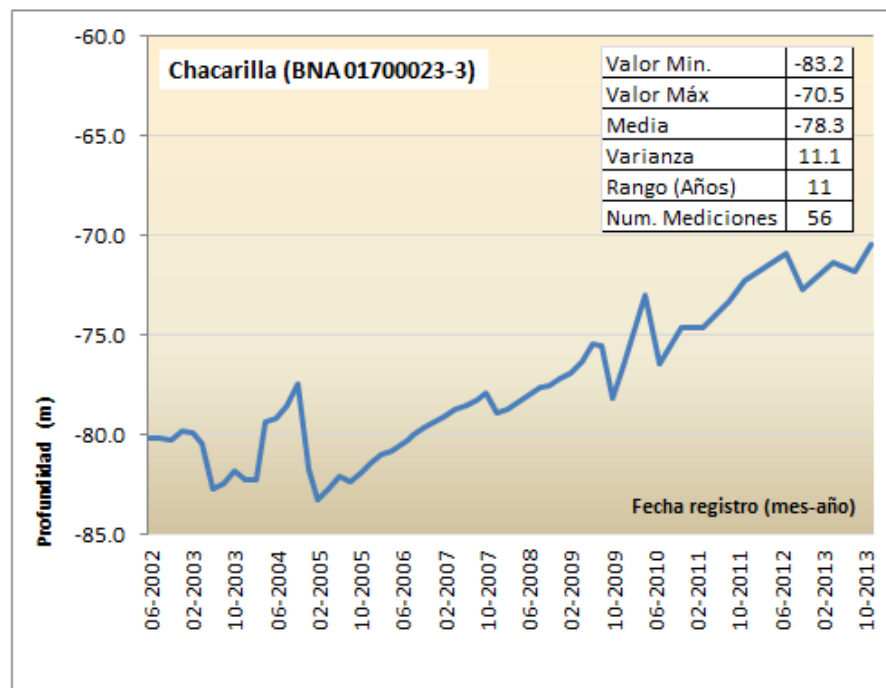
Pozo CP-13- P127



Pozo CP-13- P128



Pozo CP-13- P130



ANEXO C

ESTACIONES GRAVIMÉTRICAS

C.1 Estaciones Gravimétricas CP-2013

Estación Geofísica	COORDENADAS UTM WGS84		Elevación Terreno	Elevación Basamento	Profundidad Basamento
	Este	Norte			
	m	m	m.s.n.m.	m.s.n.m.	m
Cp-13_Grav_L-1_1	463514	7744696	1543	1536	7
Cp-13_Grav_L-2_1	463814	7744239	1516	768	748
Cp-13_Grav_L-3_1	464207	7743807	1458	728	730
Cp-13_Grav_L-4_1	464568	7743335	1451	686	764
Cp-13_Grav_L-5_1	464918	7742838	1460	891	569
Cp-13_Grav_L-6_1	465278	7742358	1470	1056	414
Cp-13_Grav_L-7_1	465639	7741889	1476	1167	310
Cp-13_Grav_L-8_1	466000	7741395	1488	1220	268
Cp-13_Grav_L-9_1	466375	7740914	1495	1238	257
Cp-13_Grav_L-10_1	466721	7740422	1522	1262	260
Cp-13_Grav_L-11_1	467075	7739955	1514	1263	251
Cp-13_Grav_L-12_1	467433	7739467	1513	1254	259
Cp-13_Grav_L-13_1	467796	7738976	1518	1245	274
Cp-13_Grav_L-14_1	468144	7738507	1525	1274	252
Cp-13_Grav_L-16_1	468848	7737527	1541	1324	217
Cp-13_Grav_L-17_1	469218	7737050	1577	1336	241
Cp-13_Grav_L-18_1	469576	7736581	1629	1341	288
Cp-13_Grav_L-19_1	469936	7736076	1706	1306	400
Cp-13_Grav_L-20_1	470285	7735614	1729	990	739
Cp-13_Grav_L-21_1	470631	7735132	1741	952	789
Cp-13_Grav_L-22_1	470997	7734650	1728	976	753
Cp-13_Grav_L-23_1	471342	7734179	1722	999	724
Cp-13_Grav_L-24_1	471703	7733690	1747	940	807
Cp-13_Grav_L-25_1	472056	7733198	1771	879	892
Cp-13_Grav_L-26_1	472402	7732726	1755	859	896
Cp-13_Grav_L-27_1	472776	7732224	1791	806	985
Cp-13_Grav_L-28_1	473181	7731737	1816	734	1082
Cp-13_Grav_L-29_1	473397	7731488	1789	712	1077
Cp-13_Grav_L-30_1	473741	7730783	1740	702	1039
Cp-13_Grav_L-31_1	474230	7730305	1809	760	1049
Cp-13_Grav_L-32_1	474569	7729784	1952	820	1133
Cp-13_Grav_L-33_1	474935	7729349	2043	781	1261
Cp-13_Grav_L-34_1	475356	7728896	2051	771	1280

Estación Geofísica	COORDENADAS UTM WGS84		Elevación Terreno	Elevación Basamento	Profundidad Basamento
	Este	Norte			
	m	m	m.s.n.m.	m.s.n.m.	m
Cp-13_Grav_L-35_1	475635	7728361	2099	796	1303
Cp-13_Grav_L-36_1	476013	7727889	2160	925	1235
Cp-13_Grav_L-37_1	476241	7727283	1993	961	1031
Cp-13_Grav_L-38_1	476677	7726708	1992	1564	428
Cp-13_Grav_L-39_1	476699	7726274	2070	1658	413
Cp-13_Grav_L-40_1	476821	7725713	2164	950	1214
Cp-13_Grav_L-41_1	476935	7725112	2172	641	1531
Cp-13_Grav_L-42_1	477041	7724515	2179	586	1593
Cp-13_Grav_L-43_1	477155	7723935	2177	1235	942
Cp-13_Grav_L-44_1	477266	7723338	2185	1459	726
Cp-13_Grav_L-45_1	477377	7722741	2194	1250	944
Cp-13_Grav_L-46_1	477499	7722148	2185	1157	1028
Cp-13_Grav_L-47_1	477604	7721584	2181	1187	994
Cp-13_Grav_L-48_1	477726	7720995	2150	1290	860
Cp-13_Grav_L-49_1	477830	7720396	2132	1372	760
Cp-13_Grav_L-50_1	477951	7719798	2116	1456	660
Cp-13_Grav_L-51_1	478048	7719214	2100	1534	566
Cp-13_Grav_L-52_1	478177	7718641	2086	1582	504
Cp-13_Grav_L-53_1	478309	7718191	2041	1621	420
Cp-13_Grav_L-57_1	478731	7715680	2056	1767	289
Cp-13_Grav_L-58_1	478867	7715115	2083	1661	422
Cp-13_Grav_L-59_1	478970	7714516	2110	1553	556
Cp-13_Grav_L-60_1	479087	7713917	2123	1469	653
Cp-13_Grav_L-61_1	479204	7713327	2139	1387	752
Cp-13_Grav_L-62_1	479298	7712775	2153	1320	833
Cp-13_Grav_L-63_1	479424	7712154	2154	1252	902
Cp-13_Grav_L-64_1	479539	7711532	2133	1235	897
Cp-13_Grav_L-65_1	479435	7710998	2084	1237	847
Cp-13_Grav_L-66_1	480110	7710760	1769	1764	5
Cp-13_Grav_L-67_2	472083	7755407	2152	1874	278
Cp-13_Grav_L-68_2	472143	7754794	2134	1885	249
Cp-13_Grav_L-69_2	472257	7754202	2113	1884	229
Cp-13_Grav_L-70_2	472356	7753608	2103	1806	298
Cp-13_Grav_L-71_2	472478	7753027	2098	1800	298
Cp-13_Grav_L-72_2	472580	7752434	2047	1819	228

Estación Geofísica	COORDENADAS UTM WGS84		Elevación Terreno	Elevación Basamento	Profundidad Basamento
	Este	Norte			
	m	m	m.s.n.m.	m.s.n.m.	m
Cp-13_Grav_L-73_2	472690	7751979	2045	1811	234
Cp-13_Grav_L-74_2	472792	7751241	2068	1654	413
Cp-13_Grav_L-75_2	473094	7750599	1932	1881	51
Cp-13_Grav_L-76_2	473026	7749932	1982	1849	134
Cp-13_Grav_L-77_2	473121	7749479	1991	1825	166
Cp-13_Grav_L-78_2	473231	7748892	1974	1873	102
Cp-13_Grav_L-79_2	473339	7748318	1968	1896	72
Cp-13_Grav_L-80_2	473440	7747772	2001	1828	173
Cp-13_Grav_L-81_2	473554	7747137	1994	1823	171
Cp-13_Grav_L-82_2	473663	7746542	1995	1864	131
Cp-13_Grav_L-83_2	473773	7745933	2023	1800	224
Cp-13_Grav_L-84_2	473881	7745357	2080	1738	342
Cp-13_Grav_L-85_2	473993	7744769	2072	1721	351
Cp-13_Grav_L-86_2	474103	7744158	2074	1762	312
Cp-13_Grav_L-87_2	474204	7743573	2131	1785	345
Cp-13_Grav_L-88_2	474314	7742986	2195	1574	621
Cp-13_Grav_L-89_2	474417	7742403	2186	1608	578
Cp-13_Grav_L-90_2	474538	7741821	2169	1720	449
Cp-13_Grav_L-91_2	474629	7741213	2169	1721	449
Cp-13_Grav_L-92_2	474743	7740621	2138	1798	340
Cp-13_Grav_L-94_2	474848	7739681	2096	1903	193
Cp-13_Grav_L-95_2	475078	7738864	2097	1846	251
Cp-13_Grav_L-96_2	475173	7738251	2076	1871	206
Cp-13_Grav_L-97_2	475245	7737973	2076	1879	197
Cp-13_Grav_L-98_3	469178	7723688	1425	1191	234
Cp-13_Grav_L-99_3	469790	7723898	1488	97	1391
Cp-13_Grav_L-100_3	470248	7724187	1505	362	1143
Cp-13_Grav_L-101_3	470791	7724446	1536	1227	309
Cp-13_Grav_L-102_3	471326	7724695	1579	1135	444
Cp-13_Grav_L-103_3	471860	7724952	1667	867	800
Cp-13_Grav_L-104_3	472420	7725208	1787	649	1137
Cp-13_Grav_L-105_3	473000	7725360	1903	97	2000
Cp-13_Grav_L-106_3	473444	7725936	1758	206	1964
Cp-13_Grav_L-107_3	474040	7725991	1784	763	1021
Cp-13_Grav_L-108_3	474679	7726145	1825	1742	83

Estación Geofísica	COORDENADAS UTM WGS84		Elevación Terreno	Elevación Basamento	Profundidad Basamento
	Este	Norte			
	m	m	m.s.n.m.	m.s.n.m.	m
Cp-13_Grav_L-109_3	474973	7726732	1828	1687	141
Cp-13_Grav_L-110_3	475564	7726903	1892	1602	290
Cp-13_Grav_L-111_3	476104	7726985	1943	1565	379
Cp-13_Grav_L-112_3	476715	7727244	1996	1649	347
Cp-13_Grav_L-113_3	477289	7727467	2073	1650	423
Cp-13_Grav_L-115_3	478488	7727941	2210	1394	816
Cp-13_Grav_L-116_3	478827	7728464	2363	1477	886
Cp-13_Grav_L-117_3	479438	7728626	2405	1532	873
Cp-13_Grav_L-118_3	479946	7728839	2436	1630	806
Cp-13_Grav_L-119_3	480533	7729090	2493	1795	698
Cp-13_Grav_L-120_3	481100	7729242	2520	1867	653
Cp-13_Grav_L-121_3	481684	7729425	2555	1726	829
Cp-13_Grav_L-122_4	470068	7716101	1557	1106	451
Cp-13_Grav_L-123_4	470122	7715495	1546	1276	270
Cp-13_Grav_L-124_4	470194	7714907	1546	1002	543
Cp-13_Grav_L-125_4	470274	7714304	1539	945	593
Cp-13_Grav_L-126_4	470340	7713709	1550	1317	232
Cp-13_Grav_L-127_4	470412	7713102	1559	757	802
Cp-13_Grav_L-128_4	470483	7712511	1564	836	729
Cp-13_Grav_L-129_4	470562	7711913	1537	710	828
Cp-13_Grav_L-130_4	470620	7711371	1466	1350	117
Cp-13_Grav_L-131_4	470683	7710738	1552	1378	174
Cp-13_Grav_L-132_4	470770	7710148	1570	1174	396
Cp-13_Grav_L-133_4	470852	7709578	1580	569	1011
Cp-13_Grav_L-134_5	457909	7733041	1129	749	380
Cp-13_Grav_L-135_5	458451	7733294	1135	726	409
Cp-13_Grav_L-136_5	459004	7733544	1140	705	435
Cp-13_Grav_L-137_5	459546	7733799	1142	731	412
Cp-13_Grav_L-138_5	460084	7734061	1145	801	343
Cp-13_Grav_L-139_5	460638	7734299	1158	872	286
Cp-13_Grav_L-140_5	461191	7734534	1188	927	261
Cp-13_Grav_L-141_5	461730	7734797	1229	976	253
Cp-13_Grav_L-142_5	462268	7735056	1286	1019	267
Cp-13_Grav_L-143_5	462825	7735282	1332	1059	273
Cp-13_Grav_L-144_5	463374	7735571	1369	1043	326

Estación Geofísica	COORDENADAS UTM WGS84		Elevación Terreno	Elevación Basamento	Profundidad Basamento
	Este	Norte			
	m	m	m.s.n.m.	m.s.n.m.	m
Cp-13_Grav_L-145_5	463907	7735815	1353	996	358
Cp-13_Grav_L-146_5	464461	7736074	1364	948	416
Cp-13_Grav_L-147_5	464989	7736314	1374	1014	359
Cp-13_Grav_L-148_5	465568	7736572	1400	1217	183
Cp-13_Grav_L-149_5	466074	7736820	1421	1363	58
Cp-13_Grav_L-150_5	466640	7737069	1454	1407	47
Cp-13_Grav_L-151_5	467156	7737321	1483	1391	92
Cp-13_Grav_L-152_5	467724	7737567	1500	1177	323
Cp-13_Grav_L-153_5	468246	7737823	1520	1154	367
Cp-13_Grav_L-154_5	468790	7738111	1546	1286	260
Cp-13_Grav_L-155_5	469277	7738471	1571	1255	316
Cp-13_Grav_L-156_5	469744	7738828	1597	1376	221
Cp-13_Grav_L-157_5	470224	7739189	1627	1516	111
Cp-13_Grav_L-158_5	470704	7739552	1663	1611	52
Cp-13_Grav_L-159_5	471219	7739890	1709	1676	33
Cp-13_Grav_L-160_5	471666	7740256	1751	1707	43
Cp-13_Grav_L-161_5	472092	7740606	1800	1647	153
Cp-13_Grav_L-162_5	472620	7740966	1898	1269	629
Cp-13_Grav_L-163_5	473080	7741092	1970	1099	872
Cp-13_Grav_L-164_5	473587	7741709	2088	1145	943
Cp-13_Grav_L-165_5	474089	7742069	2156	1442	713
Cp-13_Grav_L-166_5	474554	7742411	2191	1553	638
Cp-13_Grav_L-167_5	475062	7742732	2207	1779	428
Cp-13_Grav_L-168_5	475505	7743134	2251	1954	297
Cp-13_Grav_L-169_5	475979	7743480	2288	2081	207
Cp-13_Grav_L-170_5	476470	7743849	2317	2167	150
Cp-13_Grav_L-171_5	476964	7744215	2338	2338	-
Cp-13_Grav_L-174_6	466629	7752728	1857	1464	393
Cp-13_Grav_L-175_6	466724	7752117	1840	1486	354
Cp-13_Grav_L-176_6	466817	7751543	1791	1464	326
Cp-13_Grav_L-177_6	466905	7750950	1761	1415	346
Cp-13_Grav_L-178_6	467008	7750349	1733	1376	357
Cp-13_Grav_L-179_6	467097	7749765	1699	1403	296
Cp-13_Grav_L-180_6	467187	7749177	1657	1481	176
Cp-13_Grav_L-181_6	467279	7748583	1618	1529	89

Estación Geofísica	COORDENADAS UTM WGS84		Elevación Terreno	Elevación Basamento	Profundidad Basamento
	Este	Norte			
	m	m	m.s.n.m.	m.s.n.m.	m
Cp-13_Grav_L-182_6	467363	7748021	1583	1558	25
Cp-13_Grav_L-183_6	467434	7747409	1588	1536	52
Cp-13_Grav_L-184_6	467538	7746808	1579	1531	48
Cp-13_Grav_L-185_6	467656	7746202	1583	1498	84
Cp-13_Grav_L-186_6	467707	7745666	1573	1537	36
Cp-13_Grav_L-187_6	467826	7745030	1580	1517	63
Cp-13_Grav_L-188_6	467921	7744469	1579	1475	104
Cp-13_Grav_L-189_6	468018	7743844	1576	1455	121
Cp-13_Grav_L-190_6	468100	7743225	1571	1443	128
Cp-13_Grav_L-191_6	468197	7742630	1569	1411	158
Cp-13_Grav_L-192_6	468316	7742071	1559	1399	160
Cp-13_Grav_L-193_6	468390	7741470	1550	1396	154
Cp-13_Grav_L-194_6	468487	7740871	1555	1370	185
Cp-13_Grav_L-195_6	468582	7740276	1556	1318	238
Cp-13_Grav_L-196_6	468686	7739696	1554	1301	253
Cp-13_Grav_L-197_6	468771	7739105	1551	1291	260
Cp-13_Grav_L-198_7	469553	7755135	2024	1831	193
Cp-13_Grav_L-199_7	469621	7754517	2004	1770	235
Cp-13_Grav_L-200_7	469694	7753919	1985	1798	187
Cp-13_Grav_L-202_7	469845	7752730	1963	1509	454
Cp-13_Grav_L-203_7	469916	7752141	1952	1592	361
Cp-13_Grav_L-204_7	469987	7751540	1935	1563	372
Cp-13_Grav_L-205_7	470063	7750946	1904	1543	361
Cp-13_Grav_L-206_7	470143	7750343	1911	1505	406
Cp-13_Grav_L-207_7	470220	7749761	1873	1509	363
Cp-13_Grav_L-208_7	470268	7749169	1861	1461	400
Cp-13_Grav_L-209_7	470356	7748578	1854	1431	423
Cp-13_Grav_L-210_7	470431	7747956	1819	1433	386
Cp-13_Grav_L-211_7	470417	7747400	1750	1574	176
Cp-13_Grav_L-212_7	470571	7746761	1736	1549	186
Cp-13_Grav_L-213_7	470636	7746178	1708	1546	162
Cp-13_Grav_L-214_7	470704	7745594	1694	1610	84
Cp-13_Grav_L-215_7	470812	7744869	1694	1605	89
Cp-13_Grav_L-216_7	470867	7744204	1724	1541	184
Cp-13_Grav_L-217_7	470958	7743652	1743	1486	257

Estación Geofísica	COORDENADAS UTM WGS84		Elevación Terreno	Elevación Basamento	Profundidad Basamento
	Este	Norte			
	m	m	m.s.n.m.	m.s.n.m.	m
Cp-13_Grav_L-218_7	471061	7743042	1779	1433	346
Cp-13_Grav_L-219_7	471134	7742394	1781	1378	404
Cp-13_Grav_L-220_7	471208	7741924	1764	1296	467
Cp-13_Grav_L-221_7	471324	7741289	1727	1304	423
Cp-13_Grav_L-222_7	471368	7740686	1722	1321	401
Cp-13_Grav_L-223_8	476636	7717902	2010	1993	16
Cp-13_Grav_L-224_8	476705	7717105	1987	1753	234
Cp-13_Grav_L-225_8	476545	7716406	1948	1618	329
Cp-13_Grav_L-226_8	477128	7715780	1802	1743	59
Cp-13_Grav_L-227_8	477380	7714883	1838	1096	742

C.2 Mediciones Gravimétricas GHD-2012 – Ajustada a Referencia CP-2013

Estación Geofísica	Coordenadas UTM		Elevación Terreno m.s.n.m.	Elevación Basamento m.s.n.m.	Profundidad Basamento m
	Este	Norte			
	m	m			
GHD-12_Grav_L-1_1	457 868	7 729 427	1 135	778	357
GHD-12_Grav_L-1_2	458 332	7 729 668	1 139	787	353
GHD-12_Grav_L-1_3	458 794	7 729 909	1 146	811	335
GHD-12_Grav_L-1_4	459 257	7 730 149	1 152	815	336
GHD-12_Grav_L-1_5	459 721	7 730 390	1 157	848	308
GHD-12_Grav_L-1_6	460 186	7 730 630	1 162	865	298
GHD-12_Grav_L-1_7	460 648	7 730 870	1 176	888	288
GHD-12_Grav_L-1_8	461 112	7 731 108	1 206	897	308
GHD-12_Grav_L-1_9	461 576	7 731 348	1 206	938	268
GHD-12_Grav_L-1_10	462 039	7 731 443	1 210	1 002	208
GHD-12_Grav_L-1_11	462 563	7 731 829	1 260	972	288
GHD-12_Grav_L-1_12	462 965	7 732 066	1 292	883	410
GHD-12_Grav_L-1_13	463 429	7 732 301	1 299	778	521
GHD-12_Grav_L-1_14	463 891	7 732 501	1 309	777	531
GHD-12_Grav_L-1_15	464 355	7 732 678	1 323	802	521
GHD-12_Grav_L-1_16	464 819	7 733 029	1 335	859	475
GHD-12_Grav_L-1_17	465 282	7 733 268	1 346	937	409
GHD-12_Grav_L-1_18	465 499	7 733 509	1 354	997	356
GHD-12_Grav_L-1_19	466 196	7 733 749	1 376	1 059	317
GHD-12_Grav_L-1_20	466 718	7 733 987	1 410	1 140	270
GHD-12_Grav_L-1_21	467 133	7 734 228	1 444	1 227	217
GHD-12_Grav_L-1_22	467 598	7 734 468	1 479	1 303	176
GHD-12_Grav_L-1_23	468 061	7 734 709	1 516	1 368	148
GHD-12_Grav_L-1_24	468 525	7 734 948	1 557	1 418	139
GHD-12_Grav_L-1_25	468 986	7 735 190	1 606	1 437	169
GHD-12_Grav_L-1_26	469 450	7 735 429	1 665	1 451	213
GHD-12_Grav_L-1_27	470 441	7 735 666	1 747	1 462	285
GHD-12_Grav_L-1_28	471 433	7 735 903	1 821	1 463	357
GHD-12_Grav_L-1_29	472 425	7 736 140	1 925	1 446	479
GHD-12_Grav_L-1_30	473 418	7 736 374	1 961	1 498	463
GHD-12_Grav_L-1_31	474 408	7 736 614	2 023	1 503	519
GHD-12_Grav_L-1_32	475 400	7 736 849	2 095	1 561	534
GHD-12_Grav_L-1_33	476 392	7 737 087	2 207	1 647	560
GHD-12_Grav_L-1_34	477 382	7 737 321	2 207	1 839	368
GHD-12_Grav_L-1_35	478 376	7 737 558	2 252	2 004	248

Estación Geofísica	Coordenadas UTM		Elevación Terreno	Elevación Basamento	Profundidad Basamento
	Este	Norte			
	m	m			
GHD-12_Grav_L-1_36	479 366	7 737 795	2 419	2 147	272
GHD-12_Grav_L-1_37	480 358	7 738 031	2 521	2 380	141
GHD-12_Grav_L-2_38	463 862	7 745 572	1 615	1 615	0
GHD-12_Grav_L-2_39	464 111	7 744 347	1 491	1 148	343
GHD-12_Grav_L-2_40	464 359	7 743 122	1 437	1 057	380
GHD-12_Grav_L-2_41	464 608	7 741 898	1 424	1 020	404
GHD-12_Grav_L-2_42	464 856	7 740 672	1 412	1 027	386
GHD-12_Grav_L-2_43	465 106	7 739 448	1 413	1 067	346
GHD-12_Grav_L-2_44	465 353	7 738 222	1 412	1 076	336
GHD-12_Grav_L-2_45	465 517	7 737 729	1 412	1 114	297
GHD-12_Grav_L-2_46	465 680	7 737 234	1 413	1 157	255
GHD-12_Grav_L-2_47	465 843	7 736 740	1 414	1 177	237
GHD-12_Grav_L-2_48	466 007	7 736 247	1 417	1 197	220
GHD-12_Grav_L-2_49	466 167	7 735 754	1 409	1 181	228
GHD-12_Grav_L-2_50	466 333	7 735 300	1 409	1 155	254
GHD-12_Grav_L-2_51	466 559	7 734 767	1 405	1 121	283
GHD-12_Grav_L-2_52	466 669	7 734 273	1 404	1 127	276
GHD-12_Grav_L-2_53	466 822	7 733 781	1 414	1 151	263
GHD-12_Grav_L-2_54	466 985	7 733 288	1 414	1 164	250
GHD-12_Grav_L-2_55	467 149	7 732 795	1 416	1 151	265
GHD-12_Grav_L-2_56	467 311	7 732 302	1 441	1 160	280
GHD-12_Grav_L-2_57	467 475	7 731 809	1 474	1 168	306
GHD-12_Grav_L-2_58	467 752	7 731 038	1 369	1 167	202
GHD-12_Grav_L-2_59	467 916	7 730 464	1 472	1 126	346
GHD-12_Grav_L-2_60	468 075	7 729 974	1 474	1 142	332
GHD-12_Grav_L-2_61	468 241	7 729 477	1 442	1 123	319
GHD-12_Grav_L-2_62	468 404	7 728 985	1 428	1 139	289
GHD-12_Grav_L-2_63	468 568	7 728 492	1 431	1 151	279
GHD-12_Grav_L-2_64	468 620	7 728 355	1 436	1 205	231
GHD-12_Grav_L-2_65	468 734	7 727 341	1 473	1 242	232
GHD-12_Grav_L-2_66	468 851	7 726 329	1 505	1 210	295
GHD-12_Grav_L-2_67	468 967	7 725 318	1 506	1 172	333
GHD-12_Grav_L-2_68	469 084	7 724 305	1 488	1 157	331
GHD-12_Grav_L-2_69	469 198	7 723 290	1 421	1 159	262
GHD-12_Grav_L-2_70	469 316	7 722 276	1 414	1 119	295
GHD-12_Grav_L-2_71	469 431	7 721 264	1 396	1 099	297
GHD-12_Grav_L-2_72	469 548	7 720 250	1 404	1 086	318

Estación Geofísica	Coordenadas UTM		Elevación Terreno	Elevación Basamento	Profundidad Basamento
	Este	Norte			
	m	m			
GHD-12_Grav_L-2_73	469 666	7 719 237	1 414	1 110	303
GHD-12_Grav_L-2_74	469 780	7 718 225	1 461	1 213	248
GHD-12_Grav_L-2_75	469 898	7 717 213	1 552	1 254	298
GHD-12_Grav_L-2_76	470 014	7 716 199	1 555	1 324	231
GHD-12_Grav_L-3_77	461 470	7 728 717	1 202	1 006	197
GHD-12_Grav_L-3_78	461 807	7 727 467	1 221	1 127	94
GHD-12_Grav_L-3_79	462 146	7 726 219	1 234	1 092	142
GHD-12_Grav_L-3_80	462 486	7 724 970	1 241	935	306
GHD-12_Grav_L-3_81	462 823	7 723 721	1 241	872	369
GHD-12_Grav_L-3_82	463 164	7 722 473	1 238	883	355
GHD-12_Grav_L-3_83	463 502	7 721 224	1 248	971	277
GHD-12_Grav_L-3_84	463 840	7 719 977	1 237	877	360
GHD-12_Grav_L-3_85	464 179	7 718 727	1 241	778	463
GHD-12_Grav_L-3_86	464 518	7 717 478	1 266	790	476
GHD-12_Grav_L-4_93	460 242	7 725 656	1 175	921	254
GHD-12_Grav_L-4_92	461 636	7 726 106	1 220	1 155	65
GHD-12_Grav_L-4_91	463 034	7 726 556	1 251	957	295
GHD-12_Grav_L-4_90	464 431	7 727 006	1 284	1 034	250
GHD-12_Grav_L-4_89	465 826	7 727 455	1 326	1 147	180
GHD-12_Grav_L-4_88	467 222	7 727 907	1 368	1 210	157
GHD-12_Grav_L-4_87	468 618	7 728 359	1 436	1 205	231
GHD-12_Grav_L-5_94	460 993	7 720 904	1 180	911	269
GHD-12_Grav_L-5_95	462 362	7 721 169	1 196	945	251
GHD-12_Grav_L-5_96	463 728	7 721 439	1 240	961	280
GHD-12_Grav_L-5_97	465 096	7 721 705	1 270	999	272
GHD-12_Grav_L-5_98	466 464	7 721 970	1 331	1 087	243
GHD-12_Grav_L-5_99	467 831	7 722 236	1 400	1 120	280
GHD-12_Grav_L-5_100	469 201	7 723 402	1 408	1 146	262

ANEXO D

MEDICIONES TEM

D.1 Estaciones TEM CP-2013

Estación Geofísica	Coordenadas UTM WGS84		Elevación Terreno	Resistividad Superficial
	Este	Norte		
	m	m		
TEM_CP13_L1_1	461 736	7 747 183	1 471	235
TEM_CP13_L1_2	462 083	7 745 212	1 455	530
TEM_CP13_L1_3	462 445	7 743 156	1 433	2 003
TEM_CP13_L1_4	462 781	7 741 184	1 401	620
TEM_CP13_L1_5	463 117	7 739 212	1 367	851
TEM_CP13_L1_6	463 453	7 737 241	1 381	6 734
TEM_CP13_L5_6	463 453	7 737 241	1 381	6 734
TEM_CP13_L1_7	463 790	7 735 269	1 350	1 191
TEM_CP13_L1_8	463 993	7 733 406	1 328	487
TEM_CP13_L1_9	464 328	7 731 584	1 317	2 107
TEM_CP13_L1_10	464 799	7 729 355	1 313	1 740
TEM_CP13_L1_11	465 135	7 727 383	1 302	2 208
TEM_CP13_L4_11	465 135	7 727 383	1 302	2 208
TEM_CP13_L1_12	465 471	7 725 412	1 320	474
TEM_CP13_L1_13	465 808	7 723 440	1 327	785
TEM_CP13_L1_14	466 144	7 721 469	1 301	1 190
TEM_CP13_L1_15	466 480	7 719 497	1 288	3 897
TEM_CP13_L3_15	466 480	7 719 497	1 288	3 897
TEM_CP13_L1_16	466 817	7 717 526	1 312	427
TEM_CP13_L1_17	467 153	7 715 554	1 356	268
TEM_CP13_L1_18	467 489	7 713 583	1 375	785
TEM_CP13_L1_19	467 826	7 711 611	1 409	896
TEM_CP13_L1_20	468 241	7 709 176	1 456	1 685
TEM_CP13_L2_21	466 142	7 752 546	1 840	45 347
TEM_CP13_L2_22	466 529	7 750 583	1 728	694
TEM_CP13_L2_23	466 831	7 748 726	1 620	649
TEM_CP13_L2_24	467 151	7 746 751	1 565	620
TEM_CP13_L2_25	467 472	7 744 777	1 564	4 409
TEM_CP13_L2_26	467 792	7 742 803	1 559	1 295
TEM_CP13_L2_27	468 113	7 740 829	1 538	787
TEM_CP13_L2_28	468 433	7 738 855	1 525	24 393
TEM_CP13_L2_29	468 754	7 736 881	1 544	259
TEM_CP13_L2_30	469 074	7 734 907	1 614	54 096

Estación Geofísica	Coordenadas UTM WGS84		Elevación Terreno	Resistividad Superficial
	Este	Norte		
	m	m	m.s.n.m.	Ohm-m
TEM_CP13_L2_31	469 395	7 732 932	1 626	180
TEM_CP13_L2_32	469 715	7 730 954	1 611	632
TEM_CP13_L2_33	470 356	7 727 010	1 591	30 492
TEM_CP13_L2_34	470 677	7 725 036	1 569	13 063
TEM_CP13_L2_35	470 997	7 723 062	1 520	1 761
TEM_CP13_L2_36	471 317	7 721 087	1 523	304
TEM_CP13_L2_37	471 638	7 719 113	1 609	7 365
TEM_CP13_L2_38	471 958	7 717 139	1 727	2 227
TEM_CP13_L2_39	472 279	7 715 165	1 716	21 829
TEM_CP13_L2_40	472 599	7 713 191	1 665	5 262
TEM_CP13_L2_41	472 920	7 711 217	1 701	3 860
TEM_CP13_L2_42	473 271	7 709 596	1 589	396
TEM_CP13_L3_43	460 498	7 718 744	1 185	989
TEM_CP13_L3_44	463 492	7 719 192	1 232	297
TEM_CP13_L3_45	465 475	7 719 446	1 270	5 484
TEM_CP13_L3_46	467 459	7 719 701	1 300	3 328
TEM_CP13_L3_47	469 443	7 719 956	1 403	446
TEM_CP13_L2_48	471 427	7 720 210	1 539	1 374
TEM_CP13_L3_48	471 427	7 720 210	1 539	1 374
TEM_CP13_L3_49	473 410	7 720 465	1 751	176
TEM_CP13_L3_50	475 394	7 720 719	1 977	510
TEM_CP13_L3_51	477 378	7 720 974	2 137	9 448
TEM_CP13_L3_52	479 361	7 721 229	2 245	4 519
TEM_CP13_L3_53	481 345	7 721 483	2 352	1 937
TEM_CP13_L3_54	483 043	7 721 850	2 486	3 306
TEM_CP13_L4_55	458 040	7 724 853	1 134	3 281
TEM_CP13_L4_56	460 975	7 725 869	1 193	988
TEM_CP13_L4_57	462 853	7 726 506	1 245	1 585
TEM_CP13_L4_58	466 644	7 727 780	1 345	384
TEM_CP13_L4_59	468 540	7 728 417	1 439	14 952
TEM_CP13_L4_60	470 436	7 729 054	1 575	3 562
TEM_CP13_L4_61	472 332	7 729 691	1 771	4 694
TEM_CP13_L4_62	474 228	7 730 327	1 799	781
TEM_CP13_L4_63	475 960	7 730 670	1 951	4 208
TEM_CP13_L8_64	459 990	7 731 549	1 168	768

Estación Geofísica	Coordenadas UTM WGS84		Elevación Terreno	Resistividad Superficial
	Este	Norte		
	m	m	m.s.n.m.	Ohm-m
TEM_CP13_L8_65	462 353	7 732 423	1 257	325
TEM_CP13_L5_66	456 573	7 734 524	1 115	400
TEM_CP13_L5_66-a	457 141	7 734 965	1 122	496
TEM_CP13_L5_67	459 427	7 735 957	1 128	982
TEM_CP13_L5_68	461 713	7 736 949	1 250	2 356
TEM_CP13_L5_69	465 406	7 738 484	1 420	465
TEM_CP13_L5_70	467 253	7 739 252	1 500	9 490
TEM_CP13_L5_71	469 100	7 740 020	1 575	207
TEM_CP13_L5_72	470 800	7 740 796	1 669	202
TEM_CP13_L5_73	472 793	7 741 556	1 979	2 186
TEM_CP13_L5_74	474 640	7 743 243	2 211	2 332
TEM_CP13_L5_75	476 486	7 743 092	2 287	900
TEM_CP13_L5_76	478 333	7 743 860	2 429	2 008
TEM_CP13_L5_77	480 180	7 744 628	2 577	917
TEM_CP13_L6_78	471 699	7 755 171	2 125	333
TEM_CP13_L6_79	472 060	7 753 204	2 079	752
TEM_CP13_L6_80	472 420	7 751 237	2 070	1 476
TEM_CP13_L6_81	472 781	7 749 270	1 963	37 478
TEM_CP13_L6_82	473 142	7 747 302	1 958	24 264
TEM_CP13_L6_83	473 503	7 745 335	2 009	1 901
TEM_CP13_L6_84	473 852	7 743 366	2 087	6 113
TEM_CP13_L7_85	470 462	7 735 665	1 746	1 637
TEM_CP13_L7_86	472 408	7 736 126	1 918	11 338
TEM_CP13_L7_87	474 354	7 736 588	2 006	53 323
TEM_CP13_L7_88	476 300	7 737 049	2 196	281
TEM_CP13_L7_89	478 459	7 737 207	2 345	152
TEM_CP13_L7_90	480 192	7 737 971	2 502	544

D.2 Mediciones TEM GHD-2012 - Ajustadas a Referencia CP-2013

Estación Geofísica	Coordenadas UTM WGS84		Resistividad Asignada	Elevación Terreno	Elevación Nivel Freático TEM	Prof. Nivel Freático
	Este	Norte				
	m	m				
TEM_GHD12_L1	467604	7737089	15	1492	1427	65
TEM_GHD12_L1	467770	7736619	15	1501	1434	66
TEM_GHD12_L1	467881	7736080	15	1502	1448	54
TEM_GHD12_L1	467911	7735615	15	1503	1451	51
TEM_GHD12_L1	468222	7735167	15	1528	1450	77
TEM_GHD12_L1	468321	7734725	15	1536	1454	83
TEM_GHD12_L1	468472	7734222	15	1545	1467	78
TEM_GHD12_L1	468594	7733725	15	1563	1509	54
TEM_GHD12_L1	468753	7733196	15	1575	1521	53
TEM_GHD12_L1	468857	7732754	15	1579	1521	58
TEM_GHD12_L2	464956	7739891	15	1408	1371	37
TEM_GHD12_L2	465058	7739388	15	1405	1371	35
TEM_GHD12_L2	465178	7738883	15	1412	1371	41
TEM_GHD12_L2	465300	7738420	15	1413	1371	43
TEM_GHD12_L2	465368	7737951	15	1415	1371	44
TEM_GHD12_L2	465511	7737459	15	1404	1371	33
TEM_GHD12_L2	465675	7737015	15	1404	1371	33
TEM_GHD12_L2	465780	7736563	15	1406	1377	30
TEM_GHD12_L2	466018	7736020	15	1407	1382	25
TEM_GHD12_L2	466774	7733920	15	1415	1368	47
TEM_GHD12_L2	466845	7733613	15	1412	1363	48
TEM_GHD12_L2	466957	7733214	15	1409	1359	50
TEM_GHD12_L2	467103	7732698	15	1416	1352	65
TEM_GHD12_L2	467295	7732242	15	1444	1354	90
TEM_GHD12_L2	467470	7731722	15	1475	1348	127
TEM_GHD12_L2	467666	7731141	15	1368	1354	15
TEM_GHD12_L2	467776	7730696	15	1445	1346	99
TEM_GHD12_L2	467881	7730340	15	1468	1350	118
TEM_GHD12_L2	468073	7729819	15	1460	1356	105
TEM_GHD12_L2	468123	7729413	15	1429	1356	73
TEM_GHD12_L3	469449	7735414	15	1662	1526	136
TEM_GHD12_L3	468907	7735403	15	1596	1497	98
TEM_GHD12_L3	468410	7735301	15	1542	1463	79

Estación Geofísica	Coordenadas UTM WGS84		Resistividad Asignada	Elevación Terreno	Elevación Nivel Freático TEM	Prof. Nivel Freático
	Este	Norte				
	m	m				
TEM_GHD12_L3	467844	7734989	15	1496	1418	78
TEM_GHD12_L3	467533	7734803	15	1468	1401	68
TEM_GHD12_L3	467241	7734521	15	1451	1383	68
TEM_GHD12_L3	466818	7734208	15	1422	1363	59
TEM_GHD12_L3	466248	7733797	15	1381	1345	36
TEM_GHD12_L3	466102	7733563	15	1369	1340	29
TEM_GHD12_L3	465213	7733204	15	1342	1309	33
TEM_GHD12_L3	464607	7732692	15	1335	1304	32
TEM_GHD12_L3	464374	7732358	15	1322	1300	21
TEM_GHD12_L3	463935	7732155	15	1309	1305	4
TEM_GHD12_L3	463274	7732296	15	1298	1266	32
TEM_GHD12_L3	462711	7731931	15	1278	1223	56
TEM_GHD12_L3	462301	7731896	15	1240	1204	36
TEM_GHD12_L3	461985	7731448	15	1208	1176	32
TEM_GHD12_L3	461335	7731139	15	1209	1155	54
TEM_GHD12_L3	460867	7730691	15	1185	1147	38
TEM_GHD12_L3	460444	7730368	15	1171	1135	37
TEM_GHD12_L3	460039	7730011	15	1159	1122	36
TEM_GHD12_L3	459614	7729726	15	1154	1119	35
TEM_GHD12_L3	459160	7729410	15	1147	1107	40
TEM_GHD12_L3	458674	7729232	15	1143	1100	43
TEM_GHD12_L3	458177	7729060	15	1136	1100	36
TEM_GHD12_L4	462492	7733164	15	1291	1258	33
TEM_GHD12_L4	462739	7732785	15	1291	1253	38
TEM_GHD12_L4	462971	7732585	15	1295	1244	51
TEM_GHD12_L4	463108	7732251	15	1297	1238	59
TEM_GHD12_L4	463298	7731776	15	1296	1250	46
TEM_GHD12_L4	463433	7731707	15	1298	1257	41
TEM_GHD12_L4	463613	7731571	15	1305	1262	43
TEM_GHD12_L4	463761	7731114	15	1273	1247	26
TEM_GHD12_L4	464022	7730731	15	1307	1247	60
TEM_GHD12_L5	466980	7732912	15	1405	1345	60
TEM_GHD12_L5	466344	7732608	15	1383	1327	56
TEM_GHD12_L5	465681	7732327	15	1357	1307	51
TEM_GHD12_L5	465018	7731988	15	1343	1294	49

Estación Geofísica	Coordenadas UTM WGS84		Resistividad Asignada	Elevación Terreno	Elevación Nivel Freático TEM	Prof. Nivel Freático
	Este	Norte				
	m	m				
TEM_GHD12_L5	464322	7731635	15	1319	1281	39
TEM_GHD12_L5	463437	7731327	15	1303	1266	37
TEM_GHD12_L5	462834	7730960	15	1274	1233	41
TEM_GHD12_L6	466941	7737353	15	1473	1374	99
TEM_GHD12_L6	466502	7737115	15	1445	1361	84
TEM_GHD12_L6	466044	7736923	15	1426	1346	80
TEM_GHD12_L6	465622	7736711	15	1396	1341	55
TEM_GHD12_L6	465168	7736517	15	1378	1330	48
TEM_GHD12_L6	464698	7736302	15	1374	1325	50
TEM_GHD12_L6	464242	7736090	15	1358	1316	43
TEM_GHD12_L6	463790	7735874	15	1354	1308	46
TEM_GHD12_L6	463333	7735642	15	1369	1305	64
TEM_GHD12_L6	462914	7735448	15	1338	1288	49
TEM_GHD12_L6	462472	7735233	15	1304	1258	47
TEM_GHD12_L6	462024	7735017	15	1264	1211	53
TEM_GHD12_L6	461570	7734813	15	1219	1174	44
TEM_GHD12_L6	461092	7734567	15	1190	1138	52
TEM_GHD12_L6	460655	7734364	15	1165	1109	56
TEM_GHD12_L6	460168	7734156	15	1155	1109	45
TEM_GHD12_L7	463758	7733956	15	1332	1318	14
TEM_GHD12_L7	464394	7733869	15	1337	1318	19
TEM_GHD12_L7	464292	7733148	15	1331	1315	16
TEM_GHD12_L7	464494	7732718	15	1323	1310	12
TEM_GHD12_L7	464808	7732227	15	1335	1287	48
TEM_GHD12_L7	465069	7731819	15	1351	1287	64
TEM_GHD12_L8	460907	7730105	15	1186	1146	40
TEM_GHD12_L8	461110	7729376	15	1193	1155	38
TEM_GHD12_L8	461265	7728672	15	1203	1166	37
TEM_GHD12_L8	461498	7727919	15	1212	1186	25
TEM_GHD12_L8	461695	7727218	15	1218	1197	21
TEM_GHD12_L8	461905	7726446	15	1223	1202	21
TEM_GHD12_L8	462095	7725739	15	1235	1224	10
TEM_GHD12_L8	462283	7725023	15	1237	1220	18
TEM_GHD12_L8	462459	7724278	15	1239	1222	18

Estación Geofísica	Coordenadas UTM WGS84		Resistividad Asignada	Elevación Terreno	Elevación Nivel Freático TEM	Prof. Nivel Freático
	Este	Norte				
	m	m				
TEM_GHD12_L8	462665	7723530	15	1236	1222	14

ANEXO E

CATASTRO DE NIVELES DE POZOS

E.1 Campañas Mediciones Niveles de Pozos Sector Pica – Tamarugal (CP-Noviembre 2013)

Identificador Pozo	Nombre Pozo	Coordenadas UTM WGS84		Elevación Terreno m.s.n.m.	Profundidad Nivel Agua m	Elevación Nivel Agua m.s.n.m.
		Este	Norte			
		m	m			
Pozo CP-13- P21	Privado	467 204	7 734 470	1 447.1	24	1 422.9
Pozo CP-13- P22	Privado	463 676	7 732 669	1 306.9	19	1 288.0
Pozo CP-13- P27	Privado	466 993	7 735 181	1 444.6	13	1 431.8
Pozo CP-13- P29	Privado	467 788	7 736 143	1 496.9	47	1 450.2
Pozo CP-13- P31	Privado	467 809	7 735 910	1 497.1	Seco	-
Pozo CP-13- P33	Privado	464 439	7 732 535	1 323.5	Seco	-
Pozo CP-13- P64	Privado	464 439	7 732 535	1 323.5	16	1 307.8
Pozo CP-13- P108	Privado	465 239	7 735 892	1 374.4	-	-
Pozo CP-13- P112	Privado	460 051	7 733 175	1 159.2	69	1 090.5
Pozo CP-13- P113	Privado	464 033	7 731 460	1 292.7	31	1 261.4
Pozo CP-13- P114	Privado	461 006	7 732 275	1 183.1	29	1 154.3
Pozo CP-13- P115	Privado	464 103	7 731 440	1 287.2	36	1 250.9
Pozo CP-13- P116	Pozo DGA - Estación Concova	468 013	7 735 137	1 510.1	Seco	-
Pozo CP-13- P117	Pozo DGA - Estación Esmeralda 28	460 136	7 735 493	1 143.1	43	1 099.9
Pozo CP-13- P118	Pozo DGA - Estación Esmeralda 34	460 596	7 734 578	1 157.3	48	1 109.7
Pozo CP-13- P119	Pozo DGA - Estación Esmeralda 11	459 519	7 735 752	1 133.7	27	1 107.1
Pozo CP-13- P120	Pozo DGA - Estación Esmeralda 6	449 653	7 742 623	1 037.7	20	1 017.3
Pozo CP-13- P121	Pozo DGA - Estación Jica 6	445 636	7 739 238	1 028.3	15	1 013.1
Pozo CP-13- P122	Pozo DGA - Estación Jica 8	445 891	7 722 691	1 052.5	39	1 013.4
Pozo CP-13- P123	Pozo DGA - Estación Jica F	447 451	7 708 706	1 052.2	55	997.3
Pozo CP-13- P124	Pozo DGA - Estación Luis Quispe	440 611	7 735 599	1 018.5	13	1 005.4
Pozo CP-13- P125	Pozo DGA - Estación Calera 2	453 299	7 744 812	1 092.4	70	1 022.9
Pozo CP-13- P126	Pozo DGA - Estación Calera 3	455 171	7 745 881	1 141.6	14	1 127.5

Identificador Pozo	Nombre Pozo	Coordenadas UTM WGS84		Elevación Terreno	Profundidad Nivel Agua	Elevación Nivel Agua
		Este	Norte			
		m	m	m.s.n.m.	m	m.s.n.m.
Pozo CP-13- P127	Pozo DGA - Estación Puquio Nuñez	463 283	7 721 558	1 223.4	20	1 203.0
Pozo CP-13- P128	Pozo DGA - Estación Granja María José	463 504	7 732 812	1 305.0	25	1 279.8
Pozo CP-13- P129	Privado - Granja María José 2	463 724	7 732 675	1 308.5	22	1 284.6
Pozo CP-13- P130	Pozo DGA - Estación Chacarilla	465 954	7 716 212	1 313.4	70	1 242.9
Pozo CP-13- P131	Pozo FISCAL / Corfo- Tapado	467 486	7 736 512	1 484.4	Tapado	-
Pozo CP-13- P132	Pozo FISCAL / Sernageomin	468 270	7 735 400	1 534.2	Tapado	-
Pozo CP-13- P133	Pozo FISCAL - Corfo 52	466 005	7 728 727	1 318.8	Tapado	-
Pozo CP-13- P134	Pozo FISCAL - Corfo 20	459 811	7 735 981	1 138.3	36	1 102.7
Pozo CP-13- P135	Pozo FISCAL - Corfo 4	459 644	7 735 874	1 133.7	34	1 099.4

E.2 Campañas Mediciones Niveles Pozos GHD-2012

Identificador Pozo	Nombre Pozo	Coordenadas UTM WGS84		Elevación Terreno m.s.n.m.	Profundidad Nivel Agua m	Elevación Nivel Agua m.s.n.m.
		Este	Norte			
		m	m			
Pozo GHD-12 P1	Privado	466475	7735019	1412.8	21.9	1390.9
Pozo GHD-12 P4	Privado	466258	7733347	1371.8	21.35	1350.5
Pozo GHD-12 P5	Privado	466323	7733905	1384.1	19.98	1364.1
Pozo GHD-12 P6	Privado	465212	7732972	1341.6	31.1	1310.5
Pozo GHD-12 P7	Privado	466299	7733740	1384.2	18.1	1366.1
Pozo GHD-12 P8	Privado	466323	7733853	1384.5	22	1362.5
Pozo GHD-12 P9	Privado	466558	7733603	1394.9	32.2	1362.7
Pozo GHD-12 P10	Privado	466673	7733429	1399.6	35	1364.6
Pozo GHD-12 P11	Privado	466723	7733238	1395.7	42.3	1353.4
Pozo GHD-12 P12	Privado	466318	7733284	1375.9	30.5	1345.4
Pozo GHD-12 P13	Privado	466291	7733034	1376.3	28.58	1347.7
Pozo GHD-12 P14	Privado	465556	7733111	1347.5	31.9	1315.6
Pozo GHD-12 P15	Privado	465835	7732988	1355.9	28	1327.9
Pozo GHD-12 P16	Privado	466024	7733048	1363.2	24.3	1338.9
Pozo GHD-12 P17	Privado	465973	7733123	1362.1	22.64	1339.5
Pozo GHD-12 P18	Privado	465832	7733242	1358.5	15.53	1343.0
Pozo GHD-12 P19	Privado	465508	7733214	1349.1	33.1	1316.0
Pozo GHD-12 P20	Privado	467178	7734564	1442.5	18.9	1423.6
Pozo GHD-12 P23	Privado	467281	7734537	1453.2	21.5	1431.7
Pozo GHD-12 P24	Privado	467390	7734559	1465.1	32.65	1432.5
Pozo GHD-12 P25	Privado	467268	7734701	1452.3	19	1433.3
Pozo GHD-12 P28	Privado	467806	7735908	1497.1	36.65	1460.5
Pozo GHD-12 P32	Privado	465977	7735445	1397.4	36.5	1360.9
Pozo GHD-12 P34	Privado	465972	7734785	1381.9	27.73	1354.2
Pozo GHD-12 P35	Privado	465869	7734735	1377.0	29.6	1347.4
Pozo GHD-12 P36	Privado	465245	7735886	1374.4	34.4	1340.0
Pozo GHD-12 P37	Privado	465320	7734592	1362.4	27.75	1334.7
Pozo GHD-12 P38	Privado	465211	7734524	1360.1	31	1329.1
Pozo GHD-12 P39	Privado	464974	7734699	1356.7	36.3	1320.4
Pozo GHD-12 P40	Privado	464895	7734833	1356.1	38.3	1317.8
Pozo GHD-12 P41	Privado	465260	7733375	1347.6	26.45	1321.2
Pozo GHD-12 P42	Privado	465474	7733653	1355.4	17.8	1337.6
Pozo GHD-12 P43	Privado	465602	7733698	1359.9	10.8	1349.1
Pozo GHD-12 P44	Privado	464292	7733014	1329.6	30.4	1299.2
Pozo GHD-12 P46	Privado	463341	7732183	1298.1	25.17	1272.9
Pozo GHD-12 P48	Privado	462911	7732369	1291.0	20.25	1270.8
Pozo GHD-12 P50	Privado	464233	7734957	1350.6	39.1	1311.5
Pozo GHD-12 P51	Privado	464097	7734666	1343.0	33.19	1309.8
Pozo GHD-12 P53	Privado	460857	7732616	1178.4	34.62	1143.8
Pozo GHD-12 P55	Privado	466227	7734140	1374.7	1.98	1372.7
Pozo GHD-12 P57	Privado	467037	7734886	1438.6	15.03	1423.6
Pozo GHD-12 P59	Privado	466222	7729990	1357.1	20.42	1336.7
Pozo GHD-12 P61	Privado	463280	7721561	1223.4	21.4	1202.0
Pozo GHD-12 P62	Privado	463435	7721587	1231.2	10.1	1221.1
Pozo GHD-12 P63	Privado	464391	7732579	1322.1	16.31	1305.8

Identificador Pozo	Nombre Pozo	Coordenadas UTM WGS84		Elevación Terreno m.s.n.m.	Profundidad Nivel Agua m	Elevación Nivel Agua m.s.n.m.
		Este	Norte			
		m	m			
Pozo GHD-12 P65	Privado	462884	7733179	1307.5	18.06	1289.4
Pozo GHD-12 P66	Privado	462926	7733216	1309.1	12.9	1296.2
Pozo GHD-12 P67	Privado	462875	7733095	1305.3	20.47	1284.8
Pozo GHD-12 P68	Privado	463012	7733130	1309.9	23.34	1286.6
Pozo GHD-12 P70	Privado	462892	7733353	1311.8	21.79	1290.0
Pozo GHD-12 P71	Privado	462904	7733396	1312.9	20.11	1292.8
Pozo GHD-12 P73	Privado	461173	7732632	1190.6	23.76	1166.8
Pozo GHD-12 P74	Privado	461118	7732115	1189.3	25.45	1163.9
Pozo GHD-12 P75	Privado	461062	7731951	1181.9	27.21	1154.7
Pozo GHD-12 P76	Privado	460999	7732082	1182.7	26.84	1155.9
Pozo GHD-12 P77	Privado	463746	7730937	1261.8	4.85	1257.0
Pozo GHD-12 P79	Privado	463746	7731318	1292.0	30	1262.0
Pozo GHD-12 P80	Privado	463354	7730854	1272.4	34.6	1237.8
Pozo GHD-12 P82	Privado	463667	7730896	1259.4	0.86	1258.5
Pozo GHD-12 P83	Privado	461188	7731895	1191.0	36.8	1154.2
Pozo GHD-12 P84	Privado	461049	7731707	1179.2	30.73	1148.5
Pozo GHD-12 P85	Privado	461196	7731552	1180.7	6.3	1174.4
Pozo GHD-12 P87	Privado	466491	7734688	1401.5	20.07	1381.4
Pozo GHD-12 P89	Privado	464902	7733351	1341.5	37.33	1304.2
Pozo GHD-12 P90	Privado	464970	7733120	1339.2	36.31	1302.9
Pozo GHD-12 P91	Privado	464866	7733210	1341.4	37.51	1303.9
Pozo GHD-12 P92	Privado	464779	7733353	1340.2	31.39	1308.8
Pozo GHD-12 P94	Privado	464951	7733515	1343.3	29.31	1314.0
Pozo GHD-12 P95	Privado	461654	7731685	1205.2	26.95	1178.3
Pozo GHD-12 P98	Privado	464519	7731366	1277.3	12.56	1264.7
Pozo GHD-12 P101	Privado	466536	7731342	1331.3	3.4	1327.9
Pozo GHD-12 P103	Privado	458959	7748183	1424.2	8.61	1415.6
Pozo GHD-12 P104	Privado	459191	7747657	1432.5	43.11	1389.4
Pozo GHD-12 P105	Privado	463733	7733133	1322.0	23.92	1298.1
Pozo GHD-12 P106	Privado	463919	7733255	1327.3	25.95	1301.4
Pozo GHD-12 P107	Privado	463797	7733422	1326.5	25.36	1301.1
Pozo GHD-12 P109	Privado	463615	7733297	1322.3	23.04	1299.3
Pozo GHD-12 P110	Privado	464808	7734390	1349.9	30.53	1319.4
Pozo GHD-12 P111	Privado	466451	7734692	1399.7	21	1378.7