



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DEL ESTRATO ACUÍFERO
PARA CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, MEDIANTE
PROSPECCIÓN GEOFÍSICA A TRAVÉS DE TOMOGRAFÍA
GEOELECTRICA EN LA LOCALIDAD DE AZÁNGARO - 2016”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. EDWIN MARIO GONZALES COAQUIRA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO - PERÚ

2017



NOMBRE DEL TRABAJO

DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DEL ESTRATO ACUÍFERO PARA CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, MEDIANTE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA A TRAVÉS DE TOMOGRAFÍA GEOELECTRICA EN LA LOCALIDAD DE AZÁNGARO - 2016

AUTOR

EDWIN MARIO GONZALES COAQUIRA

RECuento DE PALABRAS

9847 Words

RECuento DE CARACTERES

54640 Characters

RECuento DE PÁGINAS

75 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

14.9MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 25, 2023 10:11 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 25, 2023 10:12 AM GMT-5

● **17% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 16% Base de datos de Internet
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)


Oscar R. Mamani Legue



Resumen



DEDICATORIA

Dedico con mucho cariño a mis apreciados padres Guillermo y Victoria, por haberme apoyado en los momentos más difíciles de mi carrera, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante quienes con sus experiencias y sabiduría me guiaron por un buen camino, quienes confiaron en mi para convertirme una persona de bien, pero sobre todo por su amor incondicional.

A mis apreciados hermanos Rosa, Elizabeth y Yhony, quienes me brindaron paz y alegría en los momentos más difíciles de mi vida, fueron la inspiración para lograr mis objetivos.

Edwin Mario Gonzales Coaquira



AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme vida y salud para cumplir mis metas, y siempre iluminando mi camino para superar los desafíos.

A mis padres que siempre confiaron en mí y por brindarme todo el apoyo incondicional para concluir mis estudios.

A la Universidad Nacional del Altiplano alma mater de mi formación profesional, en especial la escuela profesional de Ingeniería Agrícola.

A mis maestros de la facultad de Ingeniería Agrícola por haberme compartido sus conocimientos y experiencias.

Edwin M. Gonzales Coaquira



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE AGRÓNOMOS	
RESUMEN	12
ABSTRACT.....	13
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1.1. Formulación del problema.....	15
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	15
1.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	17
1.3.1. Objetivo general.....	17
1.3.2. Objetivos específicos.....	17
1.4. HIPÓTESIS.....	17
1.4.1. Hipótesis general	17
1.4.2. Hipótesis específicos.....	17
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ANTECEDENTES.....	18
2.2. MARCO LEGAL.....	19



2.2.1. Ley de recursos hídricos LEY N° 29338.....	19
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	21
2.3.1. Acuífero	21
2.3.2. Clasificación de los acuíferos.....	21
2.3.3. Principales fuentes de recarga de un acuífero.....	23
2.3.4. Características de los acuíferos.....	23
2.3.5. Fuentes de aguas subterráneas en el Perú	25
2.3.6. Prospección geofísica.....	27
2.3.7. Métodos geofísicos usados en la exploración.....	27
2.3.8. Prospección Geoeléctrica.....	29
2.3.9. Resistividad y conductividad eléctrica:	30
2.3.10. Clases de conductividad en minerales y agua.....	31
2.3.11. medición de resistividad del suelo.	32
2.3.12. Resistividad del terreno	35
2.3.13. Dispositivos lineales para resistividad del terreno.	38

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	40
3.1.1. Ubicación política.....	40
3.1.2. Ubicación geográfica.....	40
3.1.3. Demarcación Hidrográfica	40
3.1.4. Vías de comunicación y acceso a la zona proyecto.....	41
3.1.5. Área del proyecto.....	41
3.1.6. Clima de la zona.....	41
3.1.7. Hidrología de la zona.....	42



3.1.8. Geología y Geomorfología.....	43
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS.....	50
3.3.1. Personal.....	50
3.3.2. Materiales.....	50
3.3.3. Equipos:	51
3.3.4. Software.....	52
3.3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	52
3.3.1. Topografía de la zona.....	52
3.3.2. Resistividad del suelo.....	53
3.3.3. Mediciones en campo del Perfil Geoeléctrico.....	53
3.3.4. Base de Datos Obtenidos en Campo	54
3.3.5. Verificación de datos	54
3.3.6. Características estratigráficas del suelo	54
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. TRABAJOS DE CAMPO	55
4.1.1. Análisis de resistividad de terreno.....	55
V. CONCLUSIONES.....	61
VI. RECOMENDACIONES.....	62
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXOS:	68

Área: Aguas Subterráneas

Línea: Recursos hídricos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 14 de setiembre del 2017



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Valores de porosidad para algunas rocas	25
Tabla 2. Resistividad del agua y las rocas más comunes	37
Tabla 3. Resistividad de algunas rocas	37
Tabla 4. Variaciones de la resistividad en función de la porosidad.	38
Tabla 5. Vías de comunicación y acceso a la zona del proyecto.	41
Tabla 6. Información hidrométrica.	42
Tabla 7. Precipitación Total Mensual-Promedio Multianual (1964-2007) Completada y consistente.....	43
Tabla 8. Resistividad de terreno en tomografía Geoeléctrica sección 01	55
Tabla 9. Resistividad de terreno en tomografía Geoeléctrica sección 02	56



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Pozos en acuífero libre y confinado.	22
Figura 2. Principales acuíferos del Perú	26
Figura 3. Métodos Geoelectricos de prospección.	29
Figura 4. Principio de penetración de dispositivos geoelectricos.....	30
Figura 5. Clasificación de la conductividad eléctrica.	31
Figura 6. Medición de resistividad en laboratorio	33
Figura 7. Medición de resistividad en perforación	34
Figura 8. Flujo Eléctrico En Medio Isótropo Y Homogéneo.....	35
Figura 9. Dispositivo tetraelectrodico para la medida de la resistividad del suelo....	36
Figura 10. Flujo eléctrico en medio natural.	36
Figura 11. Dispositivos schlumberger.	38
Figura 12. Dispositivos Wenner.	39
Figura 13. Dispositivos dipolares.	39
Figura 14. Formación Chagrapí y Ambo	44
Figura 15. Formación Huancané.....	45
Figura 16. Formación Azángaro.	46
Figura 17. Sistema Montañoso.	48
Figura 18. Planicie.	48
Figura 19. Valle.	49
Figura 20. Red de Drenaje.	50
Figura 21. Receptor ELREC PRO.	51
Figura 22. Transmisor.....	51
Figura 23. Tomografía Geoelectrica Sección - 1.	58



Figura 24. Tomografía Geoelectrica Sección - 2. 60



ÍNDICE DE AGRÓNOMOS

ANA	: Autoridad Nacional del Agua
CO	: Climatológica Ordinaria
CP	: Climatológica Principal
PLU	: Pluviométrica
INRENA	: Instituto Nacional de Recursos Naturales
CE	: Calicatas Eléctricas
PE	: Potencial Espontáneo
PI	: Polarización Inducida
UTM	: Universal Transverse Mercator (Sistema de coordenadas universal transversal de Mercator)
WGS	: World Geodetic System (Sistema geodésica de coordenadas geográficas)
GPS	: Global Positioning System (Sistema de posicionamiento global)
CRV	: Curva de Resistividades Verdaderas



RESUMEN

La presente investigación, tiene como objetivo determinar la potencia y/o espesor del estrato acuífero en la localidad de Azángaro, mediante la prospección geofísica a través del método tomografía geoeléctrica. Las familias asentadas alrededor del lugar de estudio carecen del elemento líquido para consumo humano, por tanto, es necesario realizar este estudio para determinar la probable ubicación, espesor y la profundidad del estrato acuífero. La metodología consistió en trabajar con dos secciones de tomografía geo eléctrica 01 y 02 se basa en el modelado 2-D de la resistencia del suelo mediante métodos numéricos, cuyos resultados se muestran en secciones transversales. donde se tomó datos de la resistividad del suelo en campo. Los resultados nos muestran que, la sección de la tomografía geoelectrica 01, se compone de dos estructuras, en la primera estructura las resistividades del terreno varían de 63.8 – 345 Ohm.m, que corresponderían a materiales consolidados; arena gravosos y en la segunda estructura las resistividades varían de 11.8 a 63.8 Ohm.m., que representa la estructura acuífera. la sección de la tomografía geoeléctrica 02, también se compone de dos estructuras, en su primera estructura las resistividades del terreno varían de 98 – 868 Ohm.m, que corresponderían a materiales arena gravoso, con mayor grado de compactación y en su segunda estructura las resistividades varían de 27.9 a 98 Ohm.m., que representa la estructura acuífera, la cual se encuentra a una profundidad aproximada de 40 m. en conclusión la sección de la tomografía geo eléctrica 02 es recomendable para la perforación de pozos y así de esta manera aprovechar la captación de aguas subterráneas, lo que permitirá de alguna manera satisfacer la demanda hídrica requerida para abastecimiento de agua potable en la Localidad de Azángaro.

Palabras clave: Acuífero, geoeléctrica, geofísica, prospección, tomografía.



ABSTRACT

The objective of this investigation is to determine the power and/or thickness of the aquifer stratum in the town of Azángaro, through geophysical prospecting through the geoelectric tomography method. The families settled around the place of study lack the liquid element for human consumption, therefore, it is necessary to carry out this study to determine the probable location, thickness and depth of the aquifer stratum. The methodology consisted of working with two geoelectrical tomography sections 01 and 02 based on 2-D modeling of soil resistance using numerical methods, the results of which are shown in cross sections. where soil resistivity data was taken in the field. The results show us that the section of the geoelectrical tomography 01, is composed of two structures, in the first structure the resistivities of the ground vary from 63.8 - 345 Ohm.m, which would correspond to consolidated materials; gravelly sand and in the second structure the resistivities vary from 11.8 to 63.8 Ohm.m., which represents the aquiferous structure. The geoelectrical tomography section 02 is also made up of two structures. In its first structure the soil resistivities vary from 98 – 868 Ohm.m, which would correspond to gravelly sandy materials, with a higher degree of compaction and in its second structure the resistivities vary from 27.9 to 98 Ohm.m., which represents the aquiferous structure, which is found at an approximate depth of 40 m. In conclusion, the section of the geoelectrical tomography 02 is recommended for the drilling of wells and thus, in this way, take advantage of the collection of groundwater, which will allow in some way to satisfy the water demand required for the supply of drinking water in the Town of Azángaro.

Keywords: Aquifer, geoelectric, geophysics, prospecting, tomography.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Desde aquellos tiempos, el ser humano se ha interesado por comprender los fenómenos que ocurren en la Tierra, lo que llevó que muchas ciencias se dediquen a esta investigación, dentro de las cuales se encuentran los métodos de exploración de instrumentos geofísicos que obtienen información detallada debajo de la superficie terrestre.

La precisión de dichos métodos, permite caracterizar las condiciones del subsuelo, y en muchos casos sin perturbar el sitio o el área de interés. (TOLEDO J.,2015).

La utilización del recurso hídrico con fines poblacionales se caracteriza por tener una distribución irregular de la disponibilidad hídrica, debido al cambio estacional de las precipitaciones que ocurre durante todo el año, significa que el ciclo hidrológico está definido por un periodo húmedo caracterizado por la presencia de fuertes lluvias en los meses de enero a abril, un periodo seco con poca a nula precipitación en los meses de junio a agosto, y un periodo de transición que corresponde al momento en que la precipitación comienza a extenderse durante los meses de setiembre a diciembre, de igual forma las características topográficas como las fuertes pendientes y escasa cobertura vegetal en sus fuentes condicionan una irregularidad en los flujos de aguas superficiales, el cual va directamente relacionado con los volúmenes de almacenados en el acuífero adyacente al río Azángaro, con estratos principalmente de arenas y gravas con gran potencial de recarga para abastecer a la localidad de Azángaro. Siendo el flujo de escorrentía durante las épocas de avenida y marcada reducción del flujo en época de estiaje.



1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El escasez de agua superficial en la actualidad para el consumo humano, es un problema importante en las zonas rurales y urbanas de las provincias del departamento de puno y a nivel mundial, en la provincia de Azángaro en estos últimos años se observó la escasez de agua dulce para consumo humano, por lo es importante realizar exploraciones de aguas subterráneas a través de métodos geofísicos como es el método de tomografía geoelectrica, para así ubicar adecuadamente los pozos de explotación de agua, con fines de ampliar y mejorar su sistema de agua potable y alcantarillado en esta ciudad. Actualmente la ciudad de Azángaro no cuenta con suficientes captaciones aguas superficiales, dado que las fuentes de agua que existe alrededor de la ciudad tienden a desaparecer durante los meses de septiembre – diciembre, lo que esto genera el desabastecimiento de agua potable a la población del distrito de Azángaro.

1.1.1. Formulación del problema.

¿De qué manera se puede determinar el espesor del estrato acuífero mediante la prospección geofísica en el distrito de Azángaro?

¿Cuál es la resistividad del suelo?

¿Cuál es la estratificación de suelo?

¿De qué manera podemos plantear la explotación de agua subterránea mediante pozo tubular?

1.2. JUSTIFICACIÓN

El recurso hídrico en la actualidad es insuficiente para el consumo humano y así también para que se pueda desarrollar las diferentes actividades productivas como agrícola, energética, entre otras.



El aprovechamiento hídrico de cualquier fuente natural de agua para sus diferentes actividades, están sujetas a la disponibilidad y comportamiento del recurso hídrico en la fuente y sujeción al marco jurídico de la Ley de Recursos Hídricos (Ley 29338) y Ley General del Ambiente (Ley 28661); razón por la cual, para abastecimiento de agua potable al distrito de Azángaro, ha sido de mucho interés desarrollar el presente estudio de exploración de las aguas subterráneas, siendo el objetivo principal de conocer la ubicación, profundidad y espesor del estrato acuífero, así plantear lugares perforación de pozos con la finalidad de satisfacer la demanda hídrica con fines poblacionales.

Las aguas provenientes del acuífero Azángaro, que en este caso está asociado al flujo del río Azángaro, se caracterizan por tener un comportamiento irregular con un periodo corto de abundancia, un periodo prolongado de caudales bajos, por lo que, su aprovechamiento merece una especial atención a fin de que pueda ser utilizada de manera eficiente, lo que significa maximización de su uso y aprovechamiento durante los periodos de avenida y de mayor eficiencia en su uso en periodos de poca disponibilidad de agua, a fin de no alterar derechos de uso de agua otorgados; política que es muy común en la actualidad, de manera tal que se maximiza su uso y minimizar las pérdidas y consiguientemente los efectos negativos al medio ambiente.

Los recursos hídricos que serán aprovechados del acuífero Azángaro, por sus características físicas que poseen, son aguas que reúnen las condiciones para el uso poblacional, las cuales serán aprovechadas sin afectar el uso primario, derechos de uso de agua otorgados que pudiesen existir aguas abajo del punto de captación proyectada.



1.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.3.1. Objetivo general

- Determinar el espesor del estrato acuífero existente mediante la prospección geofísica, a través de tomografía Geoeléctrica en el distrito de Azángaro.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la resistividad del subsuelo.
- Determinar la estratificación del subsuelo.
- Determinar el espesor del acuífero
- Determinar la ubicación y la profundidad en la que se encuentra el estrato acuífero.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis general

- El espesor de la capa acuífera existente en la localidad de Azángaro se determina a través de la tomografía geo eléctrica.

1.4.2. Hipótesis específicos

- Mediante la prospección geofísica por método tomografía geo eléctrica, se determina la resistividad del subsuelo.
- Se obtiene las características estratificas del subsuelo.
- Se determina el espesor del acuífero en la zona de estudio.
- Se identifica la ubicación y la profundidad en la que se encuentra el estrato acuífero en la localidad de Azángaro.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

En las cercanías del lugar de estudio Durante el año 1994, la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento (E.P.S. – Nor Puno S. A. Azángaro) realiza perforaciones por el tipo de pozo de galerías filtrantes, un diámetro de 10”, de una profundidad inicial de 5.50 m, Diámetro y espesor del entubado o revestimiento 8”.

Ajrota (2013), en su tesis de pregrado que lleva como título: “Determinación Del Potencial Hídrico Mediante La Prospección Geofísica A Través Del Sondaje Eléctrico En La Comunidad De Ancasaya – Ilave”, describe los resultados de la resistividad del suelo y la estratificación del suelo, donde la resistividad esta entre 93 a 373 que representa gravas, gravillas en matriz de arenas y limos interpretados como acuífero libre con espesor de 47 ml y de la misma forma se han obtenido formaciones geológicas conformadas de diferentes tipos de estratos a las cuales se les denomina horizontes 01 capa superficial compuesta de materia orgánica y arcillas con limos, horizonte 02 capa subyacente compuesta de gravas, gravillas, arenas interpretado como acuíferos con espesor que varía entre, horizonte 03 capa compuesta de gravillas en matriz de arena, la recarga potencial del acuífero se obtuvo un resultado de 185.58 mm/año. (Ajrota H.,2013)

Chacón (2015), en su tesis de pregrado titulado: “estudio de aguas subterráneas mediante tomografía eléctrica, la joya- Arequipa, 2015 (paraje-ramal)”, realiza tres secciones de Tomografías Eléctrica, L 1, L2 y L3, las cuales suman una longitud de 1200 metros lineales y llegan a una profundidad de 128 metros en las secciones se identificó tres zonas donde La Zona 1 tiene valores que van de 8000 hasta 60000 ohm*m y está



definida por los tonos de color naranja a rosado, los tipos de material presente son ceniza volcánica, gravas arenas, arcillas y limos débilmente consolidados como consecuencia de la desintegración de las rocas intrusivas, la Zona 2 con valores intermedios de 7990 a 400 ohm*m y tonos de color de verde a amarillo se presenta limos arcillas o arenas de grano medio a grueso mal clasificado y la Zona 3 inferior con tonos de color de azul a celeste, registran valores de 56 a 200 ohm*m, los materiales presentes son principalmente conglomerados con arenas gruesas, del cual menciona que esta zona litológica tiene una buena selección de granos, los cuales tiene alta porosidad y permeabilidad, favorecen la formación de acuíferos para nuestro caso sería un acuífero confinado. (Chacón D. T., 2015).

2.2. MARCO LEGAL

2.2.1. Ley de recursos hídricos LEY N° 29338

Esta ley fue publicada el 31 de marzo del 2009, con la finalidad de regular el uso y gestión integrada de agua.

Artículo 1.- El agua

El agua es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, y la seguridad de la Nación. (Ley N.º 29338, 2009).

Artículo 2.- Dominio y uso público sobre el agua

El agua constituye patrimonio de la Nación. El dominio sobre ella es inalienable e imprescriptible. Es un bien de uso público y su administración solo puede ser otorgada y ejercida en armonía con el bien común, la protección



ambiental y el interés de la Nación, no hay propiedad privada sobre el agua. (Ley N.º 29338, 2009).

Artículo 3.- Declaratoria de interés nacional y necesidad pública

Esta ley declara de interés nacional y necesidad pública la gestión integrada de los recursos hídricos con el propósito de lograr eficiencia y sostenibilidad en el manejo de las cuencas hidrográficas y los acuíferos para la conservación e incremento del agua, así como asegurar su calidad fomentando una nueva cultura del agua, para garantizar la satisfacción de la demanda de las actuales y futuras generaciones. (Ley N.º 29338, 2009).

Artículo 5.- El agua comprendida en la Ley

En el título preliminar de la ley de recursos hídricos ley N.º 29338, el agua cuya regulación es materia de la presente ley comprende lo siguiente:

- ríos y sus afluentes, desde su origen natural.
- cauces artificiales.
- la que se recolecta en forma natural y artificial.
- la que se encuentra en los humedales y manglares.
- la de los nevados y glaciares.
- la residual.
- la que se encuentra en los manantiales.
- La subterránea.
- La de origen minero medicinal
- La atmosférica.



2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. Acuífero

“se denomina acuífero a toda formación geológica capaz de almacenar y transmitir el agua subterránea a través de ella, pudiendo extraerse en cantidades significativas mediante obras de captación (ej. pozos).” (COLLAZO y MONTAÑO, 2012).

FUENTES, (1993): “Se llaman acuíferos las formaciones geológicas que contienen agua subterránea. Desde el punto de vista práctico. Un acuífero ha de ser capaz de almacenar y transmitir agua en cantidad susceptible de ser explotada económicamente”.

ORDOÑEZ, J. (2011): “Un acuífero es un volumen subterráneo de roca y arena que contiene agua. El agua subterránea que se halla almacenada en los acuíferos es una parte importante del ciclo hidrológico. Se han realizado estudios que permiten calcular que aproximadamente el 30 por ciento del caudal de superficie proviene de fuentes de agua subterránea.”

2.3.2. Clasificación de los acuíferos

COLLAZO, M. y MONTAÑO, J. (2012), Describen en su publicación “manual de agua subterránea.” La siguiente clasificación de acuíferos según su estructura:

Acuíferos libres. Son acuíferos cuyo piso es impermeable y su techo está a presión atmosférica. La recarga de este tipo de acuífero es directa y se realiza por infiltración del agua de lluvia a través de la zona no saturada o por infiltración de ríos o lagos. Son los más afectados en caso de sequía, ya que el nivel freático oscila con los cambios climáticos. (Collazo y Montaña, 2012)

Acuíferos confinados. Limitados en su parte superior por una formación de baja a muy baja permeabilidad, La presión hidrostática a nivel del techo del acuífero es superior a la atmosférica y la recarga es lateral, Cuando se realiza un pozo en este tipo de acuíferos, el agua contenida en ellos sube rápidamente a por su interior, si el agua sube a la superficie, el pozo se denomina surgente. (Collazo y Montaña, 2012)

Acuíferos semiconfinados. Son casi frecuentes en la naturaleza que los cautivos, en este tipo de acuíferos el techo, el piso o ambos, están formados por capas de baja permeabilidad que si bien dificultan no impiden la circulación vertical del agua, para que ello suceda, además de la permeabilidad deben existir diferencias de carga o potencial hidráulico entre el acuífero semiconfinado y otro superior o inferior, estos acuíferos semiconfinados se recargan y descargan a través de las unidades de baja permeabilidad denominadas semiconfinantes, filtrantes o acuitardos. (Collazo y Montaña, 2012).



Figura 1. Pozos en acuífero libre y confinado.

Fuente: manual de agua subterránea, COLLAZO y MONTAÑO (2012).



2.3.3. Principales fuentes de recarga de un acuífero

a) Precipitación

La precipitación, es toda forma de humedad que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo; de acuerdo a esta definición la precipitación puede ser de forma de lluvias, granizadas, garuas y nevadas. (Villon M., 2002).

La lluvia llega a formar parte del agua subterránea por infiltración y percolación de corrientes y lagos, la percolación directa es el proceso más efectivo en la recarga del agua subterránea donde los suelos son altamente permeables o donde la capa freática está cerca de la superficie del terreno. (Linsley, Kohler Y Pahuas, 1994).

2.3.4. Características de los acuíferos

Según (Villon M., 2002), las caracterizaciones de las propiedades hidráulicas de los acuíferos son:

- Conductividad hidráulica (k)

Es las constantes que define el medio poroso para transmitir al agua a través de sí mismo. La conductividad de los suelos se define como la velocidad de infiltración que se presenta en un medio saturado, cuando la gradiente hidráulica es igual a la unidad. (Villon, 2002).

$$V = K * i$$

$$Si, i = 1$$

$$V = K$$



- **Transmisividad (T)**

La transmisividad o transmisibilidad es el producto de la conductividad hidráulica por el espesor del acuífero, considerando básicamente horizontal. (Villon, 2002).

$$T = K * D$$

Donde:

T = transmisibilidad (m²/día cm²/hora).

K = Conductividad hidráulica (m/día o cm/hora)

D = Espesor del acuífero (m o cm)

- **Porosidad (n)**

La porosidad de un terreno se define como la relación del volumen de huecos (vacíos) al volumen total del terreno que se contiene. (Villon, 2002).

$$n = 100 \frac{w}{v}$$

Donde:

n = porosidad en %

w= volumen de agua requerida para llevar a saturar todos los huecos

v = volumen total de la roca o suelo



Tabla 1. Valores de porosidad para algunas rocas

Material	Porosidad %
Grava	25 – 40
Arenas y gravas	36
Arenas	25 – 50
Limos	35 - 50
Arcillas	40 - 70
Mármoles	0.1 – 0.2
Esquistos	1 – 10
Dolomitas	2.9
Granitos	1.5 – 0.02
Basaltos	0.1 – 2.9

Fuente: Vélez M. (1999).

- **Coefficiente de almacenamiento (S)**

“El coeficiente de almacenamiento (S) se define como el volumen de agua que es liberado por un prisma del acuífero de sección unitaria y de altura igual a la parte saturada del mismo cuando se produce un cambio unitario del nivel piezométrico. El coeficiente de almacenamiento es un número adimensional y es mucho mayor en los acuíferos libres que en los acuíferos confinados, ya que para los primeros está entre 0.02 y 0.3 y para los últimos entre 0.0001 y 0.001.” (Vélez M., 1999).

2.3.5. Fuentes de aguas subterráneas en el Perú

El agua subterránea, en el Perú es una fuente de suministro para uso agrícola, doméstico, industrial y pecuario; existiendo el peligro de sobreexplotación en los valles de Ica, Pisco, Chincha, La Yarada en Tacna y La Leche en Lambayeque. (ANA, 2010).

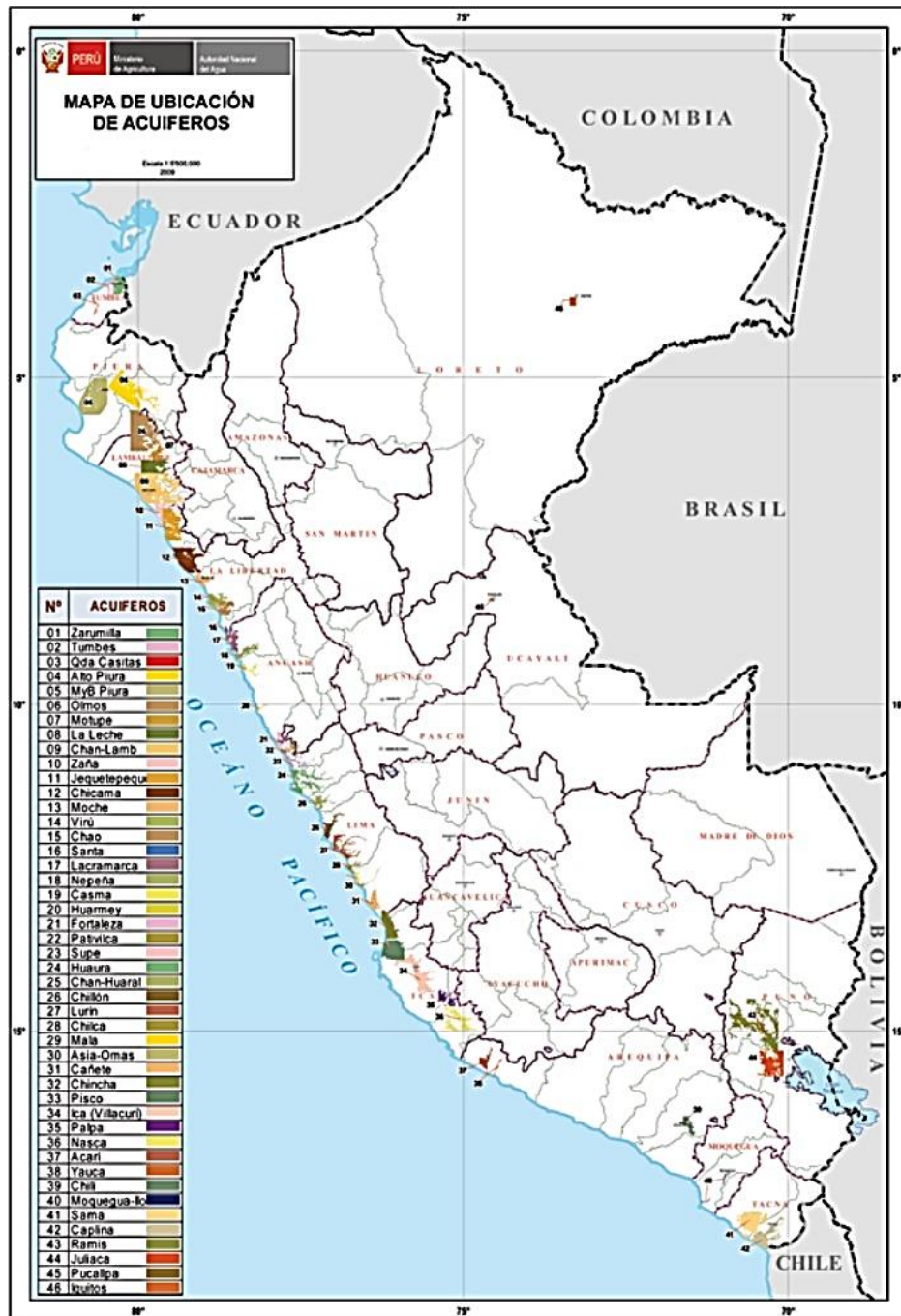


Figura 2. Principales acuíferos del Perú

Fuente: boletín técnico de recursos hídricos en el Perú 2010 del ANA.



2.3.6. Prospección geofísica

La prospección geofísica es, a primera vista, un conjunto de técnicas físicas y matemáticas, aplicadas a la exploración del subsuelo para la búsqueda y estudio de yacimientos útiles (petróleo, aguas subterráneas, minerales, carbón, etc.), por medio de observaciones efectuadas en la superficie de la tierra. (Ollerana E., 1982).

denomina a la prospección geofísica a la aplicación de los conocimientos que ofrece la geofísica a la humanidad, es vista como un conjunto de técnicas físicas y matemáticas aplicadas a la exploración del subsuelo; para la búsqueda y posterior estudio de yacimientos, de sustancias útiles (petróleo, agua subterránea, minerales, carbón, etc.) por medio de observaciones en la superficie de la tierra de las propiedades físicas de los materiales en el interior de ella. (Jaimes Villamizar J.D., 2011).

2.3.7. Métodos geofísicos usados en la exploración

- Método gravimétrico:

La prospección Gravimétrica consiste en medir g (o sus variaciones) para, a continuación, aplicar a los valores brutos (observados) un cierto número de correcciones para eliminar la influencia de otros cuerpos celestes y de la rotación y forma de la tierra, con objeto de obtener las anomalías cuyo origen se deba únicamente a variaciones de densidad en el subsuelo. (Astier J., 1975).

- Métodos sísmicos:

Fundamenta que, “si en un punto del terreno se provoca una sacudida, esta se propaga amortiguándose; el tiempo necesario para que llegue a los receptores depende de la naturaleza y disposición de las formaciones geológicas. La



prospección sísmica se basa en el estudio de estos tiempos de propagación.”
(Astier J., 1975).

- **Métodos magnéticos:**

Manifiesta que “El método magnético es el más antiguo de los métodos de prospección geofísica y ha dado lugar a diversas aplicaciones industriales. Sin embargo, hasta que en 1915 Adlf Schmidt construyó un instrumento de medida de la sensibilidad suficiente, el método entonces solo aplicable a la localización de minerales magnéticos, no pudo ser utilizado para estudios estructurales.”
(Astier J., 1975).

- **Métodos eléctricos:**

Según (Astier J., 1975). Los métodos de prospección eléctrica a los dos criterios siguientes:

- Utilizan el paso por el terreno de una corriente natural o artificial
- No hacen intervenir campos magnéticos.

Estos métodos son muchos y variados, pueden clasificarse de la forma siguiente:

- **Métodos que utilizan corrientes naturales:**

- Método de polarización espontánea
- Método telúrico

- **Métodos que utilizan corrientes artificiales:**

- Métodos de las equipotenciales
- Métodos de las relaciones de caída de potencial
- Método de resistividades
- Método de la polarización inducida

Entre todo este método, el de resistividades es el más empleado en hidrogeología. (Astier J., 1975).

2.3.8. Prospección Geoeléctrica

Es la rama de la Geofísica que trata sobre el comportamiento de rocas y sedimentos en relación a la corriente eléctrica, los métodos geoeléctricos más empleados en Hidrogeología se basan en la inyección artificial de una corriente eléctrica (sondeos eléctricos verticales SEV y calicatas eléctricas CE); de menor utilidad son la polarización inducida (PI) y el potencial espontáneo (PE), este último basado en la medición de campos eléctricos naturales. (AUGE M., 2008).

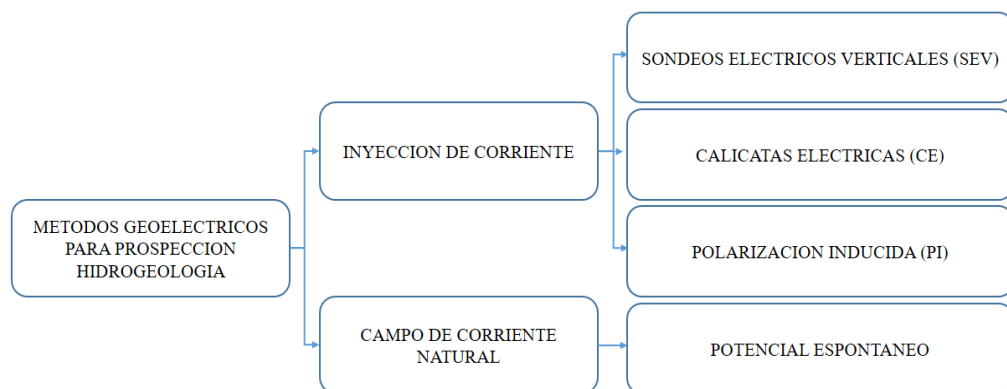


Figura 3. Métodos Goelectricos de prospección.

Fuente: AUGÉ M., 2008.

La prospección geoeléctrica de superficie representa un método de análisis de los geo materiales en términos de sus propiedades eléctricas, de ellas la resistividad y la conductividad eléctrica es bastante importante y ha sido relacionada con parámetros hidrológicos como la porosidad la compacticidad el grado de saturación, entre otros, En la siguiente figura se ilustra uno de los principios básicos de las prospecciones geoeléctricas: A mayor longitud del dispositivo mayor penetración en el subsuelo, el caso (a) de la figura muestra como para separaciones pequeñas de electrodos, la corriente está virtualmente

confinada a la zona (ρ_1) superficial, en el caso (b), cuando los electrodos se abren más, alargándose así la longitud del 11 dispositivo, la penetración en el subsuelo se incrementa, proporcionando más información sobre (ρ_2). (TOLEDO, 2015).

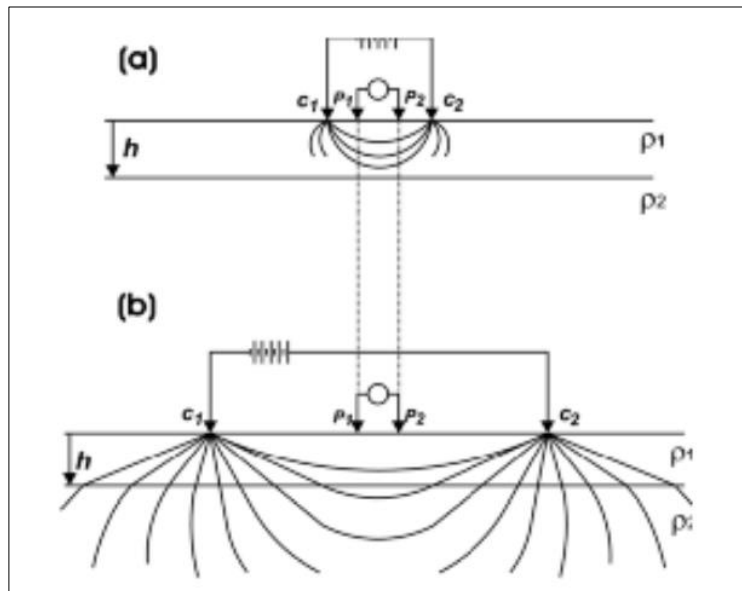


Figura 4. Principio de penetración de dispositivos geoelectricos.

Fuente: TOLEDO J. (2015).

2.3.9. Resistividad y conductividad eléctrica:

Se sabe que por física elemental que la resistencia R de un conductor alargado y homogéneo de forma cilíndrica o prismática. (Ollerana E., 1982).

La conductividad eléctrica, o propiedad de conducir la corriente eléctrica, varia grandemente de unas rocas a otras, los parámetros que presentan esta propiedad son la conductividad o su inversa, la resistividad. (Astier J., 1975).

La resistividad es la resistencia de un cilindro de longitud y sección unitaria.

$$\rho = R \frac{s}{L}$$

Donde:

$$\rho = \text{Resistividad}$$

R = Resistencia

L = Longitud

S = sección

La resistividad eléctrica (ρ) de un material describe la dificultad que encuentra la corriente eléctrica a su paso por él y de igual manera se puede definir la conductividad (σ) como la facilidad que encuentra la corriente eléctrica al atravesar el material. (Pérez N., *et al.*, 2010).

2.3.10. Clases de conductividad en minerales y agua

Los cuerpos eléctricamente conductores lo son porque permiten el paso a través de portadores de cargas eléctricas. Estos portadores pueden ser electrones o iones, por lo que pueden distinguirse dos tipos de conductividad: electrónica e iónica, los del tipo que no son gaseosos se llaman electrolitos, los cuerpos con conductividad electrónica se clasifican a su vez en dos grupos: el de los conductores propiamente dichos o metales, y el de los semiconductores, mayor claridad se obtiene con la siguiente figura. (Ollerana E., 1982).

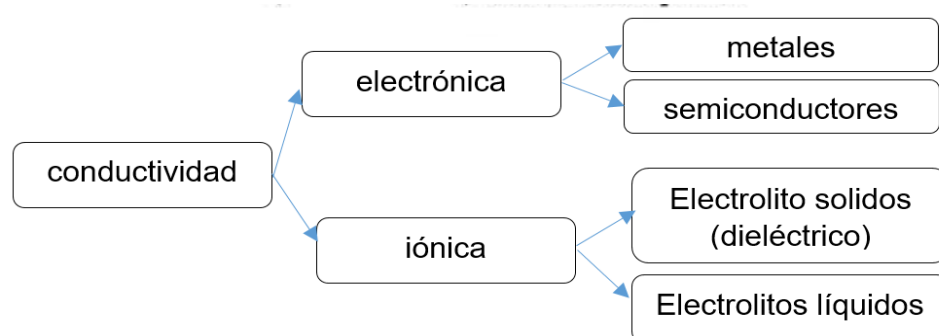


Figura 5. Clasificación de la conductividad eléctrica.

Fuente: Ollerana E.,1982.



2.3.11. Medición de resistividad del suelo.

Las medidas de resistividad eléctrica del subsuelo son habituales en las prospecciones geofísicas. Su finalidad es detectar y localizar cuerpos y estructuras geológicas basándose en su contraste resistivo, el método consiste en la inyección de corriente continua o de baja frecuencia en el terreno mediante un par de electrodos y la determinación, mediante otro par de electrodos, de la diferencia de potencial, la magnitud de esta medida depende, entre otras variables, de la distribución de resistividades de las estructuras del subsuelo, de las distancias entre los electrodos y de la corriente inyectada. (Ajrota H., 2013).

Según M. AUGE, (2008) clasifica en tres métodos la medida de las resistividades:

a) Laboratorio:

Las mediciones se realizan sobre muestras de rocas o sedimentos extraídos de afloramientos, canteras, calicatas, o perforaciones. Como todas las determinaciones litológicas de laboratorio, su mayor limitación radica en el tamaño reducido de la muestra respecto al del medio natural y a la alteración en las propiedades físicas (porosidad, permeabilidad) e hidráulicas (grado de saturación y composición química del agua poral) al efectuar la extracción, el almacenamiento y el transporte hasta el laboratorio, su mayor ventaja es el bajo costo y la rapidez en la obtención de resultados, que, por lo expresado, son sólo orientativos, en la figura se indica la disposición electrónica para la medición de la resistividad de una muestra en laboratorio. (Auge M., 2008).

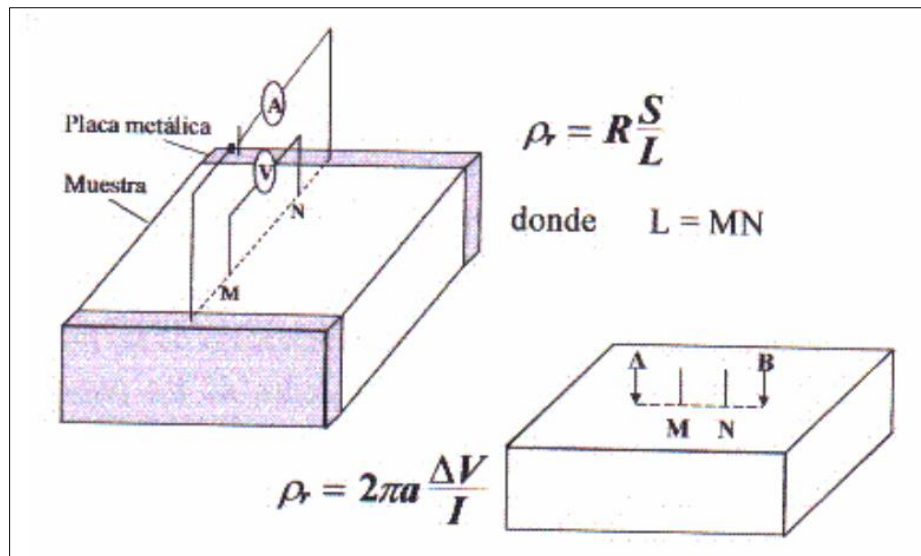


Figura 6. Medición de resistividad en laboratorio

Fuente: Auge M., (2008).

b) Perforaciones:

La medición de la resistividad eléctrica en el interior de pozos brinda resultados más representativos que los efectuados en laboratorio, pues las unidades geológicas se encuentran in situ y aunque pueden sufrir alteraciones en las propiedades físicas y/o hidráulicas, durante las tareas de perforación, estas en la generalidad son menos significativas que las producidas al extraer las muestras y llevarlas al laboratorio. (Auge M., 2008).

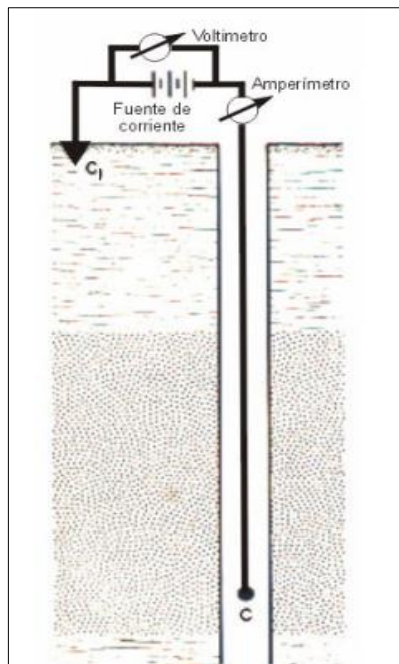


Figura 7. *Medición de resistividad en perforación*

Nota: Auge M., (2008).

c) Campo:

Las mediciones se realizan directamente en el terreno, abarcando un volumen significativamente mayor del medio a investigar, que el logrado en laboratorio o en perforación. Además, con los registros de campo, no se genera alteración en las propiedades físicas e hidráulicas de las rocas o sedimentos, su mayor limitación es el costo, el tiempo y la interpretación, que se complica a medida que el medio natural se aparta de los requisitos teóricos (homogeneidad e isotropía) que tipifican al medio ideal. (Auge M., 2008).

En la siguiente figura se esquematiza el flujo eléctrico de una corriente continua, a través de un medio isótropo y homogéneo de resistividad, que se inyecta en el terreno por A, con una intensidad I_A y sale del mismo por B (I_B), en condiciones de régimen estacionario (sin pérdidas ni ganancias entre A y B), resulta que: (Auge M., 2008).

$$I_A = I_B$$

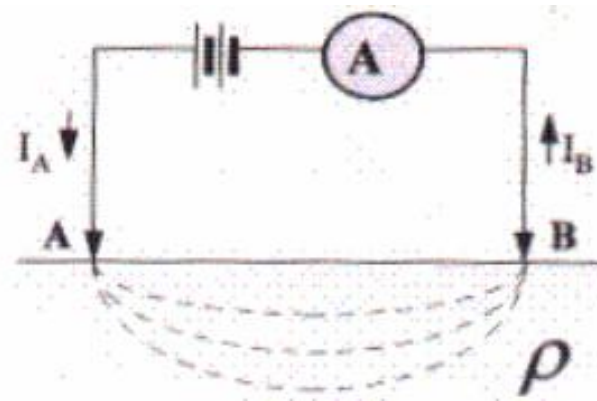


Figura 8. Flujo Eléctrico En Medio Isótropo Y Homogéneo.

Fuente: Auge M., (2008).

Si los electrodos A y B están separados por una distancia considerable y el subsuelo es homogéneo e isótropo, las líneas de corriente son radiales y divergentes y las superficies equipotenciales semiesféricas. (Auge M., 2008).

2.3.12. Resistividad del terreno

La resistividad ρ de terreno, afectada por el campo eléctrico así creado, viene dada por la *ley de ohm*. Cuya fórmula de aplicación es:

$$\rho = k \frac{\Delta V}{I}$$

Dónde:

ρ : Resistividad del terreno

K : Constante

AM, AN, BM, BN son las distancias entre electrodos, la resistividad viene dada por la expresión. (Ajrota H., 2013).

Dónde:

$$K = 2\pi \left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} - \frac{1}{BM} + \frac{1}{BN} \right)^{-1}$$

K: Es un coeficiente numérico que depende de las disposiciones de los electrodos A, M, N, B, Para los terrenos homogéneos e isótropos este cálculo permite determinar la *resistividad específica* ρ_e , sin embargo este caso apenas se presenta y se obtiene entonces la *resistividad aparente* ρ_a . (Ajrota H., 2013).

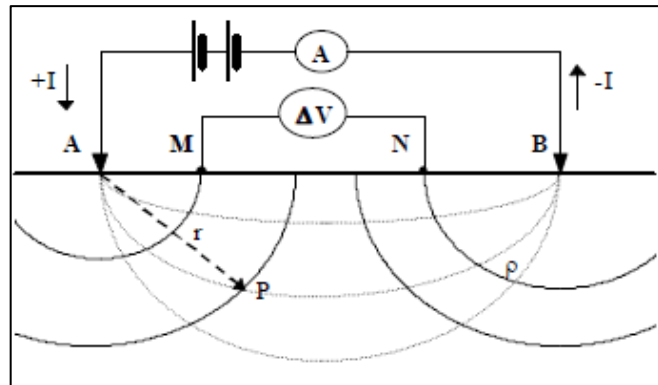


Figura 9. Dispositivo tetraelectrodico para la medida de la resistividad del suelo.

Fuente: Ajrota Maquera H. (2013).

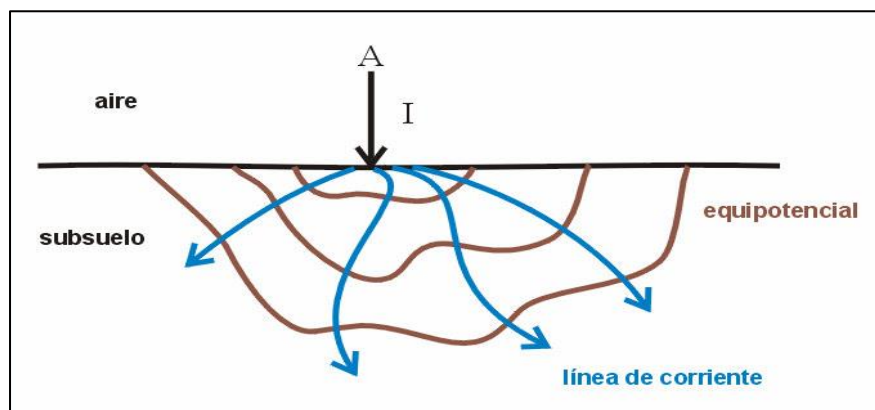


Figura 10. Flujo eléctrico en medio natural.

Fuente: Auge M. (2008).

Tabla 2. Resistividad del agua y las rocas más comunes

Naturaleza litológica	Resistividad específica (ohm. m)
Agua de mar	0.2
Agua de acuíferos aluviales	10 a 30
Agua de fuentes	50 a 100
Arenas y gravas secas	1000 a 10000
Arenas y gravas con agua dulce	50 a 500
Arenas y gravas con agua salada	0.5 a 5
arcillas	2 a 20
margas	20 a 100
calizas	300 a 10000
Areniscas arcillosas	50 a 300
Areniscas cuarcitas	300 a 10000
Cineritas, tobas volcánicas	20 a 100
Lavas	300 a 10000
Esquistos grafitosos	0.5 a 5
Esquistos arcillosos o alterados	100 a 300
Esquistos sanos	300 a 3000
Gneis, granitos alterados	100 a 1000
Gneis, granitos sanos	1000 a 10000

Fuente: Astier J., (1975).

Tabla 3. Resistividad de algunas rocas

Naturaleza litológica	Resistividad específica (ohm. m)
Margas	0.5 a 20
Arcillas (agua dulce)	10 a 100
Arcillas (agua salada)	1 a 10
Esquistos	50 a 100
Calizas	100 a 5000 y mas
Areniscas	60 a 100
Cuarcitas	20000
Granitos	300 a 15000
Rocas eruptivas compactas	500 a 2000
Rocas eruptivas alteradas	50 a 500
Aluviones, arenas, gravas.	100 a 1000
Suelos arcillosos	10 a 20

Fuente: Ajrota Maquera H., (2013).

Tabla 4. Variaciones de la resistividad en función de la porosidad.

Porosidad (%)	Resistividad (ohm. m)	
Suelo arenoso	40 a 75	1.5 a 4
Arcillas plásticas	15 a 40	3 a 20
Arcillas calcáreas	15 a 40	3 a 20
Dolomías.....	15 a 40	3 a 20
Arcillas	8 a 75	20 a 40
Calizas y areniscas.....	3 a 4	50 a 100

Fuente: Ajrota Maquera H., (2013).

2.3.13. Dispositivos lineales para resistividad del terreno.

Los electrodos de inyección de corriente (A y B) y los de medición del potencial (M y N) se disponen alineados, de acuerdo a las configuraciones propuestas por Schlumberger y Wenner. (Auge M., 2008).

a) Configuración Schlumberger:

Es un dispositivo simétrico que debe cumplir con la condición de que la distancia que separa a AB debe ser mayor o igual que 5MN Como se muestra en la siguiente figura. (Auge M., 2008).

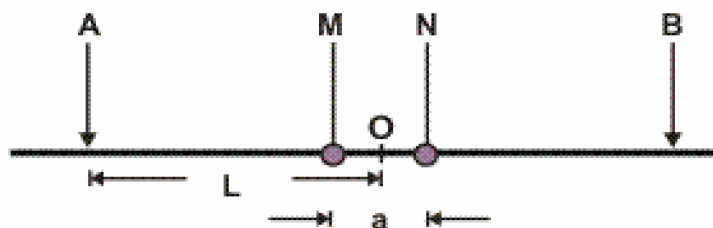


Figura 11. Dispositivos schlumberger.

Fuente: Auge M., (2008).

Representación de valores de resistividad en función de $AB/2$ y la constante geométrica es:

$$K = \frac{\pi}{4MN} (AB^2 - MN^2) \approx \frac{\pi.L^2}{a}$$

b) Configuración Wenner.

También es un dispositivo simétrico pero los elementos se mantienen equiespaciados como se muestra en la siguiente figura, la constante geométrica. (Auge M., 2008).

$$K = 2\pi \cdot a$$

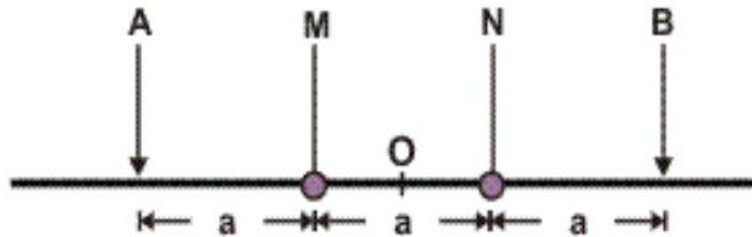


Figura 12. Dispositivos Wenner.

Fuente: Auge M., (2008).

c) Dispositivos Dipolares

En esta disposición, AB y MN se ubican mucho más cerca de la distancia que los separa entre sí. En la práctica, las configuraciones más frecuentes son la ecuatorial y la axil, se muestra en la siguiente figura. (Auge M., 2008).

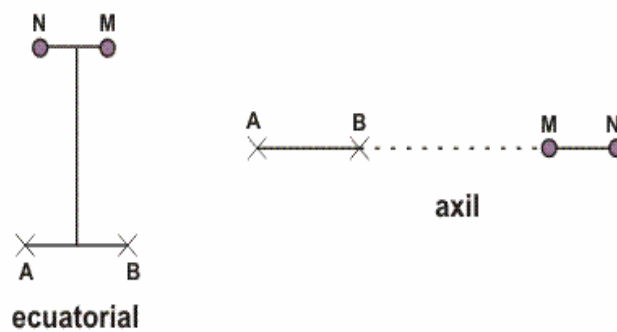


Figura 13. Dispositivos dipolares.

Fuente: Auge M., (2008).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1.1. Ubicación política.

Los estudios se realizaron en la zona del distrito de Azángaro provincia de Azángaro departamento de Puno, donde políticamente pertenece a:

- Localidad : Azángaro
- Distrito : Azángaro
- Provincia : Azángaro.
- Departamento : Puno

3.1.2. Ubicación geográfica.

- Coordenadas UTM : E 371,916.00, N 8'352,145.00
- Coordenadas geográficas : Latitud 14°54'24", Longitud 70°11'36"
- Altitud : 3,862 m.s.n.m.

3.1.3. Demarcación Hidrográfica

El ámbito de exploración se encuentra adyacente al río Azángaro, más abajo confluye con el río Ayaviri, quienes conforman la Unidad Hidrográfica Ramis y que constituye una de las cuencas más importantes del Lago Titicaca.

- Vertiente : Lago Titicaca.
- Cuenca : Río Aramis.
- Subcuenca : Río Azángaro.
- Acuífero : Azángaro



3.1.4. Vías de comunicación y acceso a la zona proyecto

El ámbito de estudio se encuentra en el distrito de Azángaro que cuenta con una vía principal de acceso desde la capital de la región que se visualiza en la siguiente tabla:

Tabla 5. Vías de comunicación y acceso a la zona del proyecto.

Tramo	Tipo De Vía	Distancia (Km)	Tiempo (Min)
Puno-San Román	Asfaltada	42.3	48
San Román-Azángaro	Asfaltada	70	60
TOTAL		112.3	108

Fuente: Elaboración propia

3.1.5. Área del proyecto

El espacio total de estudio es de 2 has aproximadamente, donde se ha realizado las dos líneas de la tomografía geo eléctrica.

3.1.6. Clima de la zona

Las cuencas se caracterizan por condiciones térmicas variables, cálidas en las regiones bajas y frías en las altiplanicies andinas, donde las cumbres están permanentemente nevadas.

La información pluviométrica que se viene utilizando fue tomada de Inrena Atdr Ramis (2008). Datos de localización y caracterización de las estaciones pluviométricas cercanías al lugar de estudio que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6. Información hidrométrica.

N°	ESTACIÓN	TIPO	ESTE	NORTE	CUENCA	DISTRITO	ALTURA	PREC
1	Azángaro	CO	371926.62	8350803.46	Ramis	Azángaro	3863	X
2	Orurillo	PLU	336729.98	8370618.51	Ramis	Orurillo	3920	X
3	Nuñoa	PLU	323968.95	8398190.72	Ramis	Nuñoa	4150	X
4	Antauta	PLU	347222.40	8414940.52	Ramis	Antauta	4135	X
5	Crucero	CO	389638.61	8411956.32	Ramis	Crucero	4130	X
6	Muñani	CO	397559.63	8367233.88	Huancané	Muñani	3948	X
7	Ananea	CO	442478.47	8377171.07	Ramis	Ananea	4660	X

Fuente: Inrena Atdr Ramis (2008).

CO Climatológica Ordinaria

CP Climatológica Principal

PLU Pluviométrica

El comportamiento de la Temperatura y las precipitaciones están en función a la altitud del suelo, así tenemos el siguiente clima:

Tomando el criterio de clasificación del climatólogo alemán W. Koppen, el clima de la zona de estudio es de frío y seco, donde se puede decir que los meses con mayor presencia de lluvia es de diciembre a marzo y los meses de junio a octubre con una precipitación mínima hasta cero en algunos años, la temperatura promedio es de 6.5 a 9.4°C dependiendo de la estación, en verano es lluvioso, el invierno es seco y el invierno es helado.

3.1.7. Hidrología de la zona

La precipitación promedio mensual en las diferentes estaciones de la cuenca.

Según los datos pluviométricos en la estación Azángaro, la precipitación total anual esta en un promedio de 577.0 mm. y en la estación pluviométrica de crucero la precipitación total anual es 854.9 mm., los valores más altos se

registraron en los alrededores del lago Titicaca y el parte alta de la cuenca, esta característica es consecuencia de la alta radiación, presencia de vientos fuertes que a niveles más bajos, lo que genera evaporación del lago que contribuye a la formación de masas de nubes que precipitan en el mismo lugar o alrededores.

Tabla 7. Precipitación Total Mensual-Promedio Multianual (1964-2007) Completada y consistente

N°	Observatorio	Altitud	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1	Ananea	4660	124.2	105.2	92.2	45.3	15.6	7.6	6.0	14.9	25.2	46.4	59.0	92.6	634.4
2	Antauta	4150	131.1	116.7	123.7	54.6	19.0	10.0	8.4	23.3	31.5	48.9	74.3	97.7	739.4
3	Azángaro	3863	119.7	92.5	87.1	38.5	8.3	3.5	2.3	9.0	23.1	43.6	61.5	87.7	577.0
4	Crucero	4130	168.2	150.4	122.7	57.1	15.0	7.4	5.1	14.0	37.2	58.3	86.9	132.5	854.9
5	Macusani	4341	133.6	142.4	114.2	51.7	15.5	5.4	7.1	11.7	24.7	50.3	71.8	120.8	749.3
6	Muñani	3948	142.1	111.0	90.8	47.2	10.2	6.3	5.1	9.5	26.5	45.9	66.9	102.7	664.1
7	Nuñoa	4135	144.8	136.6	118.5	35.1	12.0	4.3	5.6	9.6	21.8	55.5	63.5	99.8	707.0
8	Orurillo	3920	152.1	119.2	120.7	55.4	8.5	5.0	3.3	7.2	25.2	43.9	69.4	105.4	715.3

Fuente: Inrena (2008).

3.1.8. Geología y Geomorfología

a) Geología.

La geología Regional y local “in-situ”, de áreas directas e indirectas y ubicación de las áreas de estudios, del distrito de Azángaro; donde se realizó las líneas de tomografía geo eléctricas, que en lo posterior se plantea efectuar un pozo tubular de explotación de agua subterránea se detallara en seguida.

- Geología regional

Consiste en identificar y determinar la sucesión de las formaciones geológicas en la zona de estudio.

Formación Chagrapi (SD-Ch).

La formación chagrapi (SD-Ch), se describe por el predominio de lutitas y limonitas intercaladas con areniscas esto en estratos laminares y delgados que se muestran una erosión uniforme que establece unas superficies bien contorneadas. También conformado por una intercalación de limoarcillitas gris oscuras a carbonosas con arenisca grauvacas pardo oscuras en capas medianas a delgadas bien estratificadas.

Grupo Ambo (Cm-a).

Areniscas cuarzosas blanquecinas y con una estratificación sesgada, intercaladas con limonitas y lutitas, conglomerados con clastos y cuarcitas de forma subredondeada a subangulosa, con un espesor de 425m. y un techo de contacto fallado con el grupo Moho, en la base se encuentra en discordancia angular sobre la formación chagrapi. Se encuentra al Oeste y Noroeste de la provincia de Azángaro.

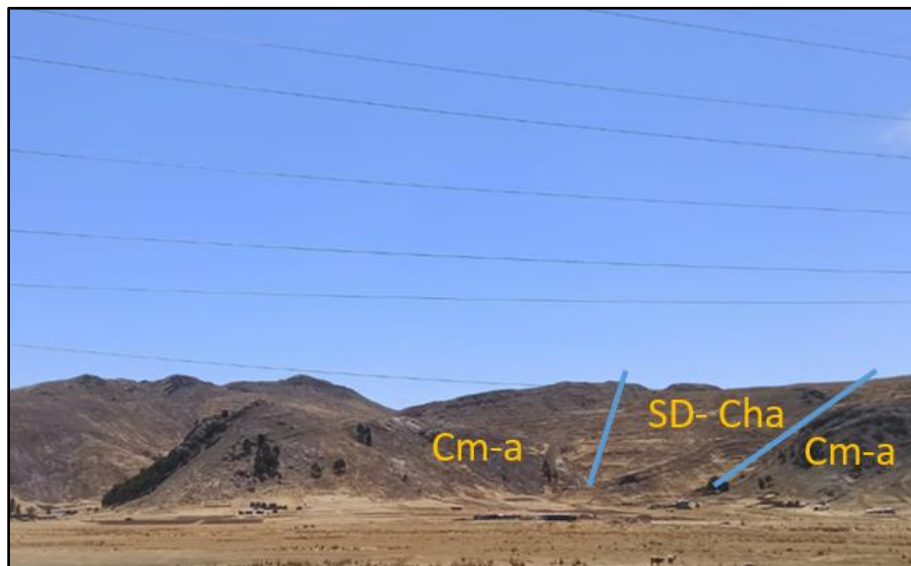


Figura 14. Formación Chagrapi y Ambo

Fuente: Elaboración propia.

Formación Huancané (Ki-Hua)

Esta formación está constituida por areniscas cuarzosas de coloración blanquecina que presenta una estratificación cruzada, que tiene un espesor 112m y un techo concordante con el Grupo Moho. La base está cubierta por material cuaternario y la Fm. Azángaro. Las mejores exposiciones se encuentran al Noreste del cuadrángulo de Azángaro donde estructuralmente se observa plegamientos y fallamientos predominantes.



Figura 15. Formación Huancané.

Fuente. Elaboración propia.

Formación Ayabacas (Kis-ayb)

La formación ayabacas se caracteriza por presentar bloques y estratos de calizas replegados. Su potencia total en el cuadrángulo de Puno es de aproximadamente 200 m. Generalmente compuesta de Calizas muy masivas grises, con algunos niveles delgados de areniscas de grano fino de coloración rojizas, lutitas limolíticas color marrón.

Su nombre deriva de la localidad de Ayabacas que está localizado Juliaca-Taraco, esta denominación fue interpuesto por Cabrera y Peterson (1936), por una serie de calizas y capas rojas. Esta unidad fue mapeada por Newel (1949).

- **Geología local**

Formación Azángaro (Qp-a)

La formación Azángaro aflora en los alrededores de la localidad de Azángaro que fue descrita inicialmente por NEWELL (1949) como “depósitos lacustres del río Azángaro”, Litológicamente el nivel superior está conformado por arenas mal consolidadas que presenta limos y arcillas y arenas finas compactadas con secuencias de arenas gruesas a fina, de coloración rojiza a gris. De permeabilidad media, tiene un grosor que varía entre 26 m y 65 m; este nivel intermedio está considerado como acuífero favorable por presentar buenas propiedades físicas.



Figura 16. Formación Azángaro.

Fuente: Elaboración propia.



- **Cuaternario**

Q al: litológicamente son fluviales recientes que afloran en la zona de estudio que están formados por depósitos de limos y arenas finas; posteriores a la formación Azángaro.

b) Geomorfología.

La geomorfología del área de estudio es el resultado de los procesos geodinámicos externos. Consiste en determinar descriptivamente la disposición de las geoformas que presenta el relieve del modelado en la zona de estudio, así como su relación con el origen y circulación de las aguas superficiales y subterráneas, basada en los fenómenos climáticos.

- **Unidades Geomorfológicas.**

Entre las unidades principales que presente la zona de estudio son de importancia las siguientes.

- Sistema montañoso
- Planicie
- Valles
- Red de Drenaje

Sistema Montañoso

Esta unidad geomorfológica se halla por encima de los 4000 m.s.n.m. hasta 4500 m de altitud; por zonas de topografía fuerte, conformadas por colinas y cimas truncadas.

Son geoformas que destacan con bastante nitidez que predominan en la zona de estudio, con elevaciones que pasan los 4100 msnm. Y sus pendientes oscilan entre 45% y 60%.



Figura 17. Sistema Montañoso.

Fuente: Elaboración propia.

Planicie

Esta unidad geomorfológica se caracteriza por presentar los depósitos de terraza de la formación Azángaro. Y que, en la zona de estudio, las alturas varían de 3860 m.s.n.m. a 3980 m.s.n.m. donde el tipo de relleno encontrado en la zona de estudio es típicamente conformado por capas superficiales de areniscas, limos y arcillas.

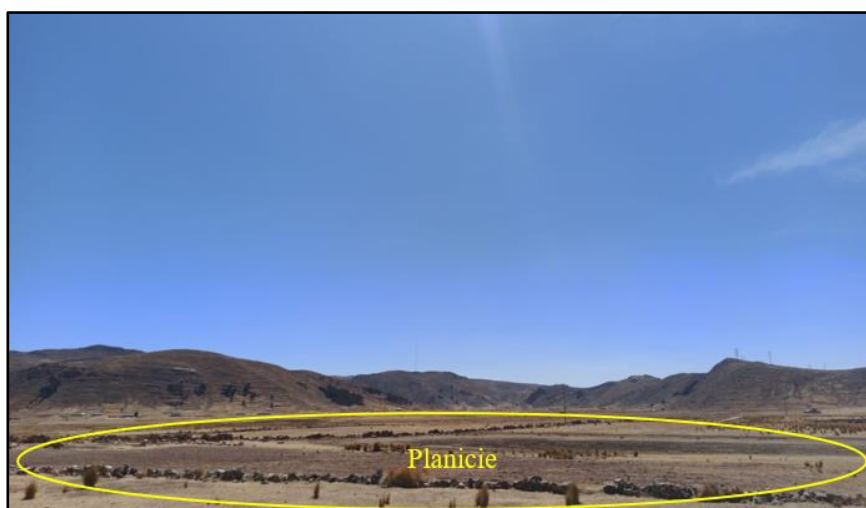


Figura 18. Planicie.

Fuente: Elaboración propia.

Valles

Consta de valles alrededor de la zona de estudio, con desniveles hasta 30 a 45 m. de profundidad aproximadamente, de paredes moderadas correspondientes a la formación típica de limos y arenas limos y arcillas. Los valles se caracterizan por ser valles juveniles y tienen un origen fluvial.

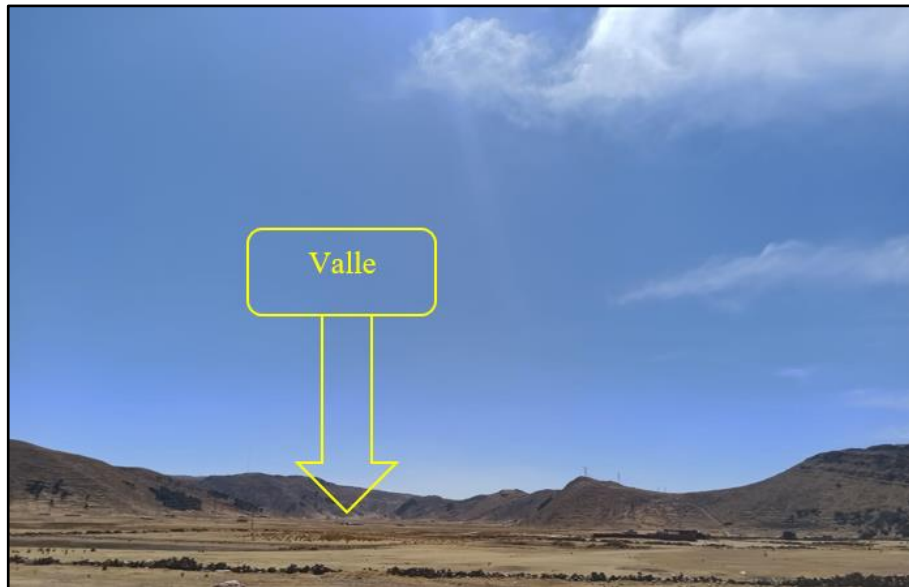


Figura 19. Valle.

Fuente: Elaboración propia.

Red De Drenaje

Una red de drenaje es un indicador de la naturaleza del suelo y de las condiciones en que se encuentra la superficie existente en la zona de estudio que posee un patrón de drenaje tipo dendrítico caracterizado por una ramificación irregular de los tributarios en todas direcciones.

En la zona de estudio existe río maduro “río Azángaro”, con meandros; así mismo en los cerros en partes altas el drenaje es paralelo y simétrico, pero de menor importancia.



Figura 20. Red de Drenaje.

Fuente: Elaboración propia.

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.3.1. Personal

- Geofísico
- Asistente geofísico
- 05 peones
- Conductor de camioneta.

3.3.2. Materiales

- Mapa Geológico cuadrángulo 30-v
- Planos del lugar
- Libreta de campo.
- Tablero
- Lápiz
- Wincha

- Laptop.
- Impresora HP EPSON L -555
- Memoria Externa
- hoja A-4
- Útiles de escritorio

3.3.3. Equipos:

- Receptor



Figura 21. Receptor ELREC PRO.

Fuente: Elaboración propia.

- Transmisor de corriente, TIP5KW



Figura 22. Transmisor.

Fuente: Elaboración propia.



- Generador de corriente
- Carretes para Cables eléctricos
- electrodos impolarizables
- Celular para fotografía digital
- Combas de 5 libras.
- GPS satelital
- Equipos topográficos
- camioneta pik-up 4x4

3.3.4. Software

- Autocad
- AutoCAD Civil 3D
- Argis
- Surfer 08

3.3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

En este estudio se recolectaron todos los datos necesarios in-situ tales como: verificación del lugar de estudio, levantamiento topográfico, geología y Geomorfología del lugar de investigación.

3.3.1. Topografía de la zona

El levantamiento de la topografía de la zona de estudio es uno de los trabajos iniciales que se realizó, del cual se obtuvo la información básica como el plano altimétrico (cotas de terreno), para determinar las características superficiales del área.



3.3.2. Resistividad del suelo

Para obtener los resultados de la resistividad del suelo se ha definido dos secciones de tomografía geoelectrica, trabajo que estuvo dirigido por un especialista geofísico.

3.3.3. Mediciones en campo del Perfil Geoelectrico

Se realizaron las mediciones tomando en cuenta lo siguientes procedimientos:

1. Se selecciona las zonas de afloramiento de agua, (parte húmeda) para realizar las mediciones de prospección geofísica.
2. La toma de lectura consiste en emitir corriente enviado por el transmisor mediante cables de corriente y electrodos impolarizables hacia el suelo, donde estos se convierten en potencial eléctrico que son registrados por el receptor.
3. Para poder realizar este trabajo de investigación en campo, se ha mantenido una comunicación permanente a través de radios entre el personal que opera el transmisor y el receptor, de la misma forma con el personal de apoyo.
4. El procedimiento de trabajo consistió en que el personal que opera el Transmisor, enviara corriente a pedido del personal que opera el receptor, todo esto en coordinación con el personal que manipula los cables de corriente, durante el envío el receptor dará lectura a las resistividades del punto, cuando ya termine la lectura el receptor, este indicara que corte corriente al transmisor cuando el operador del transmisor señale que el corriente está cortado al receptor este indicara al personal que opera los cables que el corriente está cortada y pueda avanzar al siguiente punto y así seguir con el procedimiento.



3.3.4. Base de Datos Obtenidos en Campo

Los valores registrados en campo se guardaron en el receptor, donde se encuentran los valores de la localización de cada línea, electrodos de emisión de corriente, intensidad de corriente transmitida y los valores de resistividad. Con los datos obtenidos en campo se generan los pseudo secciones iniciales.

3.3.5. Verificación de datos

Es la fase donde se validan los valores y se excluyen los datos incoherentes o algún sonido provocado por factores externos tales como, valores de intensidad erróneo, malas conexiones, los valores de potencial a 0.1 mV a más se validarán, y los valores que se encuentran por debajo de este valor se eliminarán.

3.3.6. Características estratigráficas del suelo

Para poder caracterizar la estratigrafía del subsuelo se desarrollaron los siguientes procedimientos.

- Determinar las características del lugar de acuerdo a las resistividades del suelo.
- Determinar la profundidad del estrato acuífero en las 02 secciones de Tomografía Geoelectrica.
- De las secciones se determinarán la cantidad de estratos que conforma cada sección.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. TRABAJOS DE CAMPO

Se efectuaron 02 secciones de tomografía geoeléctrica (TMG), con dispositivo tetra y multielectródico.

4.1.1. Análisis de resistividad de terreno

Después de evaluar, analizar y realizar el procesamiento de los geodatos de la zona de estudio, se obtienen los resultados de cada sección de tomografía geoelectrica, como se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 8. Resistividad de terreno en tomografía Geoeléctrica sección 01

Estructura 1		Estructura 2	
ρ_1	E1	ρ_2	E2
63.8 Ohm.m		11.8 Ohm.m	
112 Ohm.m		20.7 Ohm.m	
196 Ohm.m	30 m	36.3 Ohm.m	60 m
345 Ohm.m		63.8 Ohm.m	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Resistividad de terreno en tomografía Geoeléctrica sección 02

Estructura 1		Estructura 2	
ρ_1	E1	ρ_2	E2
98 Ohm.m			
122 Ohm.m		27.9 Ohm.m	
199 Ohm.m		45.6 Ohm.m	
325 Ohm.m	7 - 10 m	74.5 Ohm.m	40 m
531 Ohm.m		98 Ohm.m	
868 Ohm.m			

Fuente: Elaboración propia en gabinete

Donde:

ρ = Resistividad de terreno

E= Espesor en (m)

a) Interpretación de la Tomografía Geoeléctrica Sección-1.

Se ha efectuado en las cercanías del río Azángaro, de manera paralela al río, con una distancia de 275 metros y una separación de electrodo a electrodo de 25 metros. Donde la profundidad de investigación alcanzo los 100 metros.

En donde se han determinado dos estructuras en esta Zona de Estudio, cuyas características estratigráficas son:

- **primera estructura**

Esta Estructura, conforma la parte superficial del terreno, se presenta una zona conformada por materiales sedimentarios.

Las características de esta Estructura, se describen a continuación:



Valores de resistividad:

Las resistividades de esta primera estructura varia de 63.8 – 345 Ohm.m.

Estratificación:

En esta primera estructura de la sección 01 Corresponden a materiales consolidados; areno gravosos.

Espesor:

El espesor promedio de esta estructura se encuentra a 30 metros.

- Segunda estructura

Valores de resistividad:

Las resistividades de esta segunda estructura que han sido determinados, están en el orden de 11.8 a 63.8 Ohm.m.

Estratificación:

Esta segunda estructura, representa la estructura acuífera de la zona.

Profundidad:

El estrato acuífero se encuentra a una profundidad promedio de 30 metros.

Espesor:

El espesor de la estructura acuífera está en un promedio de 70 metros



Figura 23. Tomografía Geoelectrica Sección - 1.

Fuente: Elaboración propia

b) Interpretación de la Tomografía Geoelectrica Sección – 2.

Esta Tomografía se ha ejecutado en las cercanías de la ciudad de Azángaro. La longitud del Perfil fue de 143 metros con un espaciamiento entre electrodos de 13 metros y la profundidad alcanzada fue de 52 metros.

A través de la tomografía también se han determinado dos estructuras en la Zona de Estudio, cuyas características estratigráficas son:

- Primera Estructura

Esta Estructura, conforma la parte superficial del terreno, se presenta una zona conformada por materiales sedimentarios con mayor grado de compactación.

Las características de esta Estructura, se describen a continuación:



Valores de resistividad:

Las resistividades de esta primera estructura varia de 98 – 868 Ohm.m, que corresponderían a materiales sedimentarios.

Estratificación:

Corresponderían a materiales areno gravoso, con mayor grado de compactación.

Espesor del Acuífero:

La potencia o espesor del acuífero es de 10 metros.

- **Segunda Estructura**

Valores de resistividad:

Los valores determinados de esta estructura, están en el orden de 27.9 a 98 Ohm.m.,

Estratificación:

Representaría a la estructura acuífera.

Profundidad:

Esta Estructura se presenta a una profundidad promedio de 7 a 10 metros

Potencia del Acuífero:

La potencia o espesor del acuífero es de 40 metros



Figura 24. Tomografía Geoelectrica Sección - 2.

Fuente: Elaboración propia



V. CONCLUSIONES

- La primera sección de tomografía geoelectrica realizada. la primera estructura varía sus resistividades del terreno de 63.8 – 345 Ohm.m y la segunda estructura las resistividades están en orden de 11.8 a 63.8.
- La primera sección de tomografía geoelectrica Corresponden a materiales consolidados; areno gravosos y la segunda estructura representa la estructura acuifera de la zona.
- La segunda sección de tomografía geoelectrica realizada. la primera estructura varía sus resistividades del terreno de 98 – 868 Ohm.m, y en la segunda estructura las resistividades varían entre 27.9 a 98 Ohm.m.
- En la segunda sección de tomografía geoelectrica la primera estructura corresponden a materiales areno gravoso, con mayor grado de compactación, la segunda estructura representa la estructura acuifera. Así también esta estructura se consideró como acuífero principal a la formación Azángaro la cual en la zona de estudio se pudo apreciar materiales consolidados desde 66 m. del electrodo a 90 m. del electrodo de nivel intermedio el cual está compuesto por estratos sub horizontales de gravas, arenas finas consolidadas a gruesas, por consiguiente, dada las características litológicas son favorables para realizar perforaciones.
- La potencia promedio del acuífero de la primera tomografía geo eléctrica es de 60 metros y de la segunda tomografía geo eléctrica es de 40 metros.
- Se ha concluido que en la tomografía geoelectrica de sección 02, la profundidad del acuífero está en un promedio de 40 m.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que las conexiones de los cables en los electrodos estén bien aseguradas para así no obtener datos erróneos.
- Se recomienda colocar el infinito mayor a 200 metros de donde se desarrollará las líneas de exploración.
- La geofísica es un método indirecto para lo cual se recomienda realizar un estudio Hidrogeológico con fines de captación de aguas subterráneas, esto con la finalidad de conocer la disponibilidad y comportamiento de los recursos hídricos subterráneos.
- Se recomienda realizar la tomografía geoelectrica a distancias menores para así obtener información detallada del lugar
- Se recomienda mantenerse una constante comunicación entre el operador de transmisor y el que manipula los cables de corriente.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ajrota Maquera, H. (2013). Determinación Del Potencial Hídrico Mediante La Prospección Geofísica A Través Del Sondaje Eléctrico En La Comunidad De Ancasaya – Ilave (Tesis de Grado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú.
- ANA (2010). Boletín técnico de recursos hídricos en el Perú.
<https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/211>
- Aparicio, M. F. (1992), Fundamentos de hidrología de superficie. Bogotá: Edición grupo noriega editores LIMUSA.
- Astier J. (1975). Geofísica Aplicada a la Hidrogeología.
<https://es.scribd.com/document/421151426/Geofisica-Aplicada-a-La-Hidrologia-Astier>
- Auge M. (2008). Métodos Geoelectricos para la prospección de aguas subterráneas. Buenos Aires - Argentina.
<http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/miguel/ProspeccGeoelec.pdf>
- Barriales, G. S. (2006). Perforación y diseño de pozos tubulares. Perú: UNA Puno.
- Candia, P. C. (2002). Sondaje eléctrico para prospección de suelos y determinación de napas subterráneas (tesis de grado) Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Geográfica. Santiago, Chile.
- Castany, G. y Ramon, J. (1975). Prospección y Explotación de las Aguas Subterráneas. España: ed. Omega.



Chacón Málaga D. T., (2015) Estudio De Aguas Subterráneas Mediante Tomografía Eléctrica, La Joya- Arequipa, 2015 (Paraje-Ramal) (Tesis De Grado). Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa - Facultad De Geología, Geofísica Y Minas - Escuela Profesional De Ingeniería Geofísica. – Arequipa – Peru.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/266/B2-M-18488.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Chambilla, P. E. (2010). Exploración Geológica y Prospección Geofísica del Prospecto Cerro Ccopane – Oncopura Cusco – Perú (tesis de grado) Escuela Profesional de ingeniería Geológica, Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú.

Chávez, D. R. (1994). Hidrología para ingenieros. Lima, Perú: PUCP – Fondo editorial.

Chelotti, L., Acosta, N. y Foster, M. (2010). Geofísica aplicada. Chubut, Argentina.

Chereque, M. W. (1992) Hidrología para Ingenieros. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Collazo, M. Y Montaña, J. (2012), manual de agua subterránea (p. 20).
http://www.ose.com.uy/descargas/reclutamiento/ci_0006_16_manual_agua_subterranea.pdf

Custodio, E. y Llamas, M. R. (2001). Hidrología Subterránea. 2^{da} ed. España: Omega S. A.

De la cruz N. (1995). Boletín N° 58 Serie A: Carta Geológica Nacional Geología de los cuadrángulos de Velille, Yauri y Azángaro Hojas 30-s, 30-t, 30-u y 30-v. 1ra Ed., Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, lima – Perú.
https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/179/67/A058-Boletin_Velille-30s_Yauri-30t_Ayaviri-30u_Azangaro-30v.PDF



Fuentes J. (1993), aguas subterráneas (p.6).

https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_01.pdf

Inrena Adro Ramis (2008), tomado de la Actualización del Balance Hídrico de la Cuenca del río Ramis– 2008.

<http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/581.pdf>

Jaimes Villamizar, J.D. (2011), Métodos Geofísicos Aplicados A La Caracterización De Suelos: Estado De Artes (Tesis De Grado). Universidad Industrial De Santander, Facultad De fisicomecanicas, Escuela De Ingeniería Civil Bucaramanga (p.28).

<http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2011/141131.pdf>

Johnson, S. (1975). El agua subterránea y los pozos. 1ra Edición.

Ley de recursos hídricos Ley N° 29338 (30 de marzo del 2009) (p. 12–13).

<https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/228/ANA0000044.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Linsley, R.K., Kohler, M. A. y Paulus, J. L. (1994). Hidrología para ingenieros. Bogota, Colombia: Mac Graw Hill (p.166).

Martínez, A. P. y Martinez S. P. (2006). Fundamentos de Hidrogeología. España: ed. Mundi – Prensa.

Monge R. y Montoya C. (2003). Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Huancané (31-x), Moho (31-y) e Isla Soto (32-y) escala 1:100000. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, lima – Perú.

<https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/P-1054.pdf>

Ollerana E. (1982). prospección geo eléctrica en corriente continua. 2da Ed. Editorial paraninfo S.A. – Madrid (p. 25).



<https://es.scribd.com/document/513388604/Prospeccion-Geoelectrica->

ORELLANA

Ordoñez J. (2011). Cartilla Técnica: Aguas Subterráneas-Acuíferos, 1ra Ed. Lima – Perú.

Sociedad Geográfica de Lima (p. 10).

https://www.gwp.org/globalassets/global/gwpsam_files/publicaciones/varios/aguas_subterraneas.pdf

Pavez, W. A. (2010). Las aguas subterráneas en la costa del Perú y el norte de Chile.

Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.

Pérez N., Garnica P., Delgado V. & Landaverde N. (2010). Evaluación de la resistividad en campo y en laboratorio y su aplicación a pavimentos (p.13).

<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt325.pdf>

Progeo, A. (1997). Prospecciones geofísicas para agua subterránea. Córdoba, Argentina.

Sánchez San Román, J. (2009). Prospección geofísica. España: dpto. de geología de la Universidad Salamanca.

Sanz, P. E. y Menéndez P. I. (2013). Hidráulica Subterránea. 2^{da} ed. España: Garceta S. L.

Subsuelos3d (2017). Estudio de geoelectrica para la prospección y exploración de agua subterránea en la cabecera municipal de Jerusalén – departamento de cundimarca.

Revisión 2.

<https://sie.car.gov.co/bitstream/handle/20.500.11786/33646/Estudio%20de%20geoelectrica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Toledo J. (2015). Aplicación de los métodos geoelectricos en la prospección geofísica (tesis de Grado). EAP. De Ciencias Físicas, Facultad De Ciencias Físicas

Universidad Nacional Mayor De San Marcos Lima-Perú.



<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/12584/Toledo>

[Baca Juan Cesar 2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

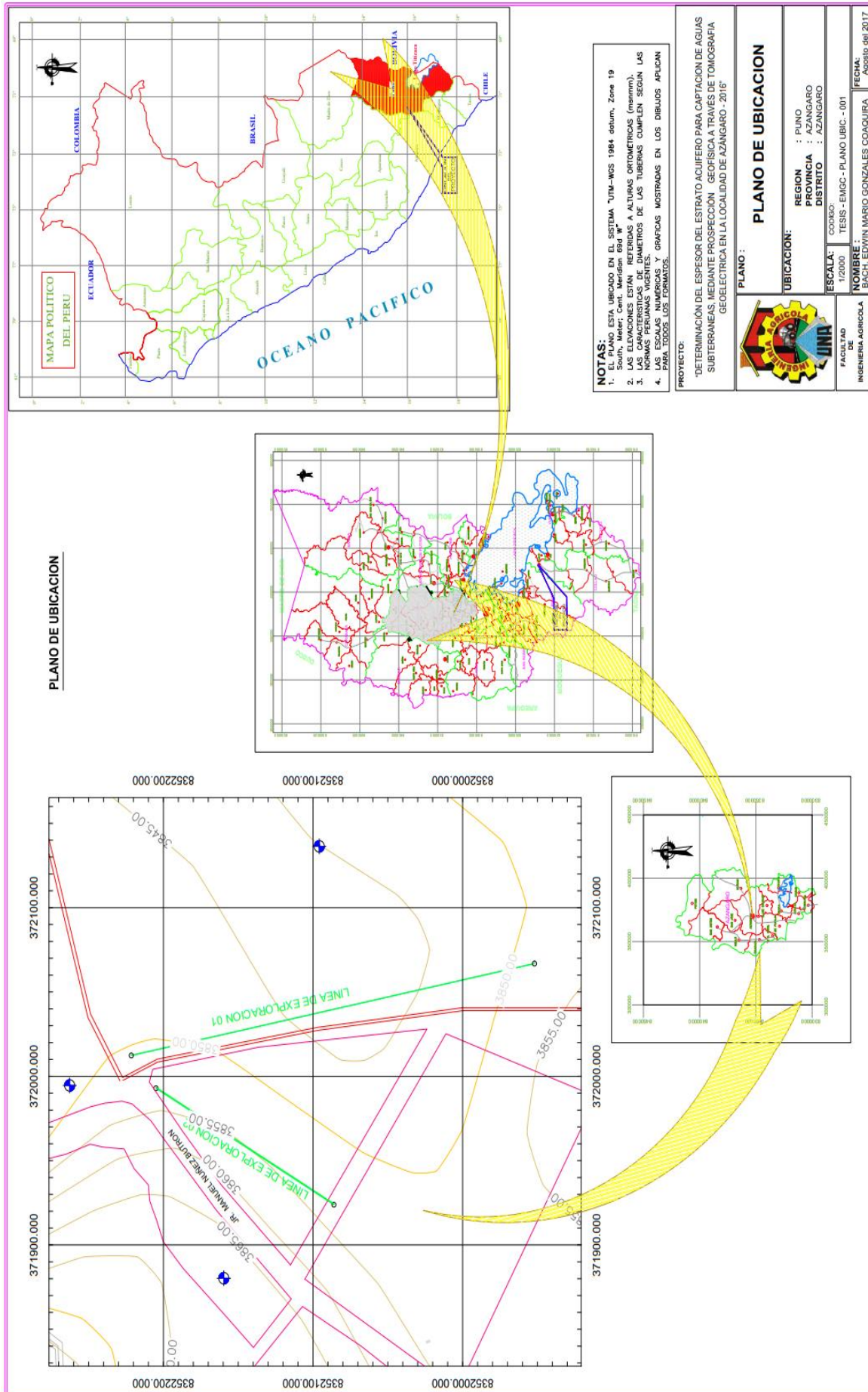
Vélez, O. M. (1999). Hidráulica de Aguas subterráneas. 2^{da} ed. Medellín, Colombia: Facultad de minas, Universidad Nacional de Colombia (p.78).
<https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/12/Hidr%C3%A1ulica-de-aguas-subterr%C3%A1neas.pdf>

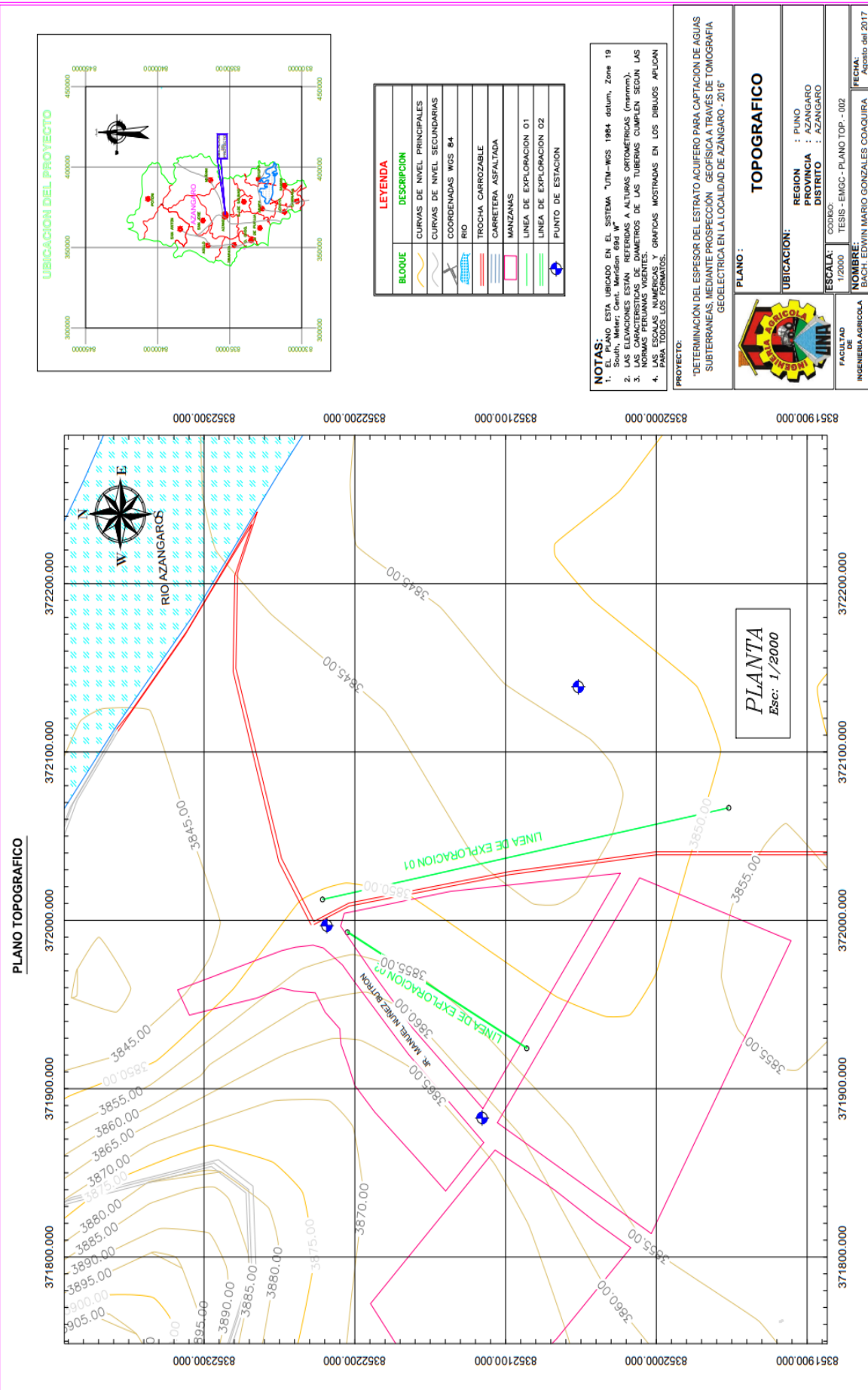
Vilca Tumi, J. P. (2005). Estudio de Aguas Subterráneas en las Comunidades de Alto Caracha, Central Chañocahua y Chañocahua Joven de la Provincia de Lampa, (tesis de Grado) Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú.

Villon M. (2002). Hidrología. 2da Ed. Editorial VILLÓN, Lima – Perú (p.69).



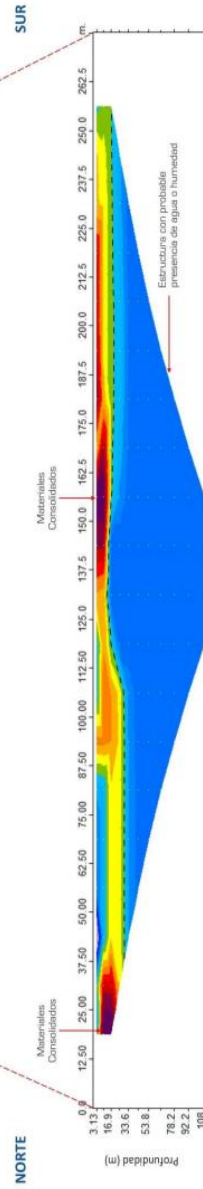
ANEXOS





A. UBICACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LA TOMOGRAFÍA GEOELÉCTRICA

MAPA DE UBICACIÓN, TOMOGRAFÍA GEOELÉCTRICA



PRIMERA ESTRUCTURA	Valores de Resistividad : 63.8 - 345 Ohm.m. Materiales consolidados; gravas y arenas.
SEGUNDA ESTRUCTURA	Valores de Resistividad : 11.8 - 63.8 Ohm.m. Materiales permeables; gravas y arenas. Probable presencia de agua o humedad.

Modelo de Resistividad con Topografía
- Primer electrodo ubicado en: 0.0 m.
- Último electrodo ubicado en: 275.0 m.



PROYECTO:	"DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DEL ESTRATO ACUÍFERO PARA CAPTACION DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, MEDIANTE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA A TRAVÉS DE TOMOGRAFÍA GEOELÉCTRICA EN LA LOCALIDAD DE AZÁNGARO - 2016"	
PLANO:	TOMOGRAFÍA GEOELÉCTRICA SECCION - 1	
UBICACION:	REGION : PUNO PROVINCIA : AZANGARO DISTRITO : AZANGARO	
ESCALA:	CODIGO : 1/20000	TESIS - EMGC - PLANO SECCION 1 - 004
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA	NOMBRE: BACH. EDWIN MARIO GONZALES COAQUIRA	FECHA: Agosto del 2017

A. UBICACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LA TOMOGRAFÍA GEOELÉCTRICA

SECCIÓN - 2

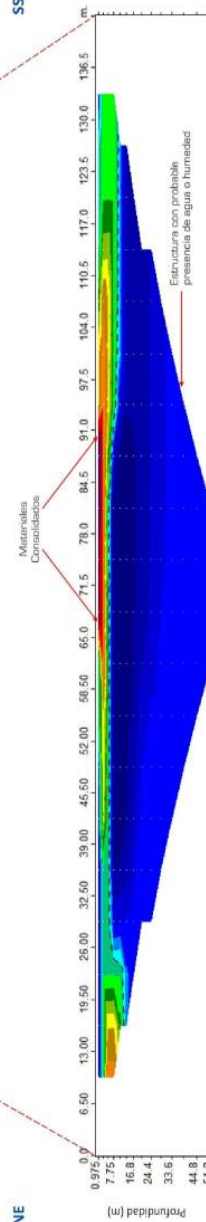


MAPA DE UBICACIÓN, TOMOGRAFÍA GEOELÉCTRICA

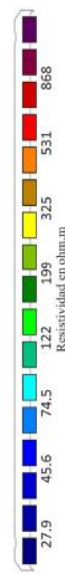


NNE

SSO



Modelo de Resistividad con Topografía
 - Primer electrodo ubicado en: 0.0 m.
 - Último electrodo ubicado en: 143.0 m.



PRIMERA ESTRUCTURA

Valores de Resistividad : 98 - 868 Ohm.m.
 Materiales consolidados, gravas y arenas.

SEGUNDA ESTRUCTURA

Valores de Resistividad : 27.9 - 98 Ohm.m.
 Materiales permeables; gravas y arenas.
 Probable presencia de agua o humedad.

PROYECTO:

"DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DEL ESTRATO ACUÍFERO PARA CAPTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS, MEDIANTE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA A TRAVÉS DE TOMOGRAFÍA GEOELÉCTRICA EN LA LOCALIDAD DE AZANGARO - 2016"

PLANO :

TOMOGRAFIA GEOELECTRICA SECCION - 2



UBICACION:
 REGION : PUNO
 PROVINCIA : AZANGARO
 DISTRITO : AZANGARO

ESCALA: 1:4000
 CODIGO: TESIS-EMGC-PLANO SECCION 2--005

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

NOMBRE DEL AUTOR: SACHI EDWIN MARIO GONZALES COAQUIRA
FECHA: Agosto del 2017



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo EDWIN MARIO GONZALES COAQUIRA,
identificado con DNI 46785713 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA AGRICOLA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DEL ESTRATO ACUIFERO PARA
CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRANEAS, MEDIANTE PROSPECCIÓN GEOFISICA
A TRAVES DE TOMOGRAFIA GEOELECTRICA EN LA LOCALIDAD DE AZANGARO-2016"

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 13 de Setiembre del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo EDWIN MARIO GONZALES COAQUIRA,
identificado con DNI 46785713 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA AGRICOLA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"DETERMINACION DEL ESPESOR DEL ESTRATO ACUIFERO PARA CAPTACION
DE AGUAS SUBTERRANEAS, MEDIANTE PROSPECCION GEOFISICA A TRAVES
DE TOMOGRAFIA GEOELECTRICA EN LA LOCALIDAD DE AZANGARO-2016"

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 13 de Setiembre del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella