

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Dinámica del nivel freático de aguas subterráneas  
por explotación artesanal con fines de  
consumo - Comunidad de Azapampa  
distrito de Chilca 2019**

Stephanie Tania Quintanilla Rojas

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Huancayo, 2020

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

**ASESOR**

Ms. Ing. Abel Alberto Muñiz Paucarmayta

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia por el apoyo incondicional durante este proceso tan arduo que estoy siguiendo.

A mi asesor Ms. Ing. Abel Alberto Muñiz Paucarmayta por la contribución de su enseñanza y su dedicación en todo el proceso de la investigación y su constante apoyo tanto profesional como personal.

## **DEDICATORIA**

A mi padre, por ser mi soporte y ejemplo en esta profesión de la Ingeniería, a mi madre por su fortaleza, perseverancia y apoyo incondicional, quienes contribuyeron en gran medida a mi desarrollo personal y profesional; a mi familia por servirme de confort y brindarme su apoyo constante a lo largo de mi formación, quienes son mi inspiración para seguir adelante y conseguir mis metas trazadas, ya que, sin ellos, no habría razón de serlo.

## ÍNDICE

PORTADA.....	I
ASESOR .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE .....	V
LISTA DE TABLAS .....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
<b>CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....</b>	<b>13</b>
1.1. Planteamiento y formulación del problema .....	13
1.1.1. Formulación del problema .....	14
1.2. Objetivos.....	15
1.2.1. Objetivo general .....	15
1.2.2. Objetivos específicos.....	15
1.3. Justificación e importancia .....	16
1.3.1. Práctica.....	16
1.3.2. Metodológico .....	16
1.4. Hipótesis.....	16
1.4.1. Hipótesis general.....	16
1.4.2. Hipótesis específicos.....	16
1.5. Variables.....	17
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>18</b>
2.1. Antecedentes del problema.....	18
2.1.1. Antecedentes nacionales .....	18
2.1.2. Antecedentes internacionales .....	20
2.2. Bases teóricas .....	23
2.2.1. Explotación artesanal .....	23
2.2.2. Nivel freático.....	26
2.2.3. Crecimiento de viviendas rurales .....	29
2.3. Definición de términos básicos.....	30
<b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....</b>	<b>32</b>
3.1. Método y alcance de la investigación.....	32
3.1.1. Método de investigación.....	32
3.1.2. Tipo de investigación.....	32
3.1.3. Alcance de la investigación .....	33
3.2. Diseño de la investigación:.....	33
3.3. Población y muestra .....	34
3.3.1. Población .....	34
3.3.2. Muestra.....	34
3.4. Técnicas e instrumentos de la recolección de datos .....	34
3.4.1. Técnicas: Observación directa.....	34
3.4.2. Instrumento de investigación: Ficha de recopilación de datos .....	35

<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>36</b>
4.1. Descripción de la zona descrita .....	36
4.1.1. Ubicación:.....	36
4.1.2. Características de la zona de estudio. ....	36
4.2. Estudios previos .....	38
4.2.1. Estudios de campo .....	38
4.2.2. Estudios de laboratorio.....	40
4.2.3. Estudios hidrológicos.....	40
4.2.4. Características geológicas y geomorfológicas .....	51
4.2.5. Estudio del agua subterránea .....	52
4.2.6. Evaluación de la napa freática. ....	52
4.2.7. Radio de influencia.....	52
4.2.8. Calidad del agua subterránea. ....	53
4.3. Análisis .....	53
4.3.1. OE1: Determinación de la variación del nivel freático por recarga del acuífero. .	53
4.3.2. OE2: Calculo de la fluctuación del nivel freático por descarga del acuífero. ....	57
4.3.3. OE3: Estudio de los traslapes de los perfiles de cono de depresión por variación del nivel freático.....	66
4.4. Resultados.....	72
4.4.1. OE1.....	72
4.4.2. OE2.....	75
4.4.3. OE3.....	77
4.4.4. OG .....	79
4.5. Discusión de resultados .....	83
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>86</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>87</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>88</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>91</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de permeabilidad en función a la textura y estructura del suelo. ....	25
Tabla 2: Clasificación de permeabilidad. ....	25
Tabla 3: Junín: Viviendas particulares según área urbana y rural y tipo de vivienda 2007 y 2017. 29	
Tabla 4: Distribución de las tierras de la comunidad de Azapampa en pisos altitudinales. ....	37
Tabla 5: Ubicación y caracterización de calicatas realizadas. ....	39
Tabla 6: Precipitación medias anuales en estaciones meteorológicas.....	41
Tabla 7: Precipitaciones pluviales estación Viques en un análisis de veinte años.....	42
Tabla 8: Temperatura máxima de la estación Viques en un análisis de veinte años. ....	44
Tabla 9: Registro de temperatura máxima, mínima y media para la determinación de la evapotranspiración según la ecuación de Hargreaves. ....	46
Tabla 10: Reserva útil en función a la precipitación anual y la evapotranspiración. ....	48
Tabla 11: Conductividad hidráulica y porosidad efectiva del acuífero. ....	49
Tabla 12: Variación del nivel freático en condiciones en condiciones iniciales. ....	55
Tabla 13: Extracción promedio diario de pozos artesanales. ....	58
Tabla 14: Data de descripción de descenso en una proyección de 05 años. ....	59
Tabla 15: Data de descripción de descenso en una proyección de 05 años. ....	60
Tabla 16: Variación del nivel freático en condiciones en condiciones iniciales. ....	62
Tabla 17: Data de lectura de la muestra de pozos en observación en lluvia, estiaje, su variación de estas dos medidas y su recuperación. ....	63
Tabla 18: Data de descripción de los pozos en observación.....	64
Tabla 19: Data de descripción de cotas de estiaje y lluvia de los pozos en observación. ....	65
Tabla 20: Relación de pozos y su ubicación de modelado. ....	69
Tabla 21: Resumen de modelado de agua subterránea.....	70
Tabla 22: Periodos de modelado hasta un año. ....	71
Tabla 23: Datos para la fórmula. ....	71
Tabla 24: Resultados de radios de influencia de los veintiocho pozos estudiados. ....	71
Tabla 25: Medidas de cotas topográficas y del nivel de napa freática desde el mes de mayo hasta el mes de octubre. ....	73
Tabla 26: Extracción promedio diario de pozos artesanales. ....	75
Tabla 27: Variación del nivel freático en condiciones iniciales. ....	76
Tabla 28: Resultados de radios de influencia de cada pozo. ....	78
Tabla 29: Análisis estadístico de la data de radios de influencia de las muestras. ....	78
Tabla 30: Resultados de radios de influencia de cada pozo.. ....	79
Tabla 31: Variación del nivel freático en condiciones iniciales. ....	81
Tabla 32: Resultado de evaluación de reserva de agua útil. ....	82
Tabla 33: Estudio estadístico de resultados. ....	82
Tabla 34: Matriz de consistencia.....	92

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Pozos existentes en Azapampa.....	14
Figura 2: Foto panorámica de Azapampa.....	14
Figura 3: Fórmula de distancia de influencia para acuíferos libres.....	28
Figura 4: Variación de las precipitaciones estación Viques.....	43
Figura 5: Relación de temperatura máxima, mínima y media de la estación Viques de acuerdo al registro de cada mes en un análisis de 20 años.....	45
Figura 6: Relación de evapotranspiración en función a la data de la Estación Viques.....	47
Figura 7: Variaciones del nivel freático de pozos artesanales representativos.....	56
Figura 8: Variaciones del nivel freático de pozos artesanales representativos en barra.....	56
Figura 9: Modelo en planta de la comunidad de Azapampa con los 28 pozos en estudio – capas de niveles del agua subterránea.....	66
Figura 10: Perfil de fila 01 – pozos observados.....	67
Figura 11: Perfil de fila 02 – pozos observados.....	67
Figura 12: Perfil de fila 03 – pozos observados.....	67
Figura 13: Perfil de fila 04 – pozos observados.....	67
Figura 14: Perfil de fila 05 – pozos observados.....	68
Figura 15: Perfil de fila 06 – pozos observados.....	68
Figura 16: Perfil de fila 07 – pozos observados.....	68
Figura 17: Planta en 3 – pozos observados.....	69
Figura 18: Fórmula de Poncela - Longitud de Influencia.....	71
Figura 19: Variaciones del nivel freático de pozos artesanales representativos.....	74
Figura 20: Modelo de comportamiento dinámico con la relación de los pozos; con sus características hidráulicas; su recarga y descarga de este acuífero delimitado.....	77

## RESUMEN

En la presente tesis titulada, Dinámica del nivel freático de aguas subterráneas por explotación artesanal con fines de consumo – Comunidad de Azapampa, distrito Chilca 2019, se tuvo como objetivo general analizar la dinámica del nivel freático de aguas subterráneas por la explotación artesanal con fines de consumo en la comunidad Azapampa, distrito Chilca de la región Junín en el año 2019. Como metodología se ha aplicado el método científico, tipo de investigación aplicada, nivel explicativo y diseño no experimental de corte transversal, el cual se ha aplicado en una población de 185 pozos y con una muestra de 28 pozos obtenido en forma no probabilística.

Como resultado se ha encontrado que la variación del nivel freático por recarga del acuífero, llega a un máximo de 8.72 m y un mínimo 2.15 m atribuyendo a los factores como la topografía, textura del suelo, hidrología superficial y conductividad hidráulica. La variación del nivel freático por descarga del acuífero, se da al existir un consumo total de 7560 l/d, el cual es menor que el caudal por la demanda poblacional  $Q_{\max-hor}=4655700$  l/d, siendo menor al consumo total por tratarse de una explotación manual; los traslapes de los conos de depresión por la variación del nivel freático se encontró que, por la baja descarga existente del consumo externo no se aprecia ni se considera en el modelado, por lo cual, se halla por la Fórmula de Poncela, siendo la longitud del radio de influencia como máximo 0.0587 m y mínimo 0.0209 m, sin considerar una prueba de bombeo por ser pozos artesanales sin existir un sistema de bombeo continuo. Por consiguiente, se concluye que existe un mínimo de descenso por descarga extraída evaluado en un año y en una proyección de cinco años; donde se propone concientizar a la población para que mantengan ese dinamismo del nivel freático al ser favorable para mantener la disponibilidad del agua subterránea sin alterarlo a futuro.

**Palabras clave:** Radio de influencia, permeabilidad, conductividad hidráulica y balance hidráulico.

## ABSTRACT

In the present work entitled: Dynamics of the groundwater phreatic level by artisanal exploitation for consumption purposes - Community of Azapampa, Chilca 2019 district, the general objective was to analyze the dynamics of the groundwater phreatic level by artisanal exploitation for the purpose of consumption in the Azapampa community, Chilca district of the Junín region in 2019. As a methodology I apply the scientific method, of the applied type, explanatory level and non-experimental cross-sectional design, which was applied in a population of 185 wells and with a sample of 28 wells obtained in a non-probabilistic way.

As a result, it was found that the variation of the water table due to aquifer recharge reaches a maximum of 8.72m and a minimum of 2.15m, attributed to factors such as topography, soil texture, surface hydrology and hydraulic conductivity; The variation of the Water Table by discharge of the aquifer occurs when there is a total consumption of 7560 l / d, which is less than the flow due to the population demand  $Q_{max-hor} = 4655700$  l / d, being less than the total consumption because it is a manual exploitation and; the overlaps of the depression cones due to the variation of the Water Table, it was found that, due to the low existing discharge of external consumption, it is not appreciated or considered in the modeling, therefore, it is found by Poncela's Formula, being the length of the radius of influence as a maximum 0.0587m and a minimum 0.0209m, without considering a pumping test because they are artisanal wells without a continuous pumping system. Consequently, it is concluded that there is a minimum decrease due to extracted discharge evaluated in one year and in a five-year projection; where it is proposed to make the population aware so that they maintain this dynamism of the phreatic level since it is favorable to maintain the availability of groundwater without altering it in the future.

**Keywords:** radius of influence, permeability, hydraulic conductivity and hydraulic balance

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación comprende el análisis de la dinámica del nivel freático de aguas subterráneas por la explotación artesanal con fines de consumo en la comunidad de Azapampa, distrito Chilca, región Junín en el año 2019; que se ha realizado para poder conocer en qué medida el volumen de extracción artesanal por parte de los pobladores de la zona de Azapampa, para consumo humano ante la falta de abastecimiento de agua potable especialmente en época de estiaje; ya que esta extracción artesanal a largo plazo, afecta de manera negativa al nivel freático y en consecuencia amenaza a la disponibilidad posterior de agua subterránea.

Durante el análisis se empleó teorías relacionadas con dinámica de aguas subterráneas en escenarios de estiaje y lluvioso, para ver la variación de los niveles freáticos, según el tipo de acuífero analizado. A medida que se fue observando los niveles piezométricos después de consumos poblacionales, se observó que fue mínimo en función a la recarga del acuífero sin llegar a reconocer por el modelado de agua subterránea pasando a analizar de manera analítica.

El objetivo principal fue analizar la dinámica del nivel freático de aguas subterráneas por la explotación artesanal con fines de consumo en la comunidad Azapampa, distrito Chilca, región Junín en el año 2019; en la cual aplicando un método científico, tipo aplicada, nivel explicativo y diseño no experimental se obtuvo como resultado: una variación del nivel freático por recarga de 8.72m como máximo y mínimo de 2.15m equivaliendo en promedio a 35.96%; una fluctuación del nivel freático por descarga por consumo poblacional sumado a 7560 l/día siendo menor al  $Q_{\text{máx-hor}}$  como demanda futura de 20 años de 4655700l/día expresándose en un descenso de 0.028m como máximo y mínimo de 0.004m en un año; y en cinco años ante el crecimiento rural 0.3% anual se observa una demanda de 7571.3468 l/día expresándose como máximo de 0.088 m, mínimo de 0.0004 m y en 0.0195m en promedio.

En cuanto al contenido, este trabajo de investigación está conformado por los siguientes capítulos:

Capítulo I : Planteamiento de estudio; donde están se describe el problema, los objetivos, las hipótesis, justificación, etc.

Capitulo II : Marco teórico; muestra todo el sustento teórico de las variables estudiadas.

Capitulo III : Metodología; muestra el método, tipo, nivel, diseño, población, muestra, muestreo, técnicas, instrumentos, etc.

Capitulo IV : Resultados y discusión; muestra resultados numéricos, discusiones, finalmente las conclusiones y recomendaciones.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

“Las oscilaciones y variaciones del nivel freático de agua subterránea en el acuífero se deben a causas que conllevan a un cambio en el almacenamiento subterráneo, siendo éstas la sucesión de épocas secas y húmedas, variación de niveles en cuerpos de agua conectados al acuífero, extracción de agua por bombeo, recarga natural o artificial, entre otras.” (Burgos, 2015)

“La precipitación pluvial tiene una influencia directa, registrada en el periodo de diciembre a febrero, la cual ha generado un ascenso del nivel freático de -1.60 a -1.40 a razón de  $0.0028 \text{ m/día} \pm 0.0002 \text{ m/día}$ , dependiendo de la condición textural, porosidad de cada horizonte de suelo. Por otra parte, el descenso de la precipitación empezó a partir del mes de marzo, y como consecuencia el descenso de la Napa Freática a partir de -1.40 m a -2.00 m.” (Ortiz Quispe, 2017)

La problemática que se presenta es la disminución constante de aguas subterráneas por explotación artesanal por parte de los consumidores de la comunidad mencionada, el cual afecta al dinamismo del nivel freático a largo plazo y consecuentemente esto no garantiza la viabilidad del agua subterránea. Esta problemática se presenta desde 1995, en este año es cuando se empezó a instalar pozos en cada vivienda, ya que la población ocupante en ese territorio se abastece del agua subterránea de dichas pozas de manera artesanal y no eficiente para consumo humano al no contar con instalaciones sanitarias en sus viviendas, esto resulta justificante por primar el derecho a la vida al hacer un uso propio de un ser humano reflejando la necesidad del uso de dichos pozos, el cual, afecta el dinamismo del nivel freático y por consecuencia afectando al medio ambiente; ésta problemática se solucionaría si se recurre a las autoridades pertinentes para que pueden habilitar las viviendas, principalmente con instalaciones sanitarias debidas; y así,

solucionando la falta de agua potable en esta comunidad y también el uso desmedido de dichas pozos el cual afecta por consecuencia a la viabilidad del agua subterránea.

**Figura 1: Pozos existentes en Azapampa.**



**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 2: Foto panorámica de Azapampa.**



**Fuente: Elaboración propia**

### 1.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

- **Problema general**

¿Cómo es la dinámica del nivel freático de aguas subterráneas por la explotación artesanal con fines de consumo en la comunidad de Azapampa, distrito Chilca, región Junín en el año 2019?

- **Problemas específicos**

¿Cuánto es la variación del nivel freático por recarga del acuífero en función a la explotación artesanal en la comunidad Azapampa, distrito Chilca, región Junín en el año 2019?

¿Cuál es la fluctuación del nivel freático por descarga del acuífero por explotación artesanal en la comunidad de Azapampa, distrito de Chilca, región Junín en el año 2019?

¿Cuánto se traslapan los perfiles de cono de depresión por variación del nivel freático por explotación artesanal en la comunidad Azapampa, distrito Chilca, región Junín en el año 2019?

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Analizar la dinámica del nivel freático de aguas subterráneas por la explotación artesanal con fines de consumo en la comunidad Azapampa, distrito Chilca, región Junín en el año 2019.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la variación del nivel freático por recarga del acuífero en función a la explotación artesanal en la comunidad de Azapampa, distrito de Chilca, región Junín en el año 2019.
- Calcular la fluctuación del nivel freático por descarga del acuífero por explotación artesanal en la comunidad de Azapampa, distrito de Chilca, región Junín en el año 2019.
- Estudiar los traslapes de los perfiles de cono de depresión por variación del nivel freático por explotación artesanal en la comunidad Azapampa, distrito Chilca, región Junín en el año 2019.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

#### **1.3.1. PRÁCTICA**

Al conocer la dinámica del nivel freático de aguas subterráneas por explotación artesanal con fines de consumo, se buscará una alternativa de solución para no alterar el dinamismo de éste ni la viabilidad del agua subterránea en la zona estudiada del acuífero del Mantaro en función a los resultados obtenidos; teniendo conocimiento del nivel freático según parámetros que lo determinan, como la recarga, descarga del acuífero y su perfil del cono de depresión.

#### **1.3.2. METODOLÓGICO**

La presente investigación nos permite observar la dinámica del nivel freático mediante un perfil del cono de depresión y reconociendo los puntos de descarga y recarga del acuífero a través del método científico para generar conocimientos válidos y confiables.

### **1.4. HIPÓTESIS**

#### **1.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

La dinámica del nivel freático de aguas subterráneas, alterada por la explotación artesanal con fines de consumo es estacional en la comunidad de Azapampa, distrito de Chilca, región Junín en el año 2019.

#### **1.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS**

- La variación del nivel freático por recarga del acuífero en función a la explotación artesanal es alta en la comunidad de Azapampa, distrito de Chilca, región Junín en el año 2019.
- La fluctuación del nivel freático por descarga del acuífero por la explotación artesanal es baja en la comunidad de Azapampa, distrito de Chilca, región Junín en el año 2019.
- Los perfiles de cono de depresión por variación del nivel freático por explotación artesanal se traslapan ligeramente en la comunidad de Azapampa, distrito de Chilca, región Junín en el año 2019.

## 1.5. VARIABLES

- **Variable independiente**

- **Explotación artesanal**

Proceso de la extracción de las Aguas Subterráneas, teniendo en consideración la certeza de la existencia del acuífero por su profundidad, tipo de acuífero y la calidad del agua. (Pino & Coarita, 2018)

- **Variable dependiente**

- **Nivel freático**

El nivel freático es el nivel debajo del suelo y rocas que estén permanentemente saturados; su profundidad bajo la superficie del suelo varía, ya sea elevándose y reduciéndose, y esto se da en función de las precipitaciones estacionales o el volumen de agua extraído por las personas para el consumo. (RAMSAR, pág. 2).

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

##### **2.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES**

(Chura Iscarra, 2015) en la tesis de grado titulado “Evaluación de agua subterránea a través de pozos con fines de riego en la Comunidad de Quenapajja - Acora” sustentado en la Universidad Nacional del Altiplano en la facultad de Ingeniería Agrícola señaló como objetivo general, evaluar el comportamiento de los niveles del agua subterránea a través de pozos tubulares, en la comunidad de Quenapajja con fines de riego. y método utilizado en esta investigación comprende cuatro etapas principales que consiste en el planteamiento y análisis de investigación; recopilación de información; trabajo de campo y trabajo de gabinete; elaboración de informe final; con una muestra de quince pozos de una estructura de concreto armado con anillos y 01 pozo sin ninguna estructura. Plantea como conclusión: Para el 2008, el volumen de recarga fue estimado en 96,967.32 m<sup>3</sup>, para el 2009 fue 133,330.07m<sup>3</sup>, y para el período el 2010 al 2013, se estimó en 250, 902.94m<sup>3</sup>/año, lo cual equivale al 17por ciento del volumen total de riego aplicado a las áreas verdes.

(Ortiz Quispe, 2017) en la tesis de grado titulado “Influencia del Nivel Freático en la Determinación de Capacidad Portante de Suelos, en Cimentaciones Superficiales, distrito de Pilcomayo en 2017” sustentado en la Universidad Nacional del Centro del Perú en la facultad de Ingeniería Civil planteó como objetivo general, determinar la influencia del nivel freático en la determinación de la capacidad portante de suelos en las cimentaciones superficiales en el distrito de Pilcomayo en el 2017. El método fue cuantitativo y el diseño de esta investigación es pre experimental longitudinal, la población asumida para este

trabajo viene a ser las cimentaciones superficiales, el muestreo es intencional, siendo tres edificaciones familiares. Llegó a la conclusión que las infiltraciones generan un ascenso, alcanzando un promedio de 0.0028 m/día  $\pm$ 0.0002 m/día. Para las profundidades de fundación encontradas que varían desde 0.80 m a 1.20 m y cotas del nivel freático de -2.00 m hasta -1.40 m, para la velocidad indicada en 72 días el nivel freático estaría por encima del crítico de fundación alterando considerablemente el peso específico del suelo.

(Chion Ravina, 2015) en la tesis de grado titulado “Estimación de la recarga del acuífero Rímac – Sector Ate, mediante el riego de áreas verdes” sustentado en la Universidad Nacional Agraria La Molina en la facultad de Ingeniería Agrícola señaló que el objetivo general fue estimar la recarga del acuífero Rímac – Sector Ate, producida debido al riego de las áreas verdes del distrito, en el período 2007 – 2013, el método fue cuantitativo, la población asumida para este trabajo viene a ser el acuífero de Rímac y su muestreo es intencional, siendo el sector Ate – riego de área verde. Abordó a la conclusión que la recarga potencial anual del acuífero Rímac en el sector de Ate por el riego de las áreas verdes, mediante el método del balance hídrico de suelos desarrollado por Schosinsky (2007), ha sido estimada en 92,118.95 m<sup>3</sup> para el 2007, lo que equivale al 18 por ciento del volumen de agua aplicado a las áreas verdes. Para el 2008, el volumen de recarga fue estimado en 96,967.32 m<sup>3</sup>, para el 2009 fue 133,330.07m<sup>3</sup>, y para el período del 2010 al 2013, se estimó en 250,902.94 m<sup>3</sup>/año, lo cual equivale al 17 por ciento del volumen total de riego aplicado a las áreas verdes.

(Hugo, 2008) en la tesis de post grado titulado “Modelamiento para el análisis de la variación hidrogeológica espacial del acuífero La Yarada - Tacna” sustentado en la Universidad Nacional de Ingeniería en la facultad de Ingeniería Hidráulica planteó como objetivo general, evaluar la variación espacial y temporal del acuífero La Yarada, mediante la simulación del mismo para diferentes hipótesis y situaciones futuras de explotación, frente al déficit de escorrentía superficial existente; asimismo, analizar el riesgo de intrusión marina y el avance de la interface agua dulce y agua salada hacia el acuífero, el alcance de la investigación es que se calculó en estado permanente usando los niveles estáticos de la fecha de inicio de medición piezométrica fue cuantitativo y la muestra asumida para este trabajo viene a ser el acuífero de Yarada – Tacna, el cual abarca hasta Chile. Como conclusión expresa que el flujo del agua del mar hacia el acuífero en las zonas litoral de La Yarada, estimado en 37,642 m<sup>3</sup>/d, evidenciando el fenómeno de intrusión marina en el acuífero; los niveles del nivel freática ascienden entre 2

y 4m en la zona de Yarada y en los asentamientos el nivel se incrementó entre 7 y 8.5m; y al sur del sector de Palos se observó que ascendió a 1.5m respecto al estado inicial del nivel freático.

(Fernando, 2017) en la tesis de pre grado titulado “Estudio hidrogeológico para sustentar la disponibilidad hídrica subterránea para pozo tubular de reemplazo – Monsanto Perú – Villacuri - Ica” sustentado en la Universidad Nacional Agraria de Lima en la facultad de Ingeniería Agrícola señaló como objetivo general, evaluar la disponibilidad hídrica mediante la ejecución de un estudio hidrogeológico con fines de explotación del agua subterránea mediante la construcción de un pozo tubular de reemplazo; el método fue cuantitativo, la muestra asumida para este trabajo viene a ser Monsanto Perú – Villacuri – Ica. Como conclusión expresa que, considerando los resultados del estudio, las condiciones hidrogeológicas en la zona evaluada son favorables para la explotación de agua subterránea, con caudales del orden de los 40 a 50 l/s. Con un espesor aprovechable para la perforación de un pozo tubular de reemplazo de 130 m de profundidad y diámetro 15 pulgadas

(Ramos, 2012) en la tesis de grado titulado “Determinación del potencial de agua subterránea en la Microcuenca Central Huayta - Lampa” sustentado en la Universidad Nacional del Altiplano en la facultad de Ingeniería Agrícola señala como objetivo general, determinar el potencial del agua subterránea de la Microcuenca Central Huayta del distrito de Lampa, con una población de la microcuenca central Huayta con un gran potencial agropecuario, que solo destina el 30% de su área total a la actividad productiva, y una muestra de 136 pozos dentro de la microcuenca midiéndose “in situ”. Abordó la conclusión que, el volumen de infiltración de la microcuenca es de 6568400.99 m<sup>3</sup> y el consumo es de 10729.13 m<sup>3</sup> y el volumen total infiltrado en el acuífero es 4064304.06 m<sup>3</sup> anual, y el volumen escurrido por la microcuenca es de 4055498.525 m<sup>3</sup> al año.

## **2.1.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

(Quiroz & Martinez, 2012) en el artículo científico titulado “Estimación de recarga de acuíferos en ambientes de llanura con base en variaciones de nivel freático” presentado en la Revista Scielo en la sección Tecnología y ciencias del agua a en mención a la Universidad Nacional del Mar del Plata en el Centro de Costas y del Cuaternario, señaló como objetivo general, estimar el valor de la recarga al acuífero detrítico libre en el sudeste de la provincia de Buenos Aires sobre la

denominada Llanura Interserrana Bonaerense, utilizando para esto el método de variación de nivel freático, la población asumida es la Llanura Interserrana Bonarense y muestra tres zonas distintas: Estancia Moro Viejo (pozo G111 y G113), Estancia Malathuel Chico (pozo G201) y la Escuela Agropecuaria de Lobería (pozo G204). Llegó a la conclusión que la información recabada en esta investigación puede y debe de ser mejorada con un mayor registro e inclusión de puntos de medición para incrementar el conocimiento del acuífero Pampeano; y los valores de recarga y almacenamiento específico que se obtuvo por medición de variación del nivel freático se convierte en un insumo importante para ser utilizado tanto en el modelo conceptual como en la modelación matemática del mismo; siempre propendiendo por un uso sustentable del recurso hídrico; y los resultados establecen una recarga variable entre 14.4% y 18.7% de la precipitación, se plantea también datos de recarga mensual y datos de almacenamiento específico máximo, estos últimos valores que oscilan entre 9.9 y 13.36 %.

(Vargas, 2000) en el artículo científico titulado “Estimación de caudales de bombeo y abatimiento en el acuífero inferior del PH Angostura por métodos numéricos”, presentado en la Revista Tecnología en Marcha, volumen 16, n° 03 señaló como objetivo general, modelar el abatimiento del nivel del agua subterránea provocado por una batería de pozos en el acuífero inferior que se encuentra en el sector de la presa y los vertederos del Proyecto Hidroeléctrico Angostura, concebido para la generación de 177 MW de energía utilizando las aguas transportadas por el río Reventazón; también los ríos Turrialba y Tuis. La conclusión a la que arriba es que la recarga desde el río Reventonazo en la parte alta del valle desempeña un papel más importante en función a la recarga por infiltración de la lluvia, ya que el coluvión que cubre el acuífero inferior retiene el agua y permite una lenta percolación y resultado la distancia de abatimiento por descarga del pozo es de 17m por una descarga de caudal constante de 90l/s (7776 m<sup>3</sup>/día) en una perforación PAN 37SP, que se encuentra en el área de un canal de derivación principal, el cual fue usado como pozo de bombeo en un Proyecto Hidroeléctrico Angostura.

(Zapata Vásquez, 2015) en la tesis de grado de Magister en Hidrogeología y Recursos Hídricos titulado “Potencial de explotación de agua subterránea en Cliza - Cochabamba” sustentada en la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, señaló como objetivo general, cuantificar el potencial de explotación de aguas subterráneas en Cliza. Abordó a la conclusión

que se ha identificado dos unidades hidrogeológicas que son; dos acuíferos confinados formados por dos sedimentos de grava y grava arenosa de poco espesor; y la producción sustentable es menor al bombeo actual de agua subterránea del área de estudio, lo que ocasiona el descenso del nivel del agua subterránea en los pozos, de modo que se debe llegar a un equilibrio de descarga y recarga de los acuíferos; y los resultados encuentran que el radio de influencia es un promedio de 1275.13 m, encontrado con una muestra de quince pozos estudiados por medio de pruebas de bombeo, por lo cual recomienda verificar la distancia mínima de perforación de pozos sea dos veces el radio de influencia para evitar interferencias del mismo acuífero explotado

(Roberto P. P., 2015) en la tesis doctoral titulado “Hidrología del sistema acuífero volcánico de la Palma (Islas Canarias)”, sustentado en la Universidad de Alicante en el programa de Ingeniería de materiales, agua y terreno, señala como objetivo principal, que se agrupa en los puntos, revisión y actualización de la información hidrogeológica existente, análisis hidrodinámica del sistema, técnicas especiales como el análisis isotrópico ambiental de las aguas subterráneas y evaluación de los sistemas de flujo y tiempos de residencia; hidroquímica, mejorar el balance hídrico insular a partir de la información revisada y ampliada; integración de los puntos anteriores para un modelo conceptual mejorado y divulgación de las aportaciones y conocimientos adquiridos tanto en eventos científico – académico. Señala como conclusión que la investigación ha permitido mejorar el modelado hidrogeológico conceptual del funcionamiento del sistema acuífero volcánico de la Palma en base a una mejora conceptual derivada de la mejora de propuesta metodológica, aplicación de técnicas isotrópicas ambientales y redefinición del modelo hidrogeológico conceptual; y resultado es que la distancia de influencia de pozos en una galería hidráulica de Breña Alta con una longitud de 1.8 m calculado con la misma fórmula de Lembke con una explotación continua de 0.001 m/día; con una altura de  $H=70$  m de profundidad del pozo.

(Sergio, 2015) en la tesis de post grado titulado “Potencial de explotación de agua subterránea en Cliza - Cochabamba” sustentado en la Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier Chuquisaca, para obtener el grado de Magister en hidrogeología y Recursos Hídricos. El objetivo general que plantea es cuantificar el potencial de explotación de aguas subterráneas en Cliza, el método fue cuantitativa, la población asumida para este trabajo viene a ser las comunidades en el municipio de Cliza el cual es un total de 23732, su muestreo es intencional y viene a ser los habitantes de la comunidad de Cliza de 10565.

Como conclusión manifiesta que se ha identificado dos unidades hidrogeológicas que son, dos acuíferos confinados formados por sedimentos de grava y grava arenosa de poco espesor donde predominan los horizontes e interdigitaciones de arcillas y arenas.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. EXPLOTACIÓN ARTESANAL**

#### **2.2.1.1. Factores**

- **Consumo**

El consumo del agua subterránea depende del volumen que se extrae en cada pozo dependiendo de cada vivienda, este consumo se da de manera continua ya que, en la comunidad de Azapampa se tiene un déficit de agua potable, en este caso la población recurre a la extracción del agua subterránea para su consumo diario de agua a nivel doméstico y para consumo de sus animales menores. En la comunidad de Azapampa el consumo se verá reflejado en un volumen extraído en un determinado tiempo, según las fichas expuestas se puede observar que el consumo máximo de cada vivienda es de 360 l/día.

En la comunidad de Azapampa se observa pozos, estos son:

- Pozos artesanales

Existen pozos para poder captar el agua subterránea, el cual se hace llamar como pozos de explotación artesanal, pueden ser aquellos tipos de pozo que alcanza un manto cautivo de agua, de forma que el nivel freático del agua subterránea está por encima de la superficie del pozo, éste por si solo se eleva hasta un nivel del punto de alimentación de la capa cautiva menos un porcentaje mínimo debido a la pérdida de carga (Cuellar y Duarte, 2001), sin embargo, en algunos pozos el agua asciende, rebalsándose a veces por la superficie (Sutton y Harmon, 1999) en cuanto a la ventaja de los pozos artesanales es que no necesitan de bomba para elevar el agua. (Tarbuck y Lutgens, 2005).

También es definido como pozos que pueden captar el agua subterránea, el cual se hace llamar como pozos artesanales de explotación artesanal, pueden ser aquellos tipos de pozo que alcanza un manto cautivo de agua, de forma que el nivel freático del agua subterránea está por encima de la superficie del pozo, éste por si solo se eleva hasta un nivel del punto de alimentación de la capa cautiva menos un porcentaje mínimo debido a la pérdida de carga (Cuellar y Duarte, 2001) sin embargo, en algunos pozos el agua asciende, rebalsándose a veces por la superficie (Sutton y Harmon, 1999) en cuanto a la ventaja de los pozos artesanales es que no necesitan de bomba para elevar el agua (Tarbuck y Lutgens, 2005).

- **Almacenamiento de acuífero**

El almacenamiento del agua subterránea depende de la Condición de contorno, los cuales son los bordes del modelo a lo largo del periodo simulado, ésta limitación guarda relación con el caudal existente del acuífero. El almacenamiento del acuífero depende de la conductividad hidráulica, el cual se mide en función a ensayos de infiltración del suelo; y esta, se relaciona en función a la caracterización de suelos realizada en un laboratorio de mecánica de suelos con muestras de calicatas realizadas en las tres calicatas de la comunidad de Azapampa.

- a. **Infiltración**

La infiltración es el proceso que consiste en que el agua penetra el terreno hacia el subsuelo, primeramente, ayuda a completar la deficiencia de la humedad del suelo en la zona más próxima a la superficie y luego de la humedad pasa a ser parte del agua subterránea saturando las cavidades vacías. (Rafael, 1976)

En función a su textura y estructura, podemos clasificarla en función a la siguiente tabla:

**Tabla 1: Clasificación de permeabilidad en función a la textura y estructura del suelo.**

TEXTURA Y ESTRUCTURA	K (m/día)
Arena gruesa con grava	10 - 50
Franco arenoso, arena fina	1-5
Franco, franco arcilloso bien estructurado	1-3
Franco arenoso muy fino	0.5-2
Arcilla con grietas	0.5 – 2
Arena muy fina	0.2 – 0.5
Franco arcilloso, arcilloso mal estructurado	0.02 – 0.2
Arcilla compacta	< 0.002

Fuente: (Béjar, 2003)

Según la clasificación para casos con fines de obras civiles se clasifica en:

**Tabla 2: Clasificación de permeabilidad.**

Clases de permeabilidad de los suelos	Coeficiente de permeabilidad (K en m/s)	
	Límite inferior	Límite superior
Permeable	$2 \times 10^{-7}$	$2 \times 10^{-1}$
Semipermeable	$1 \times 10^{-11}$	$1 \times 10^{-5}$
Impermeable	$1 \times 10^{-11}$	$5 \times 10^{-7}$

Fuente: UNNE

b. Acuífero

Un acuífero es un depósito de agua en la capa subterránea, la cual es la suma de la acumulación del agua de precipitación absorbidas en las cavidades, las cuales la gravedad provoca este descenso del agua hasta que se encuentre en una capa impermeable. Los acuíferos por sus propiedades hidráulicas y estructurales, pueden reaccionar por las tres distintas maneras: Acuíferos libres, Acuíferos cautivos o confinados y Acuíferos semiconfinados. (Peralta & Sardi, 2012)

- **Tiempo de recuperación**

El tiempo de recuperación del nivel freático después del consumo que se realiza continuamente en el acuífero depende de la precipitación, el cual afecta al agua subterránea de manera en que ayuda a la recuperación del nivel freático y al volumen de agua subterránea.

## **2.2.2. NIVEL FREÁTICO**

Se dice del agua, el cual se encuentra acumulada en el subsuelo y la cual podría aprovecharse a través de pozos.

Al querer controlar el dinamismo del agua subterránea en las que se opte por disminuir el nivel freático para la alguna obra de construcción o movimiento de tierras a nivel de excavación del terreno se requieren:

- **Caracterización hidrogeológica adecuada:**

Las complejidades de la caracterización de las condiciones hidrogeológicas del agua subterráneo dependen de la importancia de las obras a realizar que imponen su intensidad.

- **Efecto de las pantallas impermeables y elementos de bombeo**

Para saber la importancia del efecto de las pantallas impermeables y los bombeos se plantean modelos analíticos y numéricos.(Ferrer, 2010)

- a. Medición de cotas piezométricas**

La mayoría de los proyectos e ideas en el tema de medioambientales y agrícolas; el cual se requiere de análisis del nivel freático. Las muestras que se toman del suelo son comúnmente el promedio de 15 a 20 muestras de manera individual que se toman en terrenos que tienen una extensión de 12 a 20 ha.

<< El nivel freático del agua subterránea que se ha determinado de una isla es aproximadamente la diferencia entre el nivel de cada punto de la isla y el que tenga el agua del río en ese mismo momento; entonces, este nivel freático será variable a lo largo del año.>> (Pitarch, 2012)

<< Para calcular el nivel freático del agua subterránea se utilizan comúnmente medidas tomadas por medio de un avión, cálculos realizados por resistímetros o perforaciones. Esta forma de realizar

dichos cálculos requiere, aproximadamente, la toma de una muestra por hectárea, la cual alarga y encarece considerablemente este tipo de estudios. Sin embargo, la teledetección espacial se considera como una herramienta ideal para poder calcular el nivel freático del agua subterránea.>> (Pitarch, 2012)

<< El agua subterránea por el hecho que se encuentra en el suelo está sometida a dos tipos de fuerzas de acciones opuestas, como las fuerzas de succión, las cuales tienden a retener el agua en los poros y la fuerza de la gravedad desplazan el agua subterránea entre los horizontes del suelo a través de los macro poros especialmente, de tal forma en que si se superan las fuerzas de succión el agua queda retenida en el suelo, mientras que si la fuerza de la gravedad es mayor, el agua se mueve hacia el nivel freático y horizontalmente hacia las fuentes de quebradas o ríos. Este movimiento se debe a las diferencias en el potencial del agua entre diferentes puntos del suelo, y concluye en que el agua subterránea se mueve desde un estado de mayor energía hacia un estado de menor energía, tratando de buscar un estado de equilibrio, cual elimine el gradiente de potencial existente. >> (Barrero Rojas, 2014)

**b. Ecuación de balance hidráulico**

El balance hídrico se ha usado para poder calcular la oferta hídrica superficial en un período determinado de tiempo. La ecuación para el balance hídrico de agua se resume en que todo volumen de agua que ingrese a una superficie determinada por cualquier medio, ya sea infiltración o precipitación sea igual al agua extraída o agua que retorna a una cuenca mayor. (Barrero Rojas, 2014)

**c. Cono de depresión**

<<Se hace llamar también como cono de bombeo; este término se alude a la forma que toma el nivel piezométrico alrededor de una captación sometida a una extracción de agua en dicho nivel; así este descenso provocado por el bombeo de agua son mayores cuanto menor es la distancia del pozo. >> (IGME, 2003)

**d. Radio de influencia**

También llamado como distancia de influencia; es el radio de la figura llamada cono de depresión, el cual se forma al momento de la descarga

del agua subterránea como extracción con distintos puntos con sus respectivos caudales dependiendo de la demanda.

Según (Roberto P. P., 2015); menciona en su tesis titulada “Hidrogeología del sistema acuífero volcánico de la Palma (Islas canarias)”; la ecuación con la que se permite calcular la distancia de influencia en un acuífero libre con recarga local y nivel piezométrico por encima de la base de la galería en función al tiempo modificada para la heterogeneidad espacial que existe depende de la permeabilidad, recarga total y un coeficiente de proporcionalidad en función al entorno hidrogeológico; el cual se muestra a continuación:

**Figura 3: Fórmula de distancia de influencia para acuíferos libres.**

$$L(t) = \beta * H_0 * \sqrt{\frac{k}{2W} \left(1 - e^{\left(-\frac{6W}{H_0 t}\right)}\right)}$$

Con  $L(0) = 0$

### **2.2.2.1. Modelamiento numérico de agua subterránea – Modflow 6 – Model Muse**

El abastecimiento de agua potable en las zonas alejadas del foco urbano es crítico, ya que existe una gran ausencia de aguas superficiales ya sea como en calidad y cantidad; por lo tanto, se evalúa un modelo numérico de agua subterránea por la extracción existente, el cual consiste en un modelo interpretativo y actualiza los datos existentes e involucrarlos en el mismo. También incluye el inventario de puntos de extracción de agua e incluyendo su actualización. (Donado Garzon, 2002)

Diagrama de flujo anexo N° 7

### 2.2.3. CRECIMIENTO DE VIVIENDAS RURALES

Las viviendas rurales tienen un crecimiento promedio anual en función a la siguiente tabla a mostrar:

**Tabla 3: Junín: Viviendas particulares según área urbana y rural y tipo de vivienda 2007 y 2017.**

Área urbana y rural/ tipo de vivienda	2007	2017	Variación intercensal 2007-2017		Incremento anual	Tasa de crecimiento promedio anual
<b>Rural</b>	<b>155 984</b>	<b>160 047</b>	<b>4 063</b>	<b>2.6</b>	<b>406</b>	<b>0.3</b>
<b>Casa independiente</b>	124 714	139 613	14 899	11.9	1 490	1.1
<b>Departamento en edificio</b>	-	1	-	-	-	-
<b>Vivienda en quinta</b>	56	50	-6	-10.7	-1	-1.1
<b>Vivienda en casa de vecindad</b>	287	173	-114	-39.7	-11	-4.9
<b>Choza o cabaña</b>	30 549	20 059	-10 490	-34.3	- 1 049	-4.1
<b>Vivienda improvisada</b>	53	50	-3	-5.7	0	-0.6
<b>Local no destinado para habitación humana</b>	118	100	-18	-15.3	-2	-1.6
<b>Otro tipo</b>	207	1	-206	-99.5	-21	-41.3

**Fuente: Cuadro N° 2.30 de INEI – Censo nacional de población y viviendas 2007 y 2017. Incluye en cualquier estructura no destinada para habitación humana como cueva, vehículo abandonado o refugio natural.**

En conclusión, se muestra una tasa de crecimiento anual de 0.3% en viviendas rurales, esto determina el crecimiento de pozos y su demanda poblacional usándose en los siguientes cálculos presentados.

## 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Balance hidráulico**

También llamado ecuación de continuidad, es la ley más importante en el tema de hidrología, y por más que la expresión parezca muy simple, la cuantificación de sus términos es complicada en términos generales, especialmente por la falta de mediciones directas en campo de las pérdidas del acuífero y de las variaciones del agua almacenada en una cuenca. (Juan, 2012, pág. 7)

- **Precipitación**

Se determina el término precipitación a todas las aguas meteóricas que caen sobre la superficie del suelo, se presenta como forma líquida y sólida (nieve, granizo). Estos tipos de precipitaciones son normalmente medidos sin diferenciarlos y se considera por medio de su equivalente en agua. (Segeer & Villodas, 2006, pág. 11)

- **Acuífero**

Formación geológica que tiene la capacidad de contener y transmitir agua en cantidades significativas. (Ardoz, 2009, pág. 5)

- **Permeabilidad**

La permeabilidad del agua es el caudal que circula por una sección de acuífero considerando como unidad la altura, la anchura y también un gradiente hidráulico unitario. (Ardoz, 2009, pág. 5)

- **Infiltración**

La infiltración es el proceso por el cual el agua se inserta desde la superficie del terreno hacia el suelo en su profundidad. En una primera etapa satisface la deficiencia de humedad del suelo, y posteriormente superado cierto nivel de humedad, pasando a formar parte del agua subterránea, al saturar los espacios vacíos. (Rafael, 1976, pág. 15)

- **Recarga de acuífero**

La recarga natural es una etapa dentro del ciclo del agua, el cual se genera como consecuencia de la diferencia existente entre entradas de agua al suelo (precipitación e infiltración desde ríos, lagos o cualquier otra masa de agua) y salidas (evapotranspiración, escorrentía; etc.). (Jon, 2009)

- **Coefficiente de almacenamiento**

Es el volumen de agua capaz de liberar un prisma de acuífero de base unitaria y altura la del espesor saturado, cuando el potencial hidráulico varía la unidad. Es un parámetro adimensional. (Ardoz, 2009, pág. 7)

- **Acuífero poroso**

Se clasifica en función a la textura de las que se alimentan de las llanuras aluviales y cuencas terciarias; también llamando como acuíferos detríticos. (Ardoz, 2009, pág. 2)

- **Transmisividad**

Es un parámetro que indica la posibilidad que ofrece un acuífero de cara a su explotación. (Ardoz, 2009, pág. 6).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

Según (Bunge, 1981) considera que el método científico consiste en la ciencia es el resultado de aplicar el método científico a problemas resolubles, por lo que la investigación científica es la acción de aplicar dicho método como un proceso sistemático por medio del cual se obtiene el conocimiento científico. Según estas consideraciones en esta investigación se aplicará el método científico.

En la presente investigación se presenta un problema resoluble, el cual es la existencia de explotación artesanal de aguas subterráneas y éste afecta a la dinámica del nivel freático y, a través de conocimientos técnicos con éste método se obtendrá cómo es la dinámica del nivel freático frente a este hecho.

##### **3.1.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Según (Carrasco Diaz, 2013) afirma que la investigación aplicada se distingue por tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos, es decir, se investiga para actuar, transformar, modifica o producir cambios en un determinado sector de la realidad. (págs. 43-44).

Según esta definición esta investigación se clasifica como tipo aplicada.

En la presente investigación el propósito es, después de analizar la dinámica del nivel freático frente a la explotación artesanal como consumo, determinar qué acciones tomar para seguir con la disponibilidad del agua subterránea al mismo nivel freático sin alterar ésta dinámica.

### **3.1.3. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN**

Según (Jiménez, 1998) afirma que los estudios descriptivos se sitúan sobre una base de conocimientos más sólida que los exploratorios. En estos casos el problema científico ha alcanzado cierto nivel de claridad, pero aún se necesita información para poder llegar a establecer caminos que conduzcan al esclarecimiento de relaciones causales. El problema muchas veces es de naturaleza práctica, y su solución transita por el conocimiento de las causas, pero las hipótesis causales sólo pueden partir de la descripción completa y profunda del problema en cuestión. (pág. 12) Según esta definición esta investigación se clasifica como descriptivo.

En la presente investigación se llega a un alcance de investigación descriptivo ya que se tiene conocimiento de la existencia de pozos a nivel regional, pero no a nivel distrital ni comunal; ni que existe una explotación artesanal el cual podría alterar la dinámica del nivel freático del agua subterránea.

### **3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:**

(Carrasco Díaz, 2013) nos manifiesta que los tipos de diseños no experimentales son aquellos cuyas variables independientes que carecen de manipulación intencional, y no poseen grupo de control, ni mucho menos experimental. Los diseños experimentales presentan dos formas generales: los diseños transeccionales o transversales que a su vez se subdividen en diseños transeccionales descriptivos, diseños transaccionales explicativo – causales y diseño transeccionales correlacionales; y los diseños longitudinal, es que, a su vez se subdividen en diseños longitudinales de tendencia o trend, diseños longitudinales de evolución de grupos o cohort y los diseños longitudinales de Panel. (pág. 71)

Por las consideraciones expuestas en la presente investigación el diseño a aplicar será no experimental.

En la presente investigación no se altera ninguna variable, solo se limita a observar el comportamiento del nivel freático frente a la explotación artesanal si lo llega a alterar a esta naturalidad o no.

### **3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.3.1. POBLACIÓN**

(Suarez, 1980) define que “la población refiere al conjunto de individuos al que se refiere nuestra pregunta de estudio o respecto al cual se pretende concluir algo”. (pág. 32)

En la presente investigación la población está conformada por 185 pozos de la comunidad de Azapampa, distrito de Chilca, provincia de Huancayo y Departamento de Junín

#### **3.3.2. MUESTRA**

Según (Gonzales & Salazar, 2013) la muestra es una parte de la población, individuos u objetos seleccionados científicamente, cada uno de los cuales es un elemento del universo; refleja las características que definen la población de la que fue extraída, esto indica su representatividad. (pág. 15)

En la presente investigación la muestra está conformada por veintiocho pozos de la comunidad de Azapampa, distrito de Chilca, provincia de Huancayo y Departamento de Junín.

### **3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.4.1. TÉCNICAS: OBSERVACIÓN DIRECTA**

Se refiere al método que describe la situación en la que el observador es físicamente presentado y personalmente éste maneja lo que sucede.” (Cerde, 1991, pág. 24)

En este proyecto se ha utilizado la técnica de observación directa para observar y estudiar el comportamiento de la capa freática frente al consumo artesanal de los pobladores de la comunidad de Azapampa.

Por las consideraciones expuestas en la presente investigación se ha aplicado la observación directa para obtener resultados que aporten al conocimiento básico de la dinámica del nivel freático.

### **3.4.2. INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN: FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS**

Es la recopilación de información procedente de la observación y de los informantes claves, se utiliza generalmente una libreta de campo o una ficha de recopilación de datos para facilitar el manejo de información. (Rojas, 1986, pág. 115)

En este proyecto se utilizó como instrumento de investigación la ficha de recopilación de datos para obtener resultados que aporten al conocimiento básico en pozas manuales.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DESCRITA**

##### **4.1.1. UBICACIÓN:**

La zona de estudio está ubicada en el departamento Junín, provincia de Huancayo, distrito de Chilca, y Comunidad de Azapampa en la región sierra, a una altitud de 3771 m.s.n.m., latitud sur 12.088968 y longitud oeste 75.193071.

La totalidad de la investigación de la comunidad de Azapampa, se encuentra a dos kilómetros al sur de la ciudad de Huancayo; ésta se desarrolla a una altitud de 3331 m.s.n.m; este territorio comprende en el sentido del norte desde la Av. Unión Azapampa hasta la Av. 31 de octubre; y por el este comprende desde la Av. Gral. Córdova hasta la Av. José Olaya. El plano de ubicación se muestra en el Anexo N° 4.1.

##### **4.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.**

- **Extensión y perímetro**

La zona de Azapampa posee una extensión de 1,618.75 hectáreas (pastizales 889.75 has, zona comunal 800.75 has, y área útil para la comunidad 89 has) que abarca desde los límites con las comunidades: comunidad de Huari y la comunidad de Auray hasta los límites con la SAIS Cahuide

**Tabla 4: Distribución de las Tierras de la comunidad de Azapampa en Pisos Altitudinales.**

Pisos altitudinales	Urbana (Ha.)	%	Rural (Ha.)	%	Total (Ha.)
Zona baja (riego)	91,69	46	106,5378	54	198,2278
Zona intermedia (secano)	-----	---	852,3133	---	852,3133
Zona alta (secano)			568,2088		568,2088
<b>Total</b>	91,69		1527,0599		1618.75

Fuente: (Montalvo, 2017)

- **Topografía**

El territorio de la comunidad en cuanto a su relieve es muy heterogéneo que va desde la zona plana de la parte baja continuados por las lomas y las faldas o pendientes de los cerros de suave declive formando pequeñas quebradas interandinas con microclimas muy diversos, para luego dar paso a la presencia de elevaciones empinadas y accidentadas con pendientes entre 3246 msnm y 3247 msnm. Anexo N° 4.2

- **Clima**

El clima es templado a frío según las estaciones del año y los pisos altitudinales, notándose cambios durante el día y la noche. De los meses mayo a agosto las temperaturas descienden considerablemente en las noches y durante el día hace fuerte calor. Según (Montalvo, 2015), el clima de la zona de vida correspondiente a bs-MT, es templado semiárido con una evapotranspiración alta, esta condición hace que esta zona sea más seca; el clima de la zona de vida bh- MT es húmedo y frío, finalmente el clima de la zona de vida ph-St es sub – húmedo y semi frígido. Durante los meses de junio a agosto se producen fuertes corrientes de viento y en las calles sin pavimentar produce polvareda.

- **Precipitación**

La data de la precipitación se extrae de la data de SENAMHI en función a la recolección de las estaciones más cercanas, las cuales son Viques y Huayao, la primera para estudiar la precipitación mensual de esta estación y la siguiente para realizar un análisis doble de masa y con esto verificar la tendencia marcada debido a la distribución temporal de las lluvias máximas en la sub cuenca.

- **Temperatura**

La data de la precipitación se extrae de la data de SENAMHI en función a la recolección de las estaciones más cercanas, las cuales son Viques y Huayao, la primera para estudiar la precipitación mensual de esta estación y la siguiente para realizar un análisis doble de masa y con esto verificar la tendencia marcada debido a la distribución temporal de las lluvias máximas en la sub cuenca.

- **Humedad relativa**

La data de la precipitación se extrae de la data de SENAMHI en función a la recolección de las estaciones más cercanas, las cuales son Viques y Huayao, la primera para estudiar la precipitación mensual de esta estación y la siguiente para realizar un análisis doble de masa y con esto verificar la tendencia marcada debido a la distribución temporal de las lluvias máximas en la sub cuenca.

- **Población:**

Según INEI (2017) la población de la comunidad de Azapampa está constituido por un total de 14780 habitantes.

## **4.2. ESTUDIOS PREVIOS**

### **4.2.1. ESTUDIOS DE CAMPO**

- **Exploración de suelos:**

Se exploró un total de 03 calicatas ubicadas en toda el área de estudio siguiendo las recomendaciones del RNE (1 calicata por 10000 m<sup>2</sup>). Por la uniformidad de estratos y tipos de suelo observados que presentaban estos, se optó por realizar el estudio de tres calicatas ubicadas estratégicamente cuyos detalles se muestran en la tabla 4.

**Tabla 5: Ubicación y profundidad de calicatas realizadas.**

Calicata	Prof.	Coordenada		Altitud
		X	Y	
Calicata N° 01	1.50 m	12°6'7.06"	75°11'16.22"	3279 msnm
Calicata N° 02	1.50 m	12°5'56.15"	75°11'53.19"	3256 msnm
Calicata N° 03	1.50 m	12°5'15.88"	75°11'26.98"	3306 msnm

**Fuente: Elaboración propia.**

- **Estudios topográficos:**

Los estudios topográficos se realizaron con una estación total Marca ABC de toda el área correspondiente a la comunidad de Azapampa con un total de 5265.38 m2. En esta parte se puso especial interés en la ubicación de los pozos de estudio.

Los planos se muestran en el Anexo N° 4.2

- **Inventario de fuentes de aguas subterráneas:**

Es la identificación de las fuentes de aguas superficiales y subterráneas; por lo general se divide en tres etapas:

- a. Primera etapa: Recolección de información cartográfica como la carta nacional de la zona de estudio a escala de 1: 100000 y 1:25000 y otros planos de trabajos anteriores. Comprende también las coordinaciones con las autoridades y propietarios de la zona.
- b. Segunda etapa: Recolección de información de campo que comprende: describir las características de los pozos, realizar mediciones y entrevistar a los propietarios.

Se recopiló información concerniente a: ubicación (coordenadas UTM) georreferenciadas con GPS, diámetro, cotas de terreno, profundidad máxima (cota de fondo), profundidad del nivel freático, año de perforación, tipo de pozo, etc.; los mismos que fueron recopilados mediante unas fichas pre diseñadas. Anexo N° 2

- c. Tercera etapa: Ordenamiento de información de campo y gabinete; se generan tablas resúmenes.

#### **4.2.2. ESTUDIOS DE LABORATORIO.**

Los ensayos de caracterización de suelos se realizaron en el laboratorio de mecánica de suelos-concreto-asfalto de la Universidad Continental SAC.

Los ensayos se cumplieron siguiendo las indicaciones de normas técnicas vigentes como: ASTM y MTC; cuyo detalle se muestra a continuación:

Se realizaron los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico : Norma MTC E 101 - 2000  
Norma MTC E 102 - 2000
- Humedad natural : Norma MTC E 108 - 2000
- Límites de consistencia : Norma MTC E 111 - 2000  
Norma MTC E 121 – 2000
- Test de percolación y permeabilidad del suelo : RNE IS 020

Los certificados de los ensayos de laboratorio se muestran en el Anexo N° 3

#### **4.2.3. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS.**

Esta parte de los estudios fueron realizados con información de las estaciones meteorológicas: Shullcas, Viques, Ingenio, Santa Ana y Huayao; de los cuales como base se tomaron los datos de la estación meteorológica Viques con un registro histórico de 20 años (2000 -2020).

##### **4.2.3.1. Precipitación media anual:**

La precipitación media anual de la zona de estudio se determinó con la información de las estaciones Shullcas, Viques, Ingenio, Santa Ana y Huayao; empleando para ello el método aritmético, obteniéndose un valor de 977.76 mm anuales.

Los cálculos se muestran en la Tabla N° 5

**Tabla 6: Precipitación medias anuales en estaciones meteorológicas.**

No	ESTACIÓN	PRECIPITACIÓN (mm)	OSERVACIONES
1	Shullcas	1008.52	
2	Viques	1017.74	Estación más cercana
3	Ingenio	903.56	
4	Santa Ana	975.01	
5	Huayao	984.97	

**Fuente: SENAMHI (2019)**

$$\text{Promedio} = \frac{1008.52+1017.74+903.56+975.01+984.97}{4} = 977.94 \text{ mm}$$

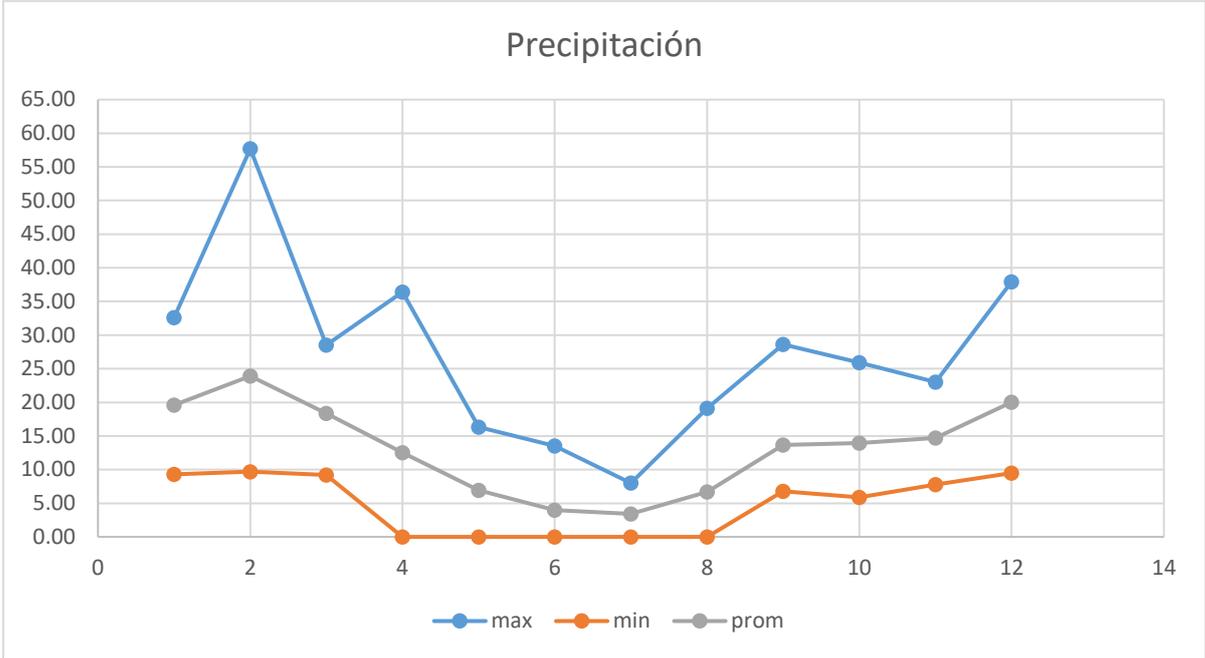
Para esta investigación se tomó en cuenta estación meteorológica Viques con un registro histórico de 20 años (2000 -2020).

**Tabla 7: Precipitaciones pluviales estación Viques en un análisis de veinte años.**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	14.30	14.50	15.00	8.10	3.50	2.80	3.80	14.30	14.90	10.20	17.40	24.70	143.50
2001	26.10	21.30	24.70	8.20	8.40	0.00	8.00	3.70	18.70	17.50	12.20	27.60	176.40
2002	16.80	20.10	13.70	6.50	0.00	1.10	4.10	0.00	13.80	25.90	23.00	16.10	141.10
2003	23.00	17.30	16.70	11.80	6.70	0.00	0.00	7.40	15.30	6.70	20.90	15.80	141.60
2004	10.20	34.60	20.70	9.80	13.70	10.80	6.80	8.80	13.10	5.90	10.10	17.40	161.90
2005	9.30	21.10	13.10	21.20	11.90	0.00	0.00	17.50	14.60	21.70	9.60	18.30	158.30
2006	17.90	22.00	23.60	8.50	0.00	4.40	0.00	15.10	8.30	22.10	11.3	18.50	140.40
2007	17.90	9.70	13.60	7.60	0.00	0.00	5.80	0.00	18.80	8.70	19.30	15.50	116.90
2008	14.00	25.10	13.60	0.00	2.10	4.60	0.00	0.00	14.60	9.30	15.10	20.20	118.60
2009	11.70	14.20	23.40	11.60	8.50	0.00	5.80	19.10	8.60	18.20	17.20	21.40	159.70
2010	25.40	11.60	24.80	20.50	0.00	13.50	0.00	4.20	7.80	8.80	16.50	37.90	171.00
2011	32.60	37.10	23.00	36.40	8.90	0.00	6.00	7.50	12.10	12.70	14.20	32.60	223.10
2012	24.30	57.70	19.40	18.90	9.10	9.80	3.70	3.50	16.40	7.10	9.70	25.70	205.30
2013	18.70	31.20	13.10	4.20	8.60	8.60	5.80	0.00	17.00	11.20	11.20	29.20	158.80
2014	20.90	36.90	28.50	20.90	8.70	4.40	5.00	10.30	28.60	11.70	22.30	15.00	213.20
2015	22.90	21.50	17.60	17.80	13.50	12.30	7.50	8.60	10.90	16.40	14.60	9.50	173.10
2016	19.10	17.40	9.20	6.70	16.30	0.00	0.00	0.00	6.80	13.60	7.80	9.80	106.70
2017	26.30	26.40	13.50	11.80	3.70	0.00	0.00	2.70	10.20	13.00	7.80	10.70	126.10
2018	20.90	14.50	21.40	7.30	7.80	3.00	2.70	3.90	9.40	24.20	15.70	14.60	145.40
2019	18.10	18.20	9.20	4.00	7.60	0.10	0.00	0.00	3.50	7.30	16.00	17.60	101.60
N	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	18.00	19.00	19.00
MÁXIMO	32.60	57.70	28.50	36.40	16.30	13.50	8.00	19.10	28.60	25.90	23.00	37.90	223.10
MÍNIMO	9.30	9.70	9.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.80	5.90	7.80	9.50	106.70
PROMEDIO	19.59	23.91	18.35	12.52	6.92	3.96	3.42	6.66	13.68	13.94	14.70	20.03	156.90
DS	6.22	12.02	5.51	8.77	5.29	4.88	3.01	6.46	5.26	5.96	5.88	7.78	31.95
coef. Asimet	0.11	1.47	0.19	1.31	0.04	0.91	-0.04	0.69	1.23	0.60	0.19	0.73	0.58

Fuente: SENAMHI (2019)

**Figura 4: Variación de las precipitaciones estación Viques.**



**Fuente: SENAMHI (2019)**

Según se observa en la figura de la precipitación por los 20 años, analizada de cada mes, en el mes de febrero se observa una mayor precipitación y la más baja se presenta en el mes de julio, donde es a partir de ese mes que se va recuperando la precipitación.

**4.2.3.2. Temperatura.**

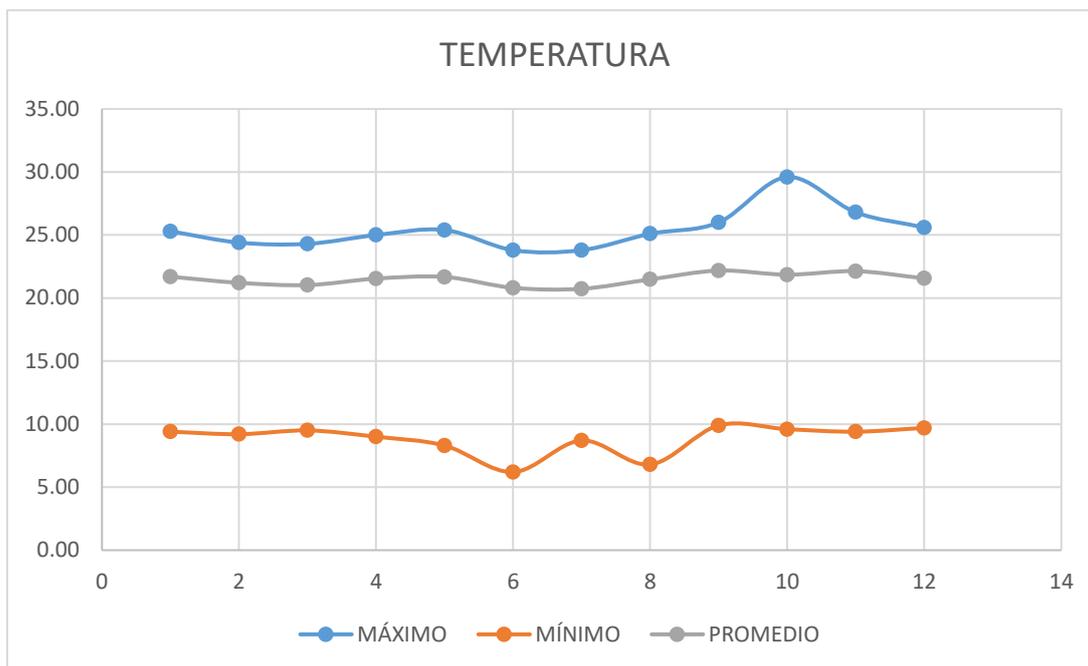
Para la determinación de esta variable se tomaron los datos de estación Viques que se muestran a continuación. Las variaciones se muestran en la tabla.

**Tabla 8: Temperatura máxima de la estación Viques en un análisis de veinte años.**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	21.90	22.30	21.80	24.30	22.30	22.10	21.30	23.10	24.70	9.60	9.40	10.50	233.30
2001	9.40	10.30	9.50	9.90	8.30	6.20	8.70	6.80	9.90	11.10	10.90	10.60	111.60
2002	11.00	9.20	9.50	9.00	9.60	9.60	9.70	10.70	10.60	10.00	11.20	9.70	119.80
2003	23.80	23.40	22.40	23.50	22.70	22.90	23.70	25.10	22.80	21.90	23.70	21.90	277.80
2004	24.90	21.90	22.30	23.70	23.60	21.60	22.40	23.30	24.10	24.00	24.70	23.00	279.50
2005	24.90	24.40	22.90	23.50	25.40	23.40	22.90	24.70	24.70	24.90	26.80	23.90	292.40
2006	22.50	22.80	22.60	23.50	23.50	23.80	21.90	22.80	23.70	23.70	23.90	24.90	279.60
2007	23.90	24.00	22.40	22.90	23.20	21.90	22.30	22.90	22.70	23.70	23.90	25.60	279.40
2008	22.70	21.80	23.50	25.00	24.80	23.80	23.80	23.70	23.50	24.60	23.90	25.60	286.70
2009	22.40	22.90	22.00	23.10	23.60	22.90	21.90	23.20	24.90	25.90	25.40	24.50	282.70
2010	23.90	23.90	23.90	23.80	24.00	23.10	23.80	23.90	26.00	26.70	25.10	23.40	291.50
2011	21.90	21.00	21.00	22.00	23.20	22.90	22.40	23.50	24.00	24.20	25.80	23.90	275.80
2012	22.90	22.30	21.80	21.20	22.50	22.50	23.20	23.40	24.50	24.50	24.90	23.10	276.80
2013	23.10	22.40	23.50	23.90	24.00	22.70	21.50	24.50	23.80	23.70	24.90	23.40	281.40
2014	23.60	22.80	24.30	22.60	23.10	20.75	20.05	21.95	22.30	21.70	23.00	22.70	268.85
2015	17.50	17.50	17.40	18.80	19.00	18.80	18.60	19.40	20.80	19.70	21.10	22.00	230.60
2016	23.00	23.00	22.00	21.00	21.00	19.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	21.00	245.00
2017	22.90	22.90	22.60	22.70	22.80	22.40	23.60	23.70	23.90	24.10	23.40	23.10	278.10
2018	22.40	23.50	22.70	22.80	23.80	22.80	22.80	21.90	23.60	23.50	24.80	24.40	279.00
2019	25.30	21.90	22.50	23.70	23.10	23.10	23.20	23.10	24.10	29.60	24.90	24.10	288.60
N	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
MÁXIMO	25.30	24.40	24.30	25.00	25.40	23.80	23.80	25.10	26.00	29.60	26.80	25.60	292.40
MÍNIMO	9.40	9.20	9.50	9.00	8.30	6.20	8.70	6.80	9.90	9.60	9.40	9.70	111.60
PROMEDIO	21.70	21.21	21.03	21.55	21.68	20.81	20.74	21.48	22.18	21.86	22.14	21.57	257.92
DS	4.25	4.18	4.18	4.35	4.55	4.65	4.32	4.70	4.35	5.46	5.21	5.01	51.66
Def. Asimet	-2.28	-2.37	-2.40	-2.43	-2.49	-2.55	-2.17	-2.41	-2.33	-1.44	-1.84	-1.89	-2.37

**Fuente: SENAMHI (2019)**

**Figura 5: Relación de temperatura máxima, mínima y media de la estación Viques de acuerdo al registro de cada mes en un análisis de 20 años.**



**Fuente: Elaboración propia**

Según se observa en la figura de la temperatura analizada por un periodo de 20 años, analizada de cada mes, en el mes de octubre se observa una mayor temperatura de 29.6 °C y la más baja se presenta en el mes de junio con 6.2°C.

#### **4.2.3.3. Evapotranspiración potencial:**

La evapotranspiración se determinó con la ecuación de HARGREAVES; por el más indicado para la zona de estudio, por la altitud, latitud y condiciones climáticas.

**Tabla 9: Registro de temperatura máxima, mínima y media para la determinación de la evapotranspiración según la ecuación de Hargreaves.**

**ESTACION VIQUES REG- SENAMHI**

**DISTRITO** : CHILCA **LATITUD** : 14° 46' "S"  
**PROVINCIA** : HUANCAYO **LONGITUD** : 69° 57' "W"  
**DEPTO** : JUNIN **ALTITUD** : 3919 m.s.n.m

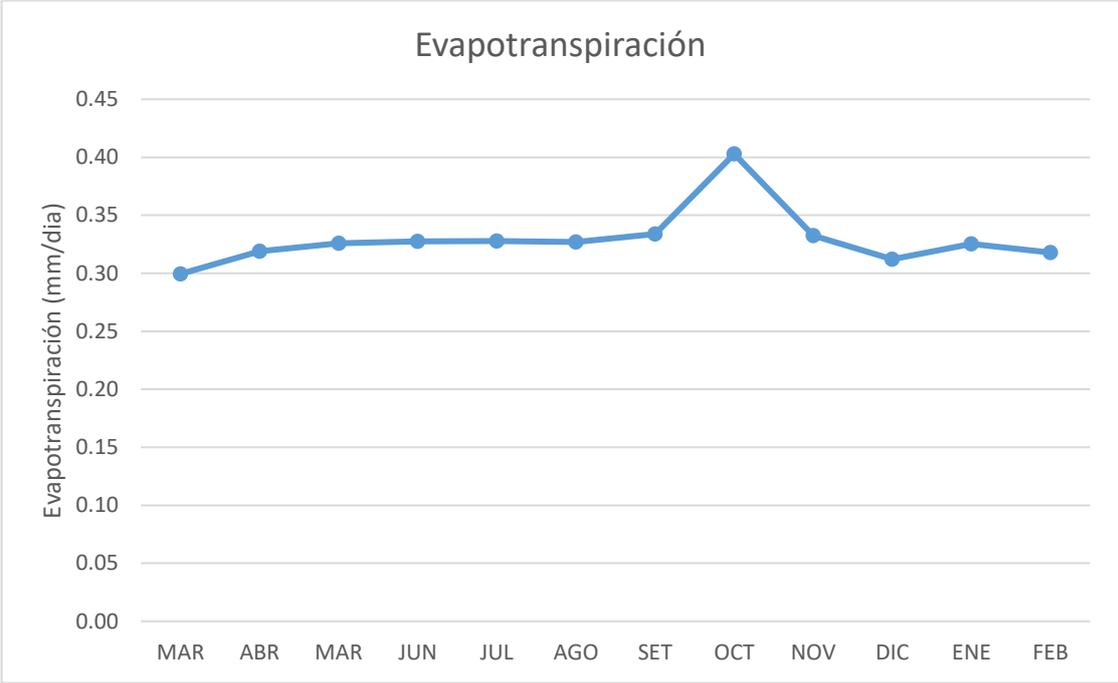
$$Eto = 0.0023 \times (Tm + 17.80) \times (TD)^{(1/2)}$$

MES	N° días	Temperatura (°C)			Difer. Temp. TD(°C)	Eto	
		Máx. med.	Med. diaria	Mín. Media		(mm/mes)	(mm/día)
MAR	31	22.50	14.25	6.00	16.50	9.28	0.30
ABR	30	22.80	11.90	1.00	21.80	9.57	0.32
MAR	31	23.10	10.95	-1.20	24.30	10.10	0.33
JUN	30	23.10	9.20	-4.70	27.80	9.82	0.33
JUL	31	23.20	8.35	-6.50	29.70	10.16	0.33
AGO	31	23.10	10.30	-2.50	25.60	10.14	0.33
SET	30	24.10	13.00	1.90	22.20	10.01	0.33
OCT	31	29.60	16.75	3.90	25.70	12.49	0.40
NOV	30	24.90	15.45	6.00	18.90	9.97	0.33
DIC	31	23.70	15.30	6.90	16.80	9.67	0.31
ENE	31	24.10	14.55	5.00	19.10	10.08	0.33
FEB	29	23.70	14.60	5.50	18.20	9.22	0.32
<b>ANUAL</b>	366					120.53	

**Fuente: SENAMHI (2019)**

Se observa que en este gráfico se observa que el pico máximo se alcanzó en el mes de octubre; y después avanza de manera promedio.

**Figura 6: Relación de evapotranspiración en función a la data de la Estación Viques.**



**Fuente: Elaboración propia**

Se observa que en este gráfico se observa que el pico máximo se alcanzó en el mes de octubre; y después avanza de manera promedio.

De acuerdo a la tabla anterior de evaporación y de la tabla de precipitación se puede deducir la siguiente tabla evaluando la reserva de agua útil desde marzo del año 2019 hasta el mes de febrero del año 2020.

**Tabla 10: Reserva útil en función a la precipitación anual y la evapotranspiración.**

NOMBRE	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENER	FEB
Precipitación (mm/día)	9.2	4	7.6	0	0	0	3.5	7.3	16	17.6	9.2	17.1
Evapotranspiración potencial (mm/día)	0.3	0.32	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.40	0.33	0.31	0.33	0.32
Diferencia entre precipitación y evapotranspiración	8.9	3.68	7.27	-0.33	-0.33	-0.33	3.17	6.9	15.67	17.29	8.87	16.78
Reservas de agua útil	8.9	3.68	7.27	0	0	0	3.17	6.9	15.67	17.59	8.87	16.78

**Fuente: Elaboración propia**

Se observa que, al presentarse una precipitación continua y variable en la medida del año consecutivo, la mayor precipitación se presentó en el mes de diciembre con 17.6 mm/día; mientras que la más baja es de 0 mm/día, el cual se prolonga desde el mes de Junio al mes de agosto del 2019. También se obtuvo como respuesta que la evaporación se presenta de manera constante con 0.33mm, con una ligera variación en el mes de octubre con 0.44 mm.

Por lo tanto, se obtiene como respuesta que la reserva total de agua útil es 88.83 mm

#### **4.2.3.4. Balance hidrológico.**

El balance hidrológico se realizó con las reservas variables de agua subterránea (oferta) y el consumo futuro poblacional (demanda).

La oferta del acuífero se determina en función de la porosidad eficaz, área superficial y la variación del espesor del acuífero; que este caso se considera la profundidad promedio de las lecturas del nivel freático de cada mes.

La porosidad se determinó con la ecuación de Van Beers:

$$m_e = \sqrt{K}$$

Donde:

$m_e$  = porosidad efectiva

$K$  = conductividad hidráulica (cm/día)

Los valores de K se tomaron de la tabla N° 01: Clasificación de permeabilidad en función a la textura y estructura del suelo

**Tabla 11: Conductividad hidráulica y porosidad efectiva del acuífero.**

POZO/CALICATA	TIPO DE SUELO SUCS	CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA		POROSIDAD EFECTIVA	POROSIDAD EFECTIVA
		K (m/día)	K(cm/día)	me (%)	me
C-1 P15	SP	3	0.03	0.173205	17.3205
C-2 P24	SC	2	0.02	0.141421	14.1421
C-3 P03	SC	2	0.02	0.141421	14.1421
PROMEDIO	SC	2.33	0.0233	0.152016	15.2016

**Fuente: Elaboración Propia.**

El volumen mensual se determina con la siguiente ecuación:

$$V = n * dh * A$$

Donde:

V : Volumen variable de agua subterránea.

n : Porosidad eficaz promedio del acuífero

dh : Variación del espesor del acuífero.

La demanda real de agua se ha determinado en función a la población futura y la dotación obtenida del reglamento nacional de edificaciones.

La población futura se determina en función a la población actual, tasa de crecimiento provincial y el periodo de diseño del proyecto; en este caso aplico el método de interés simple:

$$P = P_0 [1 + r(t - t_0)]$$

Donde:

P : Población futura.

Po : Población actual (14, 780 hab).

r : Razón de crecimiento (1.1)

t : Tiempo futuro (2040).

to : Tiempo inicial (2020).

Po=	14780 hab
r=	1.1
t=	2040
to=	2020

P=	339940 hab
----	------------

Según el RNE se tiene una dotación de 150 Lt/hab/día, con lo cual la demanda máxima horaria sería:

$$Q_{\text{max-hor}} = K1 \times Q_{\text{prom}}$$

Dot=	150 Lt/hab/dia
K1=	1.5

$$Q_{\text{prom}} = P \cdot D / 86400 = 826.2430556 \text{ Lt/Sg}$$

$$Q_{\text{max-hor}} = K1 \cdot Q_{\text{prom}} = 1239.364583 \text{ Lt/Sg} \quad 107081100 \text{ Lt/dia}$$

#### 4.2.3.5. Cuenca hidrológica

La subcuenca Shullcas posee una extensión total de 221.9 km<sup>2</sup>. En las partes altas se observa infiltración profunda y escorrentía en la media y baja, los cuales generan una recarga de flujo subterráneo.

##### a. Factor de escurrimiento.

Este parámetro se determina en función de relieve, infiltración, cobertura vegetal y almacenamiento superficial y se valoriza con la tabla propuesta por (Prorride, 1994) y se basa en la acumulación sobre la base de un puntaje máximo de 100 puntos.

- Relieve : 11
- Infiltración : 10
- Cobertura vegetal : 10
- Almacenamiento superficial : 10

$$C = (11+10+10+10) / 100 = 0.41$$

**b. Volumen de escurrimiento.**

Para la determinación de la escorrentía superficial en la sub cuenca del río Shullcas se empleó la ecuación propuesta por (Vásquez)

$$V=PPA*C*A$$

Donde:

V : Volumen escurrido (m<sup>3</sup>).

PPA : Precipitación promedio anual (mm).

C : Factor de escurrimiento

A : Área de la cuenca.

$$V= 0.095 * 2.2198 * 108 * 0.4$$

$$V= 3,372,880 \text{ m}^3$$

#### **4.2.4. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS**

**a. Características geológicas.**

Se desarrolló en base a la carta geológica nacional (Escala 1:100000)

La zona de Azapampa se encuentra dentro de la formación geológica OS-sa Familia Sandía, las cuales son areniscas, lutitas, cuarcitas y pizarras que pertenecen a la era paleozóico del periodo Ordovicico; y Qsr-al Dep. aluvial subreciente, las cuales son arenas, gravas, arcillas y limos que pertenecen a la era Cenozoica del Periodo Cuaternario y de la Época Holoceno.

**b. Características geomorfológicas.**

Comprende la determinación de los parámetros geomorfológicos, para ello se empleó la carta nacional con escalas de 1:25000 y 1:100000.

La zona de estudio pertenece a la sierra alto - andina que está conformado por altas pendientes de las laderas, situación precaria de la cubierta vegetal y con prácticas agrícolas frecuentes y la mayor parte de los sedimentos que traen las corrientes de agua en época de lluvia, proviene de una erosión superficial de las laderas. (Vásquez&Tapia, 2011)

#### **4.2.5. ESTUDIO DEL AGUA SUBTERRÁNEA**

##### **a. Geología del acuífero.**

El acuífero está constituido predominantemente de material aluvial terciario que están conformado por materiales erosionados y transportados por el agua.

##### **b. Monitoreo de pozos.**

Se empleó un GPS y wincha metálica para el monitoreo de los pozos. La ubicación y principales características de los pozos aparecen en las fichas del anexo N° 2

#### **4.2.6. EVALUACIÓN DE LA NAPA FREÁTICA.**

##### **a. Pruebas de bombeo.**

Consiste en la observación del abatimiento durante la explotación de los pozos.

##### **b. Parámetros hidráulicos.**

Por lo general los acuíferos se evalúan por su capacidad de almacenamiento y la rapidez de transmisión; los cuales dependen de ciertos parámetros como transmisividad, conductividad hidráulica y coeficiente de almacenamiento.

En la zona de estudio todos los pozos son artesanales razón por la cual no se realizaron las pruebas de bombeo. Los valores de transmisividad y coeficiente de almacenamiento fueron tomados de textos en base al tipo de suelo y al tipo de acuífero, el cual es un Acuífero Detrítico Poroso; como son:

Trasmisividad : 10

Coeficiente de almacenamiento :  $10^3$

#### **4.2.7. RADIO DE INFLUENCIA.**

El bombeo de las aguas genera un cono de depresión del nivel de agua conocido con el nombre de abatimiento; mientras que la distancia horizontal desde el pozo hasta el inicio del abatimiento se llama radio de influencia. Este análisis se realizó empleando la ecuación de Theis-Jacob:

$$Ra = 1.5 * \sqrt{\frac{r * t}{s}}$$

Donde:

Ra= radio de influencia

T= transmisividad en m<sup>2</sup>/s

T= tiempo de bombeo en segundos

S= coeficiente de almacenamiento.

#### **4.2.8. CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA.**

Para la presente investigación se realizó el análisis físico, químico del agua con muestras tomadas del pozo 13 por ser el más representativo.

El muestreo y los análisis se realizaron en el laboratorio de la dirección regional de salud de Junín. Los valores se encuentran dentro de los rangos fijados por la organización mundial de la salud (OMS); por ello se considera apto para consumo humano.

Los resultados se muestran en el anexo N° 6

### **4.3. ANÁLISIS**

#### **4.3.1. OE1: DETERMINACIÓN DE LA VARIACIÓN DEL NIVEL FREÁTICO POR RECARGA DEL ACUÍFERO.**

La evaluación de la variación del nivel freático se ha cumplido en los 28 pozos artesanales durante cinco meses (mayo, junio, julio, agosto, setiembre y octubre) del 2019 que se muestran en la Tabla 11.

Se observa que las fluctuaciones máximas alcanzan a 8.72 m y las mínimas a 2.15 m. Se atribuye que las variaciones se deben a factores de sitio como: topografía, textura del suelo, hidrología superficial, conductividad hidráulica, gradiente hidráulico, etc.

Con esta información se construyeron los planos de isohypsas, mínimos niveles freáticos, hidrogramas de cada pozo.

Para las lecturas del comportamiento del nivel freático se tomó un periodo de seis meses, las lecturas se iniciaron en mayo y finalizaron en octubre.

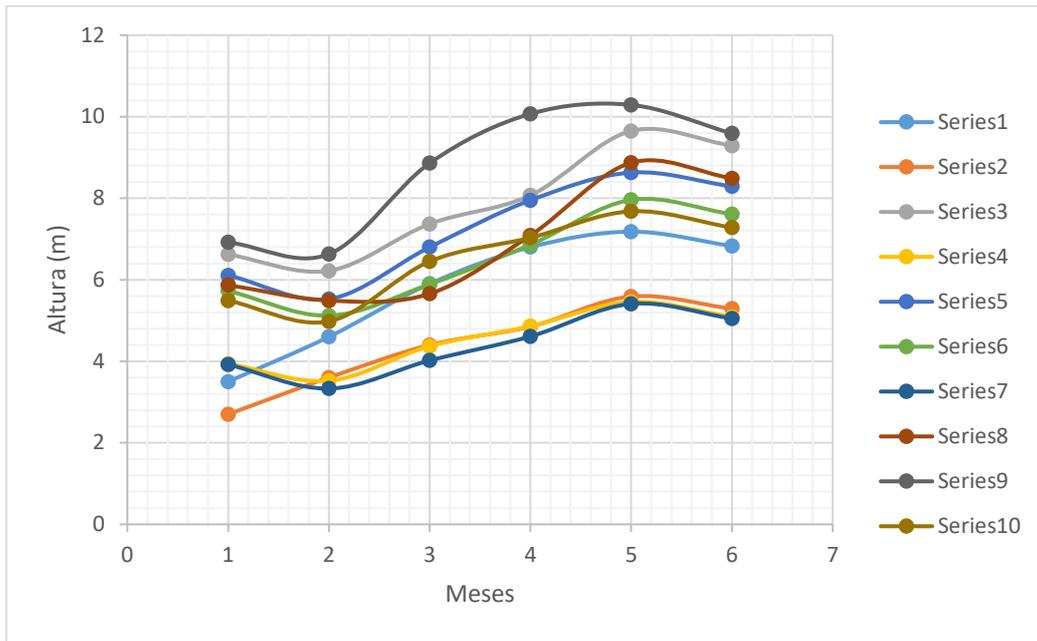
La interpretación de las isohypsas se realiza en base de la distribución, forma y espaciamiento de las líneas principales y secundarias, así como también de las fluctuaciones del nivel freático promedio durante un periodo de seis meses. Por la distribución de las isohypsas se deduce que la zona de alimentación del acuífero está en la parte alta al inicio de los cerros.

**Tabla 12: Variación del nivel freático en condiciones en condiciones iniciales.**

NO ORDEN	POZO ZONDEO	PROFUNDIDAD DEL POZO (m.s.n.m)	COTA FONDO DEL POZO MAYO (m.s.n.m)	COTA FONDO DEL POZO JUNIO (m.s.n.m)	COTA FONDO DEL POZO JULIO (m.s.n.m)	COTA FONDO DEL POZO AGOSTO (m.s.n.m)	COTA FONDO DEL POZO SETIEMBRE (m.s.n.m)	COTA FONDO DEL POZO OCTUBRE (m.s.n.m)	COTA FONDO DE TERRENO (m.s.n.m)	LECTURAS (m)						TOTAL	FLUCTUACION ANUAL	VARIACION NIVEL FREATICO	
										MESES								MAX (m)	MIN (m)
										MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE				
										15/05/2019	14/06/2019	14/07/2019	13/08/2019	12/09/2019	12/10/2019				
1	P1	5.33	3274.5	3273.4	3272.1	3271.2	3270.82	3271.17	3278	3.5	4.6	5.9	6.8	7.18	6.83	34.81	5.80167	7.18	3.5
2	P2	3.79	3266.3	3265.4	3264.6	3264.15	3263.41	3263.71	3269	2.7	3.6	4.4	4.85	5.59	5.29	26.43	4.405	5.59	2.7
3	P3	7.79	3299.38	3299.78	3298.63	3297.93	3296.35	3296.71	3306	6.62	6.22	7.37	8.07	9.65	9.29	47.22	7.87	9.65	6.22
4	P4	3.59	3279.06	3279.48	3278.63	3278.14	3277.54	3277.91	3283	3.94	3.52	4.37	4.86	5.46	5.09	27.24	4.54	5.46	3.52
5	P5	6.79	3282.89	3283.47	3282.2	3281.05	3280.37	3280.71	3289	6.11	5.53	6.8	7.95	8.63	8.29	43.31	7.21833	8.63	5.53
6	P6	6.11	3283.27	3283.88	3283.11	3282.14	3281.04	3281.39	3289	5.73	5.12	5.89	6.86	7.96	7.61	39.17	6.52833	7.96	5.12
7	P7	3.55	3262.08	3262.67	3261.98	3261.39	3260.59	3260.95	3266	3.92	3.33	4.02	4.61	5.41	5.05	26.34	4.39	5.41	3.33
8	P8	6.99	3266.13	3266.51	3266.34	3264.91	3263.13	3263.51	3272	5.87	5.49	5.657	7.087	8.87	8.49	41.464	6.91067	8.87	5.49
9	P9	8.09	3273.08	3273.37	3271.14	3269.93	3269.71	3270.41	3280	6.92	6.63	8.86	10.07	10.29	9.59	52.36	8.72667	10.29	6.63
10	P10	5.78	3325.51	3326.02	3324.55	3323.97	3323.32	3323.72	3331	5.49	4.98	6.45	7.03	7.68	7.28	38.91	6.485	7.68	4.98
11	P11	6.88	3256.96	3257.42	3256.09	3254.92	3254.27	3254.62	3263	6.04	5.58	6.91	8.08	8.73	8.38	43.72	7.28667	8.73	5.58
12	P12	12.13	3269.5	3270.03	3267.55	3266.18	3265.06	3265.37	3279	9.5	8.97	11.45	12.82	13.94	13.63	70.31	11.7183	13.94	8.97
13	P13	18.54	3265.32	3265.94	3263.56	3262.08	3258.66	3258.96	3279	13.68	13.06	15.44	16.92	20.34	20.04	99.48	16.58	20.34	13.06
14	P14	16.92	3267.35	3267.93	3264.75	3263.08	3261.25	3261.58	3280	12.65	12.07	15.25	16.92	18.75	18.42	94.06	15.6767	18.75	12.07
15	P15	8.2	3249.05	3249.54	3247.67	3246.55	3245.93	3246.3	3256	6.95	6.46	8.33	9.45	10.07	9.7	50.96	8.49333	10.07	6.46
16	P16	1.99	3241.22	3241.51	3241.02	3240.69	3240.16	3240.51	3244	2.78	2.49	2.98	3.31	3.84	3.49	18.89	3.14833	3.84	2.49
17	P17	8.36	3261.19	3261.46	3259.59	3258.44	3257.81	3258.14	3268	6.81	6.54	8.41	9.56	10.19	9.86	51.37	8.56167	10.19	6.54
18	P18	4.46	3283.4	3283.77	3282.88	3282.1	3281.66	3282.04	3288	4.6	4.23	5.12	5.9	6.34	5.96	32.15	5.35833	6.34	4.23
19	P19	2.24	3249.75	3250.36	3249.15	3248.27	3248.87	3249.26	3253	3.25	2.64	3.85	4.73	4.13	3.74	22.34	3.72333	4.73	2.64
20	P20	0.66	3253.65	3254.38	3254.11	3253.6	3253.51	3253.84	3256	2.35	1.62	1.89	2.4	2.49	2.16	12.91	2.15167	2.49	1.62
21	P21	2.17	3252.78	3253.37	3252.23	3251.39	3251.93	3252.33	3256	3.22	2.63	3.77	4.61	4.07	3.67	21.97	3.66167	4.61	2.63
22	P22	2.68	3241.64	3242.13	3241.01	3240.68	3240.51	3240.82	3245	3.36	2.87	3.99	4.32	4.49	4.18	23.21	3.86833	4.49	2.87
23	P23	1.24	3251.72	3252	3251.07	3250.78	3250.92	3251.26	3254	2.28	2	2.93	3.22	3.08	2.74	16.25	2.70833	3.22	2
24	P24	3.22	3256.37	3256.76	3255.49	3255.02	3254.91	3255.28	3260	3.63	3.24	4.51	4.98	5.09	4.72	26.17	4.36167	5.09	3.24
25	P25	1.84	3249.24	3249.62	3249.1	3249.01	3248.27	3248.66	3252	2.76	2.38	2.9	2.99	3.73	3.34	18.1	3.01667	3.73	2.38
26	P26	2.92	3230.69	3230.88	3230.31	3229.88	3229.19	3229.58	3234	3.31	3.12	3.69	4.12	4.81	4.42	23.47	3.91167	4.81	3.12
27	P27	2.45	3239.88	3240.25	3239.43	3239.28	3238.68	3239.05	3243	3.12	2.75	3.57	3.72	4.32	3.95	21.43	3.57167	4.32	2.75
28	P28	3.13	3243.69	3243.82	3243.33	3242.92	3242.03	3242.37	3247	3.31	3.18	3.67	4.08	4.97	4.63	23.84	3.97333	4.97	3.18

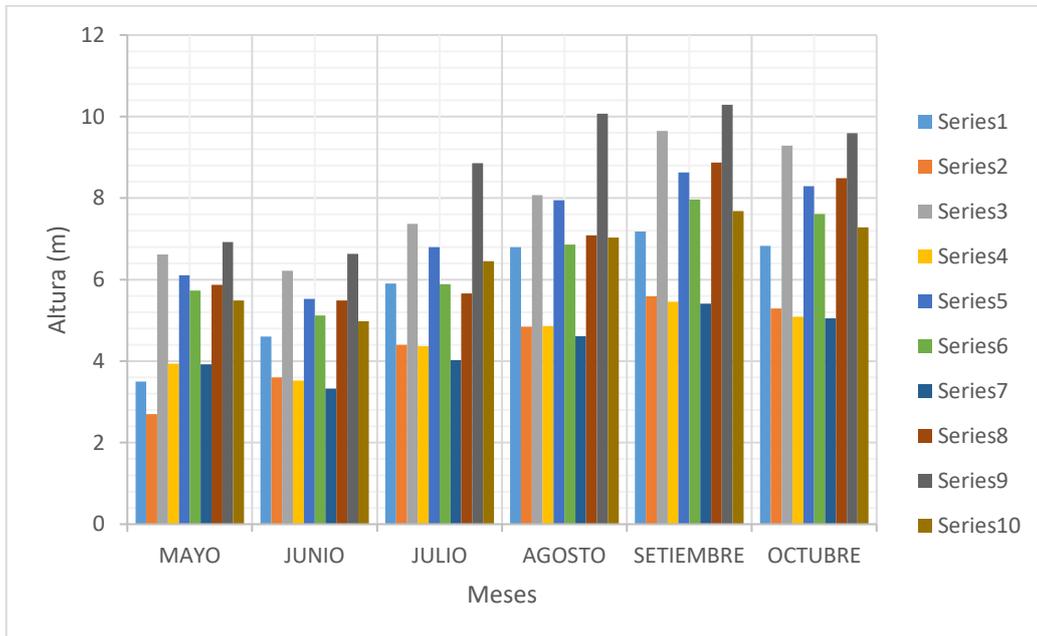
Fuente: Elaboración propia

**Figura 7: Variaciones del nivel freático de pozos artesanales representativos.**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 8: Variaciones del nivel freático de pozos artesanales representativos en barra.**



Fuente: Elaboración propia.

En los hidrogramas se observa el ascenso y descenso del nivel freático para los meses de mayo, junio, julio, agosto, setiembre y octubre.

Por el comportamiento observado en los meses de enero y febrero la velocidad de ascenso es rápido debido a la presencia de lluvias en la zona; mientras que en los meses de marzo y abril la recarga alcanza los máximos niveles.

En el presente caso los niveles fueron evaluados desde mayo a octubre; por ser estos meses se presentan los descensos lentamente debido a la escasa precipitación e insolación máxima durante el día.

La napa freática presenta una morfología uniforme con un flujo en el sentido de la pendiente del terreno como se muestra en los planos. Ver Anexo N° 4.5

Las isohipsas de la napa freática en la zona de estudio tienen las siguientes características:

- El nivel freático varía entre las cotas 3239.88 m.s.n.m. y 3282.04 m.s.n.m.
- El sentido de flujo es de Este a Oeste
- La pendiente promedio de escurrimiento es de 0.12%
- Las profundidades de la napa freática con respecto al nivel natural de terreno varían de 20.04m a 2.16m.

#### **4.3.2. OE2: CÁLCULO DE LA FLUCTUACIÓN DEL NIVEL FREÁTICO POR DESCARGA DEL ACUÍFERO.**

Previo al desarrollo de esta parte se realizaron actividades como, consumo diario por medición directa (descarga) e infiltración (recarga). Las descargas principalmente están constituidas por la extracción manual diaria que realizan los pobladores para fines de consumo y riego de huertos.

Se realizaron mediciones directas empleando recipientes de 5 y 10 litros; en la tabla siguiente se muestra un resumen de la extracción promedio diario de cada pozo.

Se realizaron mediciones directas empleando recipientes de 5 y 10 litros; en la tabla siguiente se muestra un resumen de la extracción promedio diario de cada pozo.

De una manera similar se efectúa un estudio a corto plazo de 05 años simulando el crecimiento de la demanda del agua subterránea de la explotación artesanal en función al crecimiento de viviendas rurales de 0.3% anual a nivel de provincia ya que, la demanda de cada pozo depende del crecimiento de viviendas.

**Tabla 13: Extracción promedio diario de pozos artesanales.**

No	PROPIETARIO		CONSUMO DIARIO (Lrts/Día)
	APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	
1	AUGUSTO VICTOR CASTRO SOLANO	19829196	360.00
2	ELSA HUAMAN TORRES	80231698	180.00
3	JASMIN JOSETTI BOZA HUAMAN	73796323	360.00
4	ALFREDO HUAMANI	NO ID	400.00
5	SULLCARAY MEDINA VICTORIA	44205097	180.00
6	VILCAHUAMAN VILCAHUMAN LEONCIO	19683992	150.00
7	NO IDENTIFICADO	NO ID	180.00
8	NO IDENTIFICADO	NO ID	360.00
9	NO IDENTIFICADO	NO ID	150.00
10	NO IDENTIFICADO	NO ID	80.00
11	PTUY CRISPIN SONIA	43397068	270.00
12	QUISPE TORRES FELIPA	80127107	360.00
13	BELITO PAQUIYA URI ELISEO	41715822	1020.00
14	NO IDENTIFICADO	NO ID	900.00
15	LEONCIO DAVILA CCORA	NO ID	270.00
16	ARTURO LIMA TORRES	41342954	144.00
17	NO IDENTIFICADO	NO ID	60.00
18	NO IDENTIFICADO	NO ID	216.00
19	NO IDENTIFICADO	NO ID	180.00
20	NO IDENTIFICADO	NO ID	180.00
21	NO IDENTIFICADO	NO ID	150.00
22	RAMOS INGA JIMY ROSEVELT	71946436	80.00
23	ZAIDA PILAR ROJAS AVIANERA	NO ID	216.00
24	MENDOZA ENERO MARCIAL	43032446	180.00
25	GAVILAN VILLEGAS WALTER	72507730	400.00
26	GUILLERMO ROMEO CANCHANYA	NO ID	234.00
27	CARMEN ROSA ASTO SOTO	40800130	180.00
28	TOMAS MENDOZA ADAUTO	19802868	120.00
	<b>TOTALES</b>		7560.00

**Fuente: Elaboración propia**

Como se puede observar hay una extracción promedio de 7560.00 litros/día.

La demanda poblacional anteriormente calculada fue un  $Q_{max-hor} = 53.88 \text{ Lt/sg}$  (4655700 Lt/d). Como se puede observar la demanda futura es muy superior a la explotación actual; esto se debe a que la extracción es manual.

En la proyección de la demanda a corto plazo de 05 años se incrementa en un 0.3% anualmente en función a la tabla, por lo tanto:

$$P_t = P_0 (1 + r)^t$$

$$A = 5265.3 \text{ m}^2$$

$$H = V/A$$

**Tabla 14: Data de descripción de descenso en una proyección de 05 años.**

Nº Pozo	Q (m3/s)		Q (m3/s)-5 años		Vol (m3)		h	
1	0.0041667	m3/s	0.00417	m3/s	131.5051199	m3	0.024975808	m
2	0.00208335	m3/s	0.002086	m3/s	65.79	m3	0.012495015	m
3	0.0041667	m3/s	0.00417	m3/s	131.5051199	m3	0.024975808	m
4	0.0046296	m3/s	0.0046365	m3/s	146.21666	m3	0.027769863	m
5	0.00208335	m3/s	0.002086	m3/s	65.7	m3	0.012477921	m
6	0.0017361	m3/s	0.0017387	m3/s	54.83164	m3	0.010413773	m
7	0.00208335	m3/s	0.002086	m3/s	65.7	m3	0.012477921	m
8	0.0041667	m3/s	0.00417	m3/s	131.5051199	m3	0.024975808	m
9	0.0017361	m3/s	0.0017387	m3/s	54.83164	m3	0.010413773	m
10	0.00092593	m3/s	0.0009273	m3/s	29.2433	m3	0.005553967	m
11	0.003125	m3/s	0.0031297	m3/s	98.69822	m3	0.018745033	m
12	0.0041667	m3/s	0.00417	m3/s	131.5051199	m3	0.024975808	m
13	0.01458345	m3/s	0.0146053	m3/s	460.593	m3	0.087477067	m
14	0.0125001	m3/s	0.012519	m3/s	394.8	m3	0.074981483	m
15	0.003125	m3/s	0.0031297	m3/s	98.69822	m3	0.018745033	m
16	0.001667	m3/s	0.0016695	m3/s	52.6494	m3	0.009999316	m
17	0.0006977	m3/s	0.0006987	m3/s	22.0342	m3	0.004184795	m
18	0.0025	m3/s	0.0025037	m3/s	78.966	m3	0.014997436	m
19	0.00208335	m3/s	0.0020865	m3/s	65.7	m3	0.012477921	m
20	0.0017361	m3/s	0.0017387	m3/s	54.83164	m3	0.010413773	m
21	0.0006977	m3/s	0.0006987	m3/s	22.0342	m3	0.004184795	m
22	0.00092593	m3/s	0.0009273	m3/s	29.2433	m3	0.005553967	m
23	0.0025	m3/s	0.0025037	m3/s	78.966	m3	0.014997436	m
24	0.00208335	m3/s	0.002086	m3/s	65.7	m3	0.012477921	m

<b>25</b>	0.0046296	m3/s	0.0046365	m3/s	146.21666	m3	0.027769863	m
<b>26</b>	0.0027083	m3/s	0.002712	m3/s	85.526	m3	0.016243329	m
<b>27</b>	0.00208335	m3/s	0.002086	m3/s	65.7	m3	0.012477921	m
<b>28</b>	0.0013889	m3/s	0.001391	m3/s	43.87	m3	0.008331909	m

Fuente: Elaboración propia

$$P_t = 0.0911012 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$P_o = 7560.00 \text{ litros/día}$$

$$r = 0.0003$$

$$t = 5 \text{ años}$$

$$P_t = 7560 * (1 + 0.0003)^5$$

$$P_t = 7571.3468 \text{ litros/día}$$

**Tabla 15: Data de descripción de descenso en una proyección de 05 años.**

<b>POZOS</b>	<b>COTA N.F. LLUVIA</b>	<b>DESCARGA</b>	
<b>1</b>	3273.4	m.s.n.m.	0.024975808
<b>2</b>	3265.4	m.s.n.m.	0.012495015
<b>3</b>	3299.78	m.s.n.m.	0.024975808
<b>4</b>	3279.48	m.s.n.m.	0.027769863
<b>5</b>	3283.47	m.s.n.m.	0.012477921
<b>6</b>	3283.88	m.s.n.m.	0.010413773
<b>7</b>	3262.695	m.s.n.m.	0.012477921
<b>8</b>	3266.505	m.s.n.m.	0.024975808
<b>9</b>	3273.37	m.s.n.m.	0.010413773
<b>10</b>	3326.02	m.s.n.m.	0.005553967
<b>11</b>	3257.42	m.s.n.m.	0.018745033
<b>12</b>	3270.03	m.s.n.m.	0.024975808
<b>13</b>	3265.94	m.s.n.m.	0.087477067
<b>14</b>	3267.93	m.s.n.m.	0.074981483
<b>15</b>	3249.54	m.s.n.m.	0.018745033
<b>16</b>	3241.51	m.s.n.m.	0.009999316
<b>17</b>	3261.455	m.s.n.m.	0.004184795
<b>18</b>	3283.765	m.s.n.m.	0.014997436
<b>19</b>	3250.36	m.s.n.m.	0.012477921
<b>20</b>	3254.38	m.s.n.m.	0.010413773
<b>21</b>	3253.37	m.s.n.m.	0.004184795
<b>22</b>	3242.125	m.s.n.m.	0.005553967

<b>23</b>	3252	m.s.n.m.	0.014997436
<b>24</b>	3256.76	m.s.n.m.	0.012477921
<b>25</b>	3249.62	m.s.n.m.	0.027769863
<b>26</b>	3230.88	m.s.n.m.	0.016243329
<b>27</b>	3240.25	m.s.n.m.	0.012477921
<b>28</b>	3243.82	m.s.n.m.	0.008331909

**Fuente: Elaboración propia**

En promedio el descenso dentro de un periodo de 05 años varía como máximo 0.088 m y como mínimo 0.004 m.

0.0195 m promedio

**Tabla 16: Variación del nivel freático en condiciones en condiciones iniciales.**

N° ORDEN	POZO ZONDEO	COTA POZO LLUVIAS (m.s.n.m)	COTA POZO ESTIAJE (m.s.n.m)	DESCENSO (m)	ASCENSO (m)	CAUDAL (m3/s)	VOLUMEN (m3)	ALTURA ( m )
1	P1	3273.400	3270.820	2.580	0.350	0.004167	131.401	0.025
2	P2	3265.400	3263.410	1.990	0.300	0.002083	65.701	0.012
3	P3	3299.780	3296.350	3.430	0.360	0.004167	131.401	0.025
4	P4	3279.480	3277.540	1.940	0.370	0.004630	145.999	0.028
5	P5	3283.470	3280.370	3.100	0.370	0.002083	65.701	0.012
6	P6	3283.880	3281.040	2.840	0.350	0.001736	54.750	0.010
7	P7	3262.695	3260.590	2.105	0.360	0.002083	65.701	0.012
8	P8	3266.505	3263.130	3.375	0.380	0.004167	131.401	0.025
9	P9	3273.370	3269.710	3.660	0.700	0.001736	54.750	0.010
10	P10	3326.020	3323.320	2.700	0.400	0.000926	29.200	0.006
11	P11	3257.420	3254.270	3.150	0.350	0.003125	98.550	0.019
12	P12	3270.030	3265.060	4.970	0.310	0.004167	131.401	0.025
13	P13	3265.940	3258.660	7.280	0.300	0.011806	459.904	0.087
14	P14	3267.930	3261.250	6.680	0.330	0.010417	394.203	0.075
15	P15	3249.540	3245.930	3.610	0.370	0.003125	98.550	0.019
16	P16	3241.510	3240.160	1.350	0.350	0.001667	52.571	0.010
17	P17	3261.455	3257.810	3.645	0.330	0.000694	22.003	0.004
18	P18	3283.765	3281.660	2.105	0.380	0.002500	78.840	0.015
19	P19	3250.360	3248.870	1.490	0.350	0.002083	65.701	0.012
20	P20	3254.380	3253.510	0.870	0.390	0.002083	54.750	0.010
21	P21	3253.370	3251.930	1.440	0.380	0.001736	22.003	0.004
22	P22	3242.125	3240.510	1.615	0.330	0.000926	29.200	0.006
23	P23	3252.000	3250.920	1.080	0.400	0.002500	78.840	0.015
24	P24	3256.760	3254.910	1.850	0.390	0.002083	65.701	0.012
25	P25	3249.620	3248.270	1.350	0.310	0.004630	145.999	0.028
26	P26	3230.880	3229.190	1.690	0.340	0.002708	85.409	0.016
27	P27	3240.250	3238.680	1.570	0.370	0.002083	65.701	0.012
28	P28	3243.820	3242.030	1.790	0.340	0.001389	43.800	0.008

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla 17: Data de lectura de la muestra de pozos en observación en lluvia, estiaje, su variación de estas dos medidas y su recuperación.**

POZOS	X	Y	COTA N.F. LLUVIA		COTA N.F. ESTIAJE		VARIACIÓN	RECUPERACIÓN
1	479857.444	8662177.44	3273.4	m.s.n.m.	3270.82	m.s.n.m.	2.58	0.35
2	479775.216	8662013.97	3265.4	m.s.n.m.	3263.41	m.s.n.m.	1.99	0.3
3	479755.163	8661898.47	3299.78	m.s.n.m.	3296.35	m.s.n.m.	3.43	0.36
4	479604.806	8662086.04	3279.48	m.s.n.m.	3277.54	m.s.n.m.	1.94	0.37
5	479672.969	8662306.63	3283.47	m.s.n.m.	3280.37	m.s.n.m.	3.1	0.37
6	479408.701	8662857.2	3283.88	m.s.n.m.	3281.04	m.s.n.m.	2.84	0.35
7	478356.202	8662797.17	3262.695	m.s.n.m.	3260.59	m.s.n.m.	2.105	0.36
8	478416.963	8662794.76	3266.505	m.s.n.m.	3263.13	m.s.n.m.	3.375	0.38
9	479508.695	8662506.79	3273.37	m.s.n.m.	3269.71	m.s.n.m.	3.66	0.7
10	479488.967	8662623.81	3326.02	m.s.n.m.	3323.32	m.s.n.m.	2.7	0.4
11	479394.556	8662768.11	3257.42	m.s.n.m.	3254.27	m.s.n.m.	3.15	0.35
12	479514.426	8662963.55	3270.03	m.s.n.m.	3265.06	m.s.n.m.	4.97	0.31
13	479546.467	8662966.03	3265.94	m.s.n.m.	3258.66	m.s.n.m.	7.28	0.3
14	479688.874	8662917.9	3267.93	m.s.n.m.	3261.25	m.s.n.m.	6.68	0.33
15	479306.983	8663075.52	3249.54	m.s.n.m.	3245.93	m.s.n.m.	3.61	0.37
16	478310.54	8662407.04	3241.51	m.s.n.m.	3240.16	m.s.n.m.	1.35	0.35
17	478523.207	8662595.79	3261.455	m.s.n.m.	3257.81	m.s.n.m.	3.645	0.33
18	478524.371	8662657.22	3283.765	m.s.n.m.	3281.66	m.s.n.m.	2.105	0.38
19	478367.719	8662340.11	3250.36	m.s.n.m.	3248.87	m.s.n.m.	1.49	0.35
20	478392.083	8662090.1	3254.38	m.s.n.m.	3253.51	m.s.n.m.	0.87	0.39
21	478550.604	8661909.6	3253.37	m.s.n.m.	3251.93	m.s.n.m.	1.44	0.38
22	478982.651	8661766.46	3242.125	m.s.n.m.	3240.51	m.s.n.m.	1.615	0.33
23	478507.181	8661765.82	3252	m.s.n.m.	3250.92	m.s.n.m.	1.08	0.4
24	478653.941	8661965.27	3256.76	m.s.n.m.	3254.91	m.s.n.m.	1.85	0.39
25	479057.761	8661987.68	3249.62	m.s.n.m.	3248.27	m.s.n.m.	1.35	0.31
26	479073.834	8661912.74	3230.88	m.s.n.m.	3229.19	m.s.n.m.	1.69	0.34
27	479081.558	8661674.35	3240.25	m.s.n.m.	3238.68	m.s.n.m.	1.57	0.37
28	478625.203	8661575.77	3243.82	m.s.n.m.	3242.03	m.s.n.m.	1.79	0.34

**Fuente Elaboración propia**

$$A= 5265.3 \text{ m}^2$$

$$H= V/A$$

**Tabla 18: Data de descripción de los pozos en observación.**

<b>N° Pozo</b>	<b>Q (m3/s)</b>		<b>Vol (m3)</b>		<b>h (m)</b>	
1	0.0041667	m3/s	131.401051	m3	0.024955663	m
2	0.00208335	m3/s	65.7005256	m3	0.012477832	m
3	0.0041667	m3/s	131.401051	m3	0.024955663	m
4	0.0046296	m3/s	145.999066	m3	0.027728116	m
5	0.00208335	m3/s	65.7005256	m3	0.012477832	m
6	0.0017361	m3/s	54.7496496	m3	0.010398043	m
7	0.00208335	m3/s	65.7005256	m3	0.012477832	m
8	0.0041667	m3/s	131.401051	m3	0.024955663	m
9	0.0017361	m3/s	54.7496496	m3	0.010398043	m
10	0.00092593	m3/s	29.2001285	m3	0.005545683	m
11	0.003125	m3/s	98.55	m3	0.018716598	m
12	0.0041667	m3/s	131.401051	m3	0.024955663	m
13	0.01458345	m3/s	459.903679	m3	0.087344822	m
14	0.0125001	m3/s	394.203154	m3	0.07486699	m
15	0.003125	m3/s	98.55	m3	0.018716598	m
16	0.001667	m3/s	52.570512	m3	0.009984182	m
17	0.0006977	m3/s	22.0026672	m3	0.004178743	m
18	0.0025	m3/s	78.84	m3	0.014973278	m
19	0.00208335	m3/s	65.7005256	m3	0.012477832	m
20	0.0017361	m3/s	54.7496496	m3	0.010398043	m
21	0.0006977	m3/s	22.0026672	m3	0.004178743	m
22	0.00092593	m3/s	29.2001285	m3	0.005545683	m
23	0.0025	m3/s	78.84	m3	0.014973278	m
24	0.00208335	m3/s	65.7005256	m3	0.012477832	m
25	0.0046296	m3/s	145.999066	m3	0.027728116	m
26	0.0027083	m3/s	85.4089488	m3	0.016220852	m
27	0.00208335	m3/s	65.7005256	m3	0.012477832	m
28	0.0013889	m3/s	43.8003504	m3	0.008318554	m

Fuente propia

**Tabla 19: Data de descripción de cotas de estiaje y lluvia de los pozos en observación.**

POZOS	X	Y	COTA N.F. LLUVIA		COTA N.F. ESTIAJE		VARIACION	DESCARGA
1	479857.444	8662177.44	3273.4	m.s.n.m.	3270.82	m.s.n.m.	2.58	0.024955663
2	479775.216	8662013.97	3265.4	m.s.n.m.	3263.41	m.s.n.m.	1.99	0.012477832
3	479755.163	8661898.47	3299.78	m.s.n.m.	3296.35	m.s.n.m.	3.43	0.024955663
4	479604.806	8662086.04	3279.48	m.s.n.m.	3277.54	m.s.n.m.	1.94	0.027728116
5	479672.969	8662306.63	3283.47	m.s.n.m.	3280.37	m.s.n.m.	3.1	0.012477832
6	479408.701	8662857.2	3283.88	m.s.n.m.	3281.04	m.s.n.m.	2.84	0.010398043
7	478356.202	8662797.17	3262.695	m.s.n.m.	3260.59	m.s.n.m.	2.105	0.012477832
8	478416.963	8662794.76	3266.505	m.s.n.m.	3263.13	m.s.n.m.	3.375	0.024955663
9	479508.695	8662506.79	3273.37	m.s.n.m.	3269.71	m.s.n.m.	3.66	0.010398043
10	479488.967	8662623.81	3326.02	m.s.n.m.	3323.32	m.s.n.m.	2.7	0.005545683
11	479394.556	8662768.11	3257.42	m.s.n.m.	3254.27	m.s.n.m.	3.15	0.018716598
12	479514.426	8662963.55	3270.03	m.s.n.m.	3265.06	m.s.n.m.	4.97	0.024955663
13	479546.467	8662966.03	3265.94	m.s.n.m.	3258.66	m.s.n.m.	7.34	0.087344822
14	479688.874	8662917.9	3267.93	m.s.n.m.	3261.25	m.s.n.m.	6.73	0.07486699
15	479306.983	8663075.52	3249.54	m.s.n.m.	3245.93	m.s.n.m.	3.61	0.018716598
16	478310.54	8662407.04	3241.51	m.s.n.m.	3240.16	m.s.n.m.	1.35	0.009984182
17	478523.207	8662595.79	3261.455	m.s.n.m.	3257.81	m.s.n.m.	3.645	0.004178743
18	478524.371	8662657.22	3283.765	m.s.n.m.	3281.66	m.s.n.m.	2.105	0.014973278
19	478367.719	8662340.11	3250.36	m.s.n.m.	3248.87	m.s.n.m.	1.49	0.012477832
20	478392.083	8662090.1	3254.38	m.s.n.m.	3253.51	m.s.n.m.	0.87	0.010398043
21	478550.604	8661909.6	3253.37	m.s.n.m.	3251.93	m.s.n.m.	1.44	0.004178743
22	478982.651	8661766.46	3242.125	m.s.n.m.	3240.51	m.s.n.m.	1.615	0.005545683
23	478507.181	8661765.82	3252	m.s.n.m.	3250.92	m.s.n.m.	1.08	0.014973278
24	478653.941	8661965.27	3256.76	m.s.n.m.	3254.91	m.s.n.m.	1.85	0.012477832
25	479057.761	8661987.68	3249.62	m.s.n.m.	3248.27	m.s.n.m.	1.35	0.027728116
26	479073.834	8661912.74	3230.88	m.s.n.m.	3229.19	m.s.n.m.	1.69	0.016220852
27	479081.558	8661674.35	3240.25	m.s.n.m.	3238.68	m.s.n.m.	1.57	0.012477832
28	478625.203	8661575.77	3243.82	m.s.n.m.	3242.03	m.s.n.m.	1.79	0.008318554

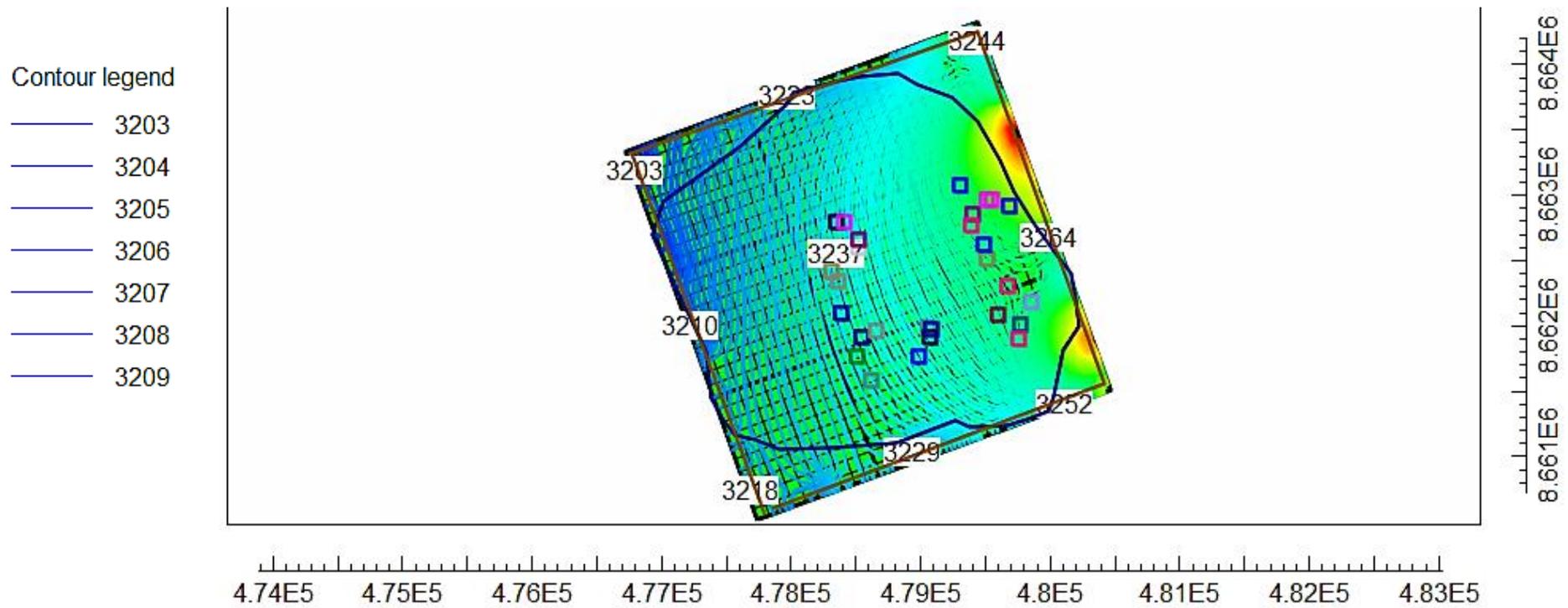
Fuente: Elaboración propia.

### 4.3.3. OE3: ESTUDIO DE LOS TRASLAPES DE LOS PERFILES DE CONO DE DEPRESIÓN POR VARIACIÓN DEL NIVEL FREÁTICO.

Estudiar los traslapes de los perfiles de cono de depresión por variación del nivel freático

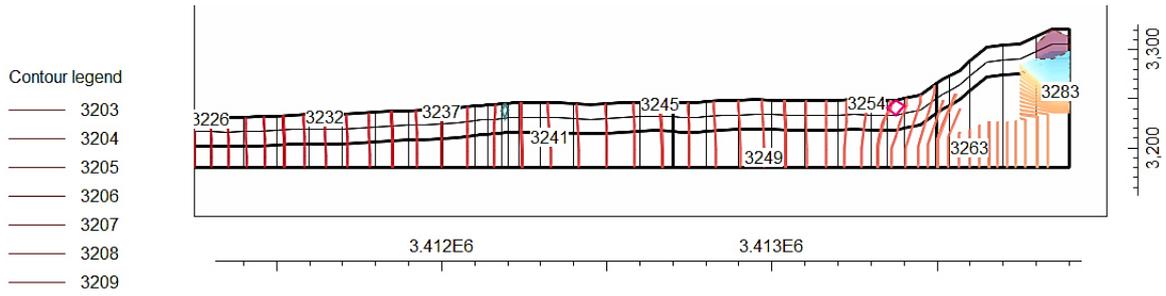
- Modelamiento de los veintiocho pozos de estudio con el programa MODFLOW 6- VISUAL MODEL MUSE.

Figura 9: Modelo en planta de la comunidad de Azapampa con los 28 pozos en estudio – capas de niveles del agua subterránea.



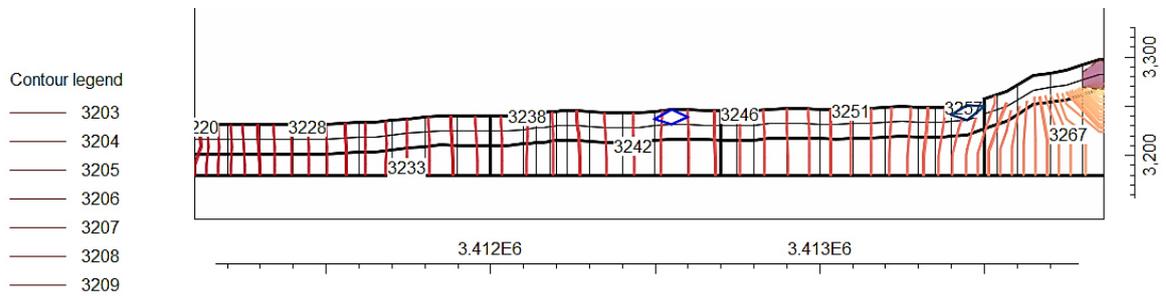
Fuente: Elaboración propia

**Figura 10: Perfil de fila 01 – pozos observados.**



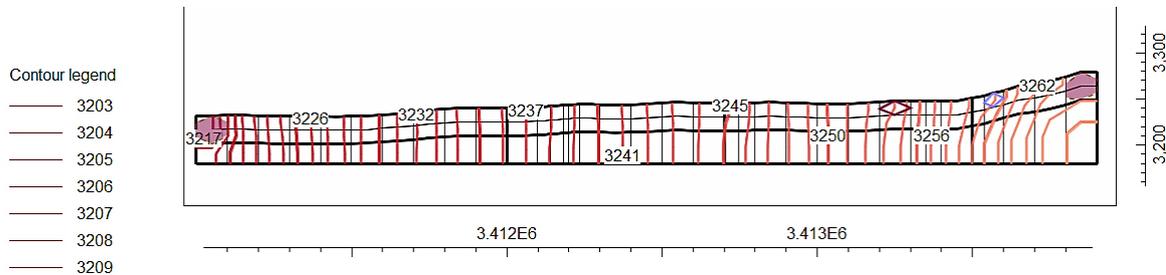
**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 11: Perfil de fila 02 – pozos observados.**



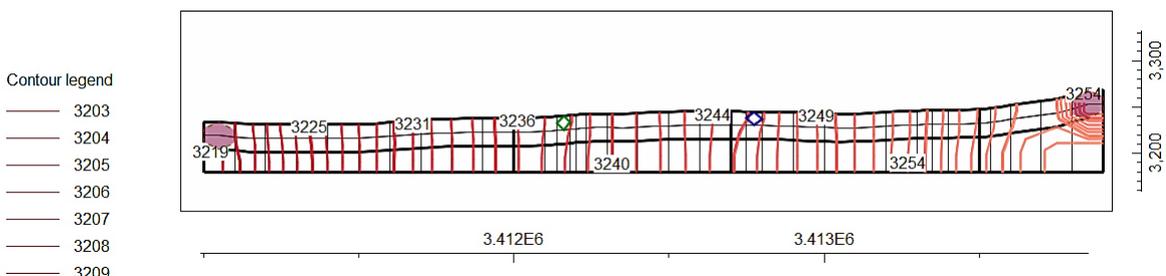
**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 12: Perfil de fila 03 – pozos observados.**



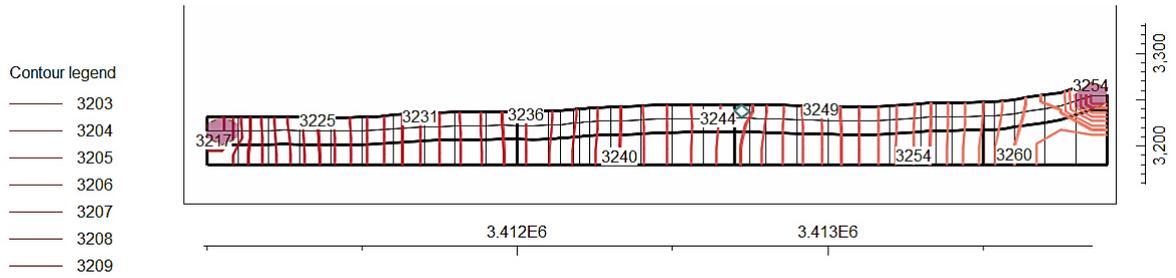
**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 13: Perfil de fila 04 – pozos observados.**



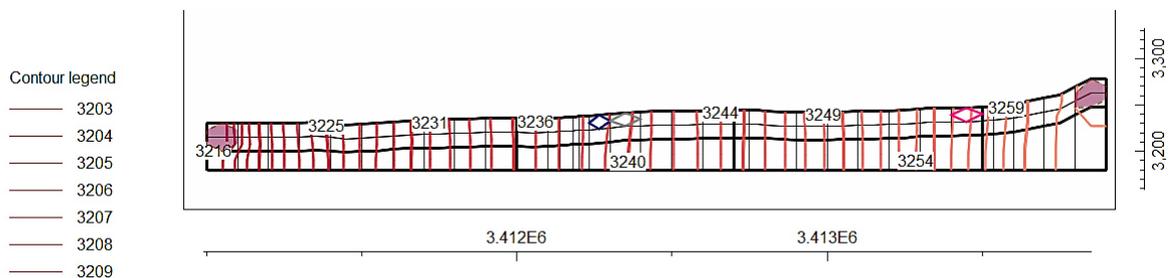
**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 14: Perfil de fila 05 – pozos observados.**



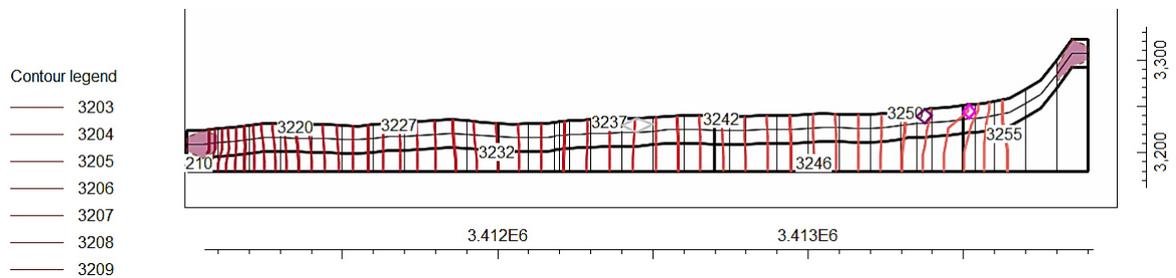
**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 15: Perfil de fila 06 – pozos observados.**



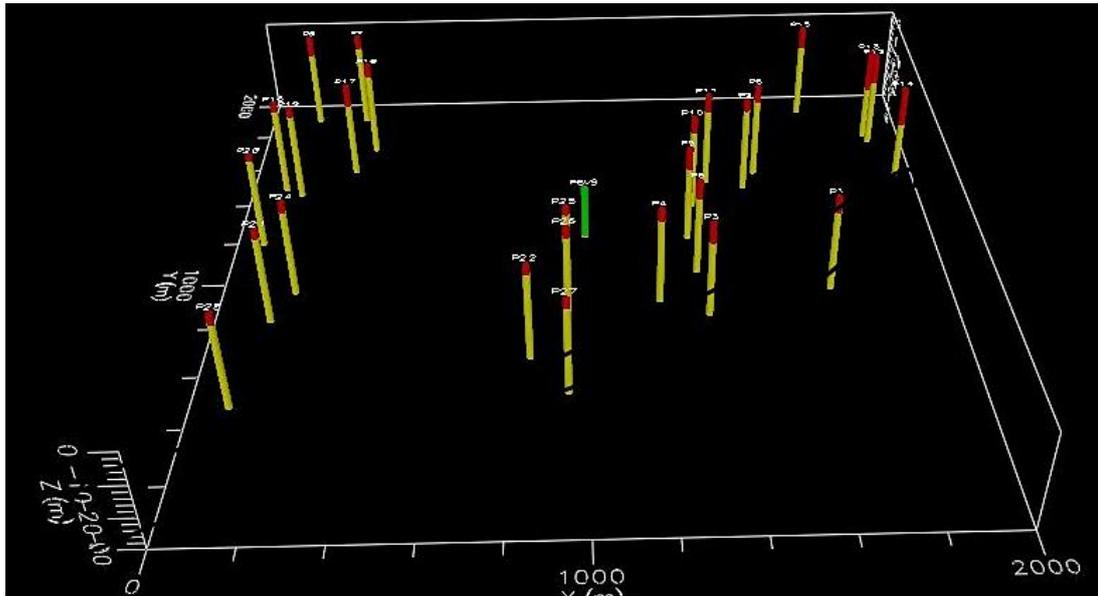
**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 16: Perfil de fila 07 – pozos observados.**



**Fuente: Elaboración propia**

Figura 17: Planta en 3 – pozos observados.



Fuente propia

- **BALANCE HIDRAULICO:**
  - **Relación De Pozos:**

Tabla 20: Relación de pozos y su ubicación de modelado.

POZO Nro	CAPA	FILA	COLUMNA	STRESS RATE	IFACE
1	1	27	32	-4.16E-03	0.00
2	1	29	30	-2.83E-03	0.00
3	1	30	29	-4.17E-03	0.00
4	1	27	27	-4.26E-03	0.00
5	1	20	30	-2.08E-03	0.00
6	1	14	29	-1.74E-03	0.00
7	1	11	17	-3.13E-03	0.00
8	1	11	18	-4.17E-03	0.00
9	1	18	28	-1.74E-03	0.00
10	1	17	29	-9.26E-04	0.00
11	1	15	28	-3.15E-03	0.00
12	1	14	31	-4.17E-03	0.00
13	1	14	31	-4.17E-03	0.00
14	1	15	33	-4.17E-03	0.00
15	1	12	28	-3.13E-03	0.00
16	1	15	14	-1.67E-03	0.00
17	1	14	18	-6.97E-04	0.00

18	1	13	18	-2.50E-03	0.00
19	1	15	15	-2.08E-03	0.00
20	1	18	13	-2.08E-03	0.00
21	1	20	16	-6.97E-04	0.00
22	1	29	19	-9.26E-04	0.00
23	1	24	13	-2.50E-03	0.00
24	1	20	17	-2.08E-03	0.00
25	1	22	21	-4.10E-03	0.00
26	1	26	21	-2.71E-03	0.00
27	1	24	22	-2.08E-03	0.00
28	1	30	14	-4.18E-04	0.00

Fuente: Elaboración propia

- Ecuación de balance hídrico:

**VOLUMETRIC BUDGET FOR ENTIRE MODEL AT END OF TIME STEP 2, STRESS PERIOD 2**

Tabla 21: Resumen de modelado de agua subterránea

VOLUMEN ACUMULADO	L**3	RATES FOR THIS TIME STEP	L**3/T
<b>IN:</b>		<b>IN:</b>	
STORAGE =	24546950.0	STORAGE =	1.5559
CONSTANT HEAD =	328761280.0	CONSTANT HEAD =	16.4911
WELLS =	0.0000	WELLS =	0.0000
DRAINS =	0.0000	DRAINS =	0.0000
RECHARGE =	90842.1875	RECHARGE =	5.757E-03
<b>TOTAL IN =</b>	<b>353399072.00</b>	<b>TOTAL IN =</b>	<b>18.0527</b>
<b>OUT:</b>		<b>OUT:</b>	
STORAGE =	0.00	STORAGE =	0.00
CONSTANT HEAD =	353399040.0	CONSTANT HEAD =	18.0527
WELLS =	65.7455	WELLS =	4.1667E-06
DRAINS =	0.00	DRAINS =	0.0000
RECHARGE =	0.0000	RECHARGE =	0.0000
<b>TOTAL OUT =</b>	<b>353399072.00</b>	<b>TOTAL OUT =</b>	<b>18.0527</b>
<b>IN - OUT =</b>	<b>-32.00</b>	<b>IN - OUT =</b>	<b>-1.907E-06</b>
<b>PERCENT DISCREPANCY =</b>	<b>0.00</b>	<b>PERCENT DISCREPANCY =</b>	<b>0.00</b>

Fuente: Elaboración propia

○ **Resumen del tiempo de modelado:**

**Tabla 22: Periodos de modelado hasta un año.**

	<b>SECONDS</b>	<b>MINUTES</b>	<b>HOURS</b>	<b>DAYS</b>	<b>YEARS</b>
<b>TIME STEP LENGTH</b>	7.88940E+06	1.31490E+05	2191.5	91.312	0.25
<b>STRESS PERIOD TIME</b>	3.15576E+07	5.25960E+05	8766.00	365.25	1.00
<b>TOTAL TIME</b>	3.15576E+07	5.25960E+05	8766.00	365.25	1.00

Fuente: Elaboración propia

○ **Cálculo analítico del radio de influencia de los pozos – Fórmula de Lembek 2015 (Roberto P. P., 2015)**

**Figura 18: Fórmula de Poncela - Longitud de Influencia.**

$$L(t) = \beta * H_o * \sqrt{\frac{k}{2W} * (1 - e^{-\frac{6*W}{H_o} * t})}$$

Fuente: (Roberto P. P., 2015)

**Tabla 23: Datos para la fórmula.**

$\beta$	<b>0.8</b>
k	1.310688 m/s
t	365 d

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 24: Resultados de radios de influencia de los veintiocho pozos estudiados.**

<b>Ho (m)</b>	<b>W (m)</b>	<b>W (m/d)</b>	<b>L (m)</b>	<b>L (mm)</b>
<b>4.6</b>	2.605	0.007137	0.0346688	34.668746
<b>3.6</b>	2	0.0054795	0.0309293	30.929331
<b>6.22</b>	3.455	0.0094658	0.0406579	40.657912
<b>3.52</b>	1.968	0.0053918	0.0304987	30.498725
<b>5.53</b>	3.112	0.008526	0.0381178	38.117764
<b>5.12</b>	2.85	0.0078082	0.0368538	36.853834
<b>3.805</b>	2.117	0.0058	0.0317773	31.777269
<b>5.995</b>	3.4	0.0093151	0.0395523	39.552272

<b>6.63</b>	3.67	0.0100548	0.0420403	42.040317
<b>4.98</b>	2.706	0.0074137	0.0367315	36.731483
<b>5.58</b>	3.169	0.0086822	0.0381355	38.135529
<b>8.97</b>	5	0.0136986	0.0487506	48.750548
<b>13.06</b>	7.305	0.0200137	0.0587349	58.734927
<b>12.07</b>	6.705	0.0183699	0.0566355	56.635493
<b>6.46</b>	3.629	0.0099425	0.0412302	41.230217
<b>2.49</b>	1.36	0.003726	0.0259148	25.914798
<b>6.545</b>	3.649	0.0099973	0.041639	41.63898
<b>3.735</b>	2.12	0.0058082	0.031208	31.207946
<b>2.64</b>	1.502	0.0041151	0.0262102	26.210238
<b>1.62</b>	0.88	0.002411	0.0209526	20.952613
<b>2.63</b>	1.44	0.0039452	0.0266049	26.604849
<b>2.875</b>	1.621	0.0044411	0.0274611	27.461099
<b>2</b>	1.095	0.003	0.0232011	23.201058
<b>3.24</b>	1.862	0.0051014	0.0289073	28.907317
<b>2.38</b>	1.378	0.0037753	0.0246937	24.693723
<b>3.12</b>	1.706	0.004674	0.0289944	28.9944
<b>2.75</b>	1.582	0.0043342	0.0266199	26.61993
<b>3.18</b>	1.798	0.004926	0.0288454	28.84536

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. RESULTADOS

##### 4.4.1. OE1

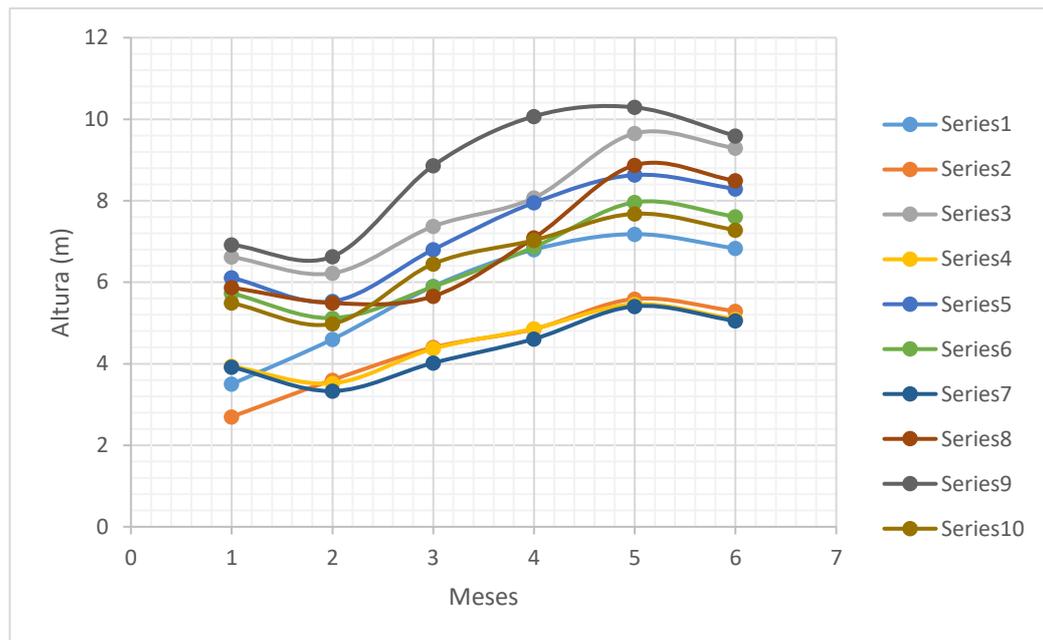
**Tabla 25: Medidas de cotas topográficas y del nivel de napa freática desde el mes de mayo hasta el mes de octubre.**

NO ORDEN	POZO ZONDEO	PROFUNDIDAD DEL POZO (m.s.n.m)	COTA FONDO DEL POZO MAYO (m.s.n.m)	COTA FONDO DEL POZO JUNIO (m.s.n.m)	COTA FONDO DEL POZO JULIO (m.s.n.m)	COTA FONDO DEL POZO AGOSTO (m.s.n.m)	COTA FONDO DEL POZO SETIEMBRE (m.s.n.m)	COTA FONDO DEL POZO OCTUBRE (m.s.n.m)	COTA FONDO DE TERRENO (m.s.n.m)	LECTURAS (m)						TOTAL	FLUCTUACION ANUAL	VARIACION NIVEL FREATICO							
										MESES								MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	MAX (m)	MIN (m)
										15/05/2019	14/06/2019	14/07/2019	13/08/2019	12/09/2019	12/10/2019										
1	P1	5.33	3274.5	3273.4	3272.1	3271.2	3270.82	3271.17	3278	3.5	4.6	5.9	6.8	7.18	6.83	34.81	5.80167	7.18	3.5						
2	P2	3.79	3266.3	3265.4	3264.6	3264.15	3263.41	3263.71	3269	2.7	3.6	4.4	4.85	5.59	5.29	26.43	4.405	5.59	2.7						
3	P3	7.79	3299.38	3299.78	3298.63	3297.93	3296.35	3296.71	3306	6.62	6.22	7.37	8.07	9.65	9.29	47.22	7.87	9.65	6.22						
4	P4	3.59	3279.06	3279.48	3278.63	3278.14	3277.54	3277.91	3283	3.94	3.52	4.37	4.86	5.46	5.09	27.24	4.54	5.46	3.52						
5	P5	6.79	3282.89	3283.47	3282.2	3281.05	3280.37	3280.71	3289	6.11	5.53	6.8	7.95	8.63	8.29	43.31	7.21833	8.63	5.53						
6	P6	6.11	3283.27	3283.88	3283.11	3282.14	3281.04	3281.39	3289	5.73	5.12	5.89	6.86	7.96	7.61	39.17	6.52833	7.96	5.12						
7	P7	3.55	3262.08	3262.67	3261.98	3261.39	3260.59	3260.95	3266	3.92	3.33	4.02	4.61	5.41	5.05	26.34	4.39	5.41	3.33						
8	P8	6.99	3266.13	3266.51	3266.34	3264.91	3263.13	3263.51	3272	5.87	5.49	5.657	7.087	8.87	8.49	41.464	6.91067	8.87	5.49						
9	P9	8.09	3273.08	3273.37	3271.14	3269.93	3269.71	3270.41	3280	6.92	6.63	8.86	10.07	10.29	9.59	52.36	8.72667	10.29	6.63						
10	P10	5.78	3325.51	3326.02	3324.55	3323.97	3323.32	3323.72	3331	5.49	4.98	6.45	7.03	7.68	7.28	38.91	6.485	7.68	4.98						
11	P11	6.88	3256.96	3257.42	3256.09	3254.92	3254.27	3254.62	3263	6.04	5.58	6.91	8.08	8.73	8.38	43.72	7.28667	8.73	5.58						
12	P12	12.13	3269.5	3270.03	3267.55	3266.18	3265.06	3265.37	3279	9.5	8.97	11.45	12.82	13.94	13.63	70.31	11.7183	13.94	8.97						
13	P13	18.54	3265.32	3265.94	3263.56	3262.08	3258.66	3258.96	3279	13.68	13.06	15.44	16.92	20.34	20.04	99.48	16.58	20.34	13.06						
14	P14	16.92	3267.35	3267.93	3264.75	3263.08	3261.25	3261.58	3280	12.65	12.07	15.25	16.92	18.75	18.42	94.06	15.6767	18.75	12.07						
15	P15	8.2	3249.05	3249.54	3247.67	3246.55	3245.93	3246.3	3256	6.95	6.46	8.33	9.45	10.07	9.7	50.96	8.49333	10.07	6.46						
16	P16	1.99	3241.22	3241.51	3241.02	3240.69	3240.16	3240.51	3244	2.78	2.49	2.98	3.31	3.84	3.49	18.89	3.14833	3.84	2.49						
17	P17	8.36	3261.19	3261.46	3259.59	3258.44	3257.81	3258.14	3268	6.81	6.54	8.41	9.56	10.19	9.86	51.37	8.56167	10.19	6.54						
18	P18	4.46	3283.4	3283.77	3282.88	3282.1	3281.66	3282.04	3288	4.6	4.23	5.12	5.9	6.34	5.96	32.15	5.35833	6.34	4.23						
19	P19	2.24	3249.75	3250.36	3249.15	3248.27	3248.87	3249.26	3253	3.25	2.64	3.85	4.73	4.13	3.74	22.34	3.72333	4.73	2.64						
20	P20	0.66	3253.65	3254.38	3254.11	3253.6	3253.51	3253.84	3256	2.35	1.62	1.89	2.4	2.49	2.16	12.91	2.15167	2.49	1.62						
21	P21	2.17	3252.78	3253.37	3252.23	3251.39	3251.93	3252.33	3256	3.22	2.63	3.77	4.61	4.07	3.67	21.97	3.66167	4.61	2.63						
22	P22	2.68	3241.64	3242.13	3241.01	3240.68	3240.51	3240.82	3245	3.36	2.87	3.99	4.32	4.49	4.18	23.21	3.86833	4.49	2.87						
23	P23	1.24	3251.72	3252	3251.07	3250.78	3250.92	3251.26	3254	2.28	2	2.93	3.22	3.08	2.74	16.25	2.70833	3.22	2						
24	P24	3.22	3256.37	3256.76	3255.49	3255.02	3254.91	3255.28	3260	3.63	3.24	4.51	4.98	5.09	4.72	26.17	4.36167	5.09	3.24						
25	P25	1.84	3249.24	3249.62	3249.1	3249.01	3248.27	3248.66	3252	2.76	2.38	2.9	2.99	3.73	3.34	18.1	3.01667	3.73	2.38						
26	P26	2.92	3230.69	3230.88	3230.31	3229.88	3229.19	3229.58	3234	3.31	3.12	3.69	4.12	4.81	4.42	23.47	3.91167	4.81	3.12						
27	P27	2.45	3239.88	3240.25	3239.43	3239.28	3238.68	3239.05	3243	3.12	2.75	3.57	3.72	4.32	3.95	21.43	3.57167	4.32	2.75						
28	P28	3.13	3243.69	3243.82	3243.33	3242.92	3242.03	3242.37	3247	3.31	3.18	3.67	4.08	4.97	4.63	23.84	3.97333	4.97	3.18						

**Fuente: Elaboración Propia**

En la tabla anterior se observa las medidas tomadas en los 6 meses observados de los niveles freáticos de los veintiocho pozos observados, se deduce que el nivel freático en estos puntos puede descender desde 2 m hasta 20.34 m, habiendo una gran diferencia por su ubicación. Todas estas mediciones se dieron en pozos artesanales siendo este el resultado.

**Figura 19: Variaciones del nivel freático de pozos artesanales representativos.**



**Fuente: Elaboración propia.**

Por el comportamiento observado en los meses de enero y febrero la velocidad de ascenso es rápido debido a la presencia de lluvias en la zona; mientras que en los meses de marzo y abril la recarga alcanza los máximos niveles.

En el presente caso los niveles fueron evaluados desde mayo a octubre; por ser estos meses se presentan los descensos lentamente debido a la escasa precipitación e insolación máxima durante el día.

#### 4.4.2. OE2

Tabla 26: Extracción promedio diario de pozos artesanales.

No	PROPIETARIO		CONSUMO DIARIO (Lrts/Día)
	APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	
1	AUGUSTO VICTOR CASTRO SOLANO	19829196	360.00
2	ELSA HUAMAN TORRES	80231698	180.00
3	JASMIN JOSETTI BOZA HUAMAN	73796323	360.00
4	ALFREDO HUAMANI	NO ID	400.00
5	SULLCARAY MEDINA VICTORIA	44205097	180.00
6	VILCA HUAMAN VILCA HUMAN LEONCIO	19683992	150.00
7	NO IDENTIFICADO	NO ID	180.00
8	NO IDENTIFICADO	NO ID	360.00
9	NO IDENTIFICADO	NO ID	150.00
10	NO IDENTIFICADO	NO ID	80.00
11	PITUJ CRISPIN SONIA	43397068	270.00
12	QUISPE TORRES FELIPA	80127107	360.00
13	BELITO PAQUIYAURI ELISEO	41715822	1020.00
14	NO IDENTIFICADO	NO ID	900.00
15	LEONCIO DA VILA CCORA	NO ID	270.00
16	ARTURO LIMA TORRES	41342954	144.00
17	NO IDENTIFICADO	NO ID	60.00
18	NO IDENTIFICADO	NO ID	216.00
19	NO IDENTIFICADO	NO ID	180.00
20	NO IDENTIFICADO	NO ID	180.00
21	NO IDENTIFICADO	NO ID	150.00
22	RAMOS INGA JIMY ROSEVELT	71946436	80.00
23	ZAIDA PILAR ROJAS AVIANERA	NO ID	216.00
24	MENDOZA ENERO MARCIAL	43032446	180.00
25	GAVILAN VILLEGAS WALTER	72507730	400.00
26	GUILLERMO ROMEO CANCHANYA	NO ID	234.00
27	CARMEN ROSA ASTO SOTO	40800130	180.00
28	TOMAS MENDOZA ADAUTO	19802868	120.00
	<b>TOTALES</b>		7560.00

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar hay una extracción promedio de 7560.00 litros/día.

La demanda poblacional anteriormente calculada fue un  $Q_{\max-hor} = 53.88 \text{ Lt/sg}$  (4655700 Lt/d). Como se puede observar la demanda futura es muy superior a la explotación actual; esto se debe a que la extracción es manual.

**Tabla 27: Variación del nivel freático en condiciones iniciales.**

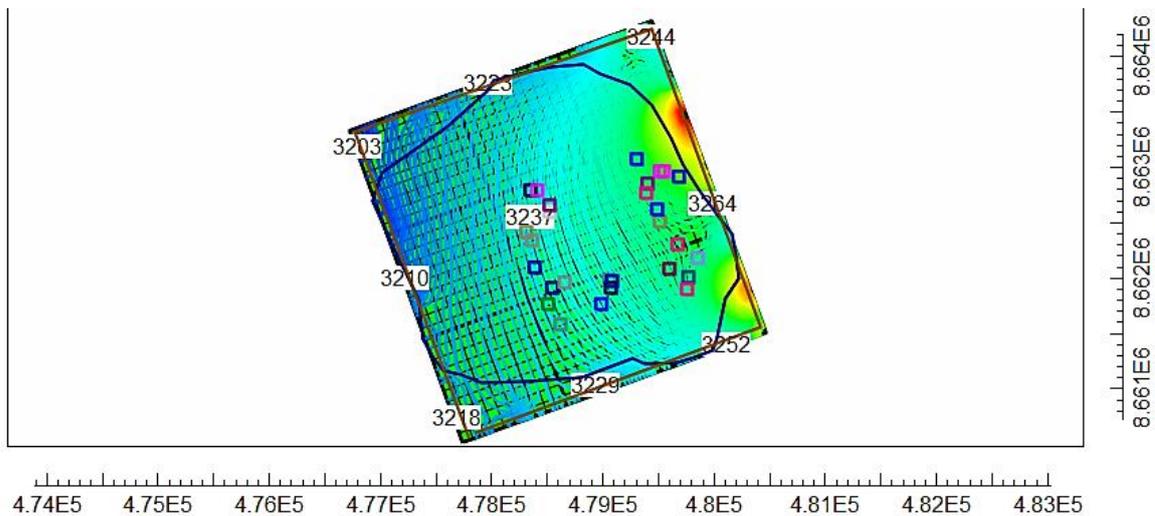
Nº ORDEN	POZO ZONDEO	COTA POZO LLUVIAS (m.s.n.m)	COTA POZO ESTIAJE (m.s.n.m)	DESCENSO (m)	ASCENSO (m)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	ALTURA ( m )
1	P1	3273.400	3270.820	2.580	0.350	0.004167	131.401	0.025
2	P2	3265.400	3263.410	1.990	0.300	0.002083	65.701	0.012
3	P3	3299.780	3296.350	3.430	0.360	0.004167	131.401	0.025
4	P4	3279.480	3277.540	1.940	0.370	0.004630	145.999	0.028
5	P5	3283.470	3280.370	3.100	0.370	0.002083	65.701	0.012
6	P6	3283.880	3281.040	2.840	0.350	0.001736	54.750	0.010
7	P7	3262.695	3260.590	2.105	0.360	0.002083	65.701	0.012
8	P8	3266.505	3263.130	3.375	0.380	0.004167	131.401	0.025
9	P9	3273.370	3269.710	3.660	0.700	0.001736	54.750	0.010
10	P10	3326.020	3323.320	2.700	0.400	0.000926	29.200	0.006
11	P11	3257.420	3254.270	3.150	0.350	0.003125	98.550	0.019
12	P12	3270.030	3265.060	4.970	0.310	0.004167	131.401	0.025
13	P13	3265.940	3258.660	7.280	0.300	0.011806	459.904	0.087
14	P14	3267.930	3261.250	6.680	0.330	0.010417	394.203	0.075
15	P15	3249.540	3245.930	3.610	0.370	0.003125	98.550	0.019
16	P16	3241.510	3240.160	1.350	0.350	0.001667	52.571	0.010
17	P17	3261.455	3257.810	3.645	0.330	0.000694	22.003	0.004
18	P18	3283.765	3281.660	2.105	0.380	0.002500	78.840	0.015
19	P19	3250.360	3248.870	1.490	0.350	0.002083	65.701	0.012
20	P20	3254.380	3253.510	0.870	0.390	0.002083	54.750	0.010
21	P21	3253.370	3251.930	1.440	0.380	0.001736	22.003	0.004
22	P22	3242.125	3240.510	1.615	0.330	0.000926	29.200	0.006
23	P23	3252.000	3250.920	1.080	0.400	0.002500	78.840	0.015
24	P24	3256.760	3254.910	1.850	0.390	0.002083	65.701	0.012
25	P25	3249.620	3248.270	1.350	0.310	0.004630	145.999	0.028
26	P26	3230.880	3229.190	1.690	0.340	0.002708	85.409	0.016
27	P27	3240.250	3238.680	1.570	0.370	0.002083	65.701	0.012
28	P28	3243.820	3242.030	1.790	0.340	0.001389	43.800	0.008

**Fuente: Elaboración propia**

En esta tabla se tomó el área de las zonas evaluadas para poder sacar en una distancia de altura toda la descarga que se observa de cada pozo por medio de su sistema de bombeo artesanal. Por lo tanto, se consiguió una descarga máxima de 0.004m que corresponde al pozo P21.

#### 4.4.3. OE3

**Figura 20: Modelo de comportamiento dinámico con la relación de los pozos; con sus características hidráulicas; su recarga y descarga de este acuífero delimitado.**



**Fuente: Elaboración propia**

En este modelo del acuífero se observa que, a pesar que se insertó la relación de pozos con su respectiva descarga (caudal extraído); conjuntamente con la recarga por precipitación anual, infiltración por los cálculos demostrados y condición de contorno por la delimitación del acuífero del acuífero del Mantaro; el comportamiento del agua subterránea solo ocurre por la diferencia de nivel topográfico entre cada punto, mas no se observa por la descarga de los pozos observados; teniendo un desplazamiento del agua subterránea de este a oeste

Por lo tanto, se procedió a calcular la longitud de influencia de cada cono de depresión en cada pozo respectivo en función a la figura N° 22, Fórmula de Poncela - Longitud de Influencia, y también porque en este caso los pozos al ser artesanales no cuentan con un sistema de bombeo continuo.

**Tabla 28: Resultados de radios de influencia de cada pozo.**

<b>Nro pozo</b>	<b>L (m)</b>
1	0.03466875
2	0.03092933
3	0.04065791
4	0.03049872
5	0.03811776
6	0.03685383
7	0.03177727
8	0.03955227
9	0.04204032
10	0.03673148
11	0.03813553
12	0.04875055
13	0.05873493
14	0.05663549
15	0.04123022
16	0.0259148
17	0.04163898
18	0.03120795
19	0.02621024
20	0.02095261
21	0.02660485
22	0.0274611
23	0.02320106
24	0.02890732
25	0.02469372
26	0.0289944
27	0.02661993
28	0.02884536

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 29: Análisis estadístico de la data de radios de influencia de las muestras.**

<b>MUESTRA</b>	<b>n</b>	<b>28</b>
<b>MEDIA</b>	X	0.03452024
<b>Coficiente de variación</b>	Cv	0.27301146
<b>Desviación</b>	$\sigma$	0.00942442

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, se tiene como respuesta que el radio de influencia promedio en función a las lecturas es 0.0345 m con una desviación estándar de 0.00942 en suelos arenosos arcillosos en una muestra de 28 pozos; también se observa que en el pozo 13 y 14 presentan una variación alejada del promedio de dichos datos, ya que existe un sistema de bombeo mecanizado propio del pozo, el cual les permite extraer agua de una manera más fácil y en mayor cantidad. El cono de depresión, el cual origina un radio de influencia depende mayormente del caudal que se descarga y en los pozos 13 y 14 varían en función a los demás radios por las condiciones expuestas.

Se obtiene como respuesta que no existe ningún traslape, ya que, la distancia entre cada radio de cada pozo no se interseca por ser radios menores y mínimos.

En el modelado también se demuestra estos resultados, ya que se sugiere que, por el mínimo caudal existente de cada pozo, se considere cero, así considerando como nulo la extracción y por consiguiente el radio de influencia de cada pozo.

Se puede observar el plano en planta de cada radio de influencia en los Planos de Radio de Influencia de cada pozo y de manera general en planta.

#### 4.4.4. OG

**Tabla 30: Resultados de radios de influencia de cada pozo..**

Nro pozo	L (m)
1	0.03466875
2	0.03092933
3	0.04065791
4	0.03049872
5	0.03811776
6	0.03685383
7	0.03177727
8	0.03955227
9	0.04204032
10	0.03673148
11	0.03813553
12	0.04875055
13	0.05873493
14	0.05663549
15	0.04123022

16	0.0259148
17	0.04163898
18	0.03120795
19	0.02621024
20	0.02095261
21	0.02660485
22	0.0274611
23	0.02320106
24	0.02890732
25	0.02469372
26	0.0289944
27	0.02661993
28	0.02884536

**Fuente Elaboración propia**

Por lo tanto se tiene como respuesta que el radio de influencia promedio en función a las lecturas es 2.687 m, con una desviación estándar de 1.557 en suelos arenosos arcillosos en una muestra de 28 pozos; también se observa que en el pozo 13 y 14 presentan una variación alejada del promedio de dichos datos, ya que existe un sistema de bombeo mecanizado propio del pozo, el cual les permite extraer agua de una manera más fácil y en mayor cantidad.

**Tabla 31: Variación del nivel freático en condiciones iniciales.**

Nº ORDEN	POZO ZONDEO	COTA POZO LLUVIAS (m.s.n.m)	COTA POZO ESTIAJE (m.s.n.m)	DESCENSO (m)	ASCENSO (m)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	ALTURA ( m )
1	P1	3273.400	3270.820	2.580	0.350	0.004167	131.401	0.025
2	P2	3265.400	3263.410	1.990	0.300	0.002083	65.701	0.012
3	P3	3299.780	3296.350	3.430	0.360	0.004167	131.401	0.025
4	P4	3279.480	3277.540	1.940	0.370	0.004630	145.999	0.028
5	P5	3283.470	3280.370	3.100	0.370	0.002083	65.701	0.012
6	P6	3283.880	3281.040	2.840	0.350	0.001736	54.750	0.010
7	P7	3262.695	3260.590	2.105	0.360	0.002083	65.701	0.012
8	P8	3266.505	3263.130	3.375	0.380	0.004167	131.401	0.025
9	P9	3273.370	3269.710	3.660	0.700	0.001736	54.750	0.010
10	P10	3326.020	3323.320	2.700	0.400	0.000926	29.200	0.006
11	P11	3257.420	3254.270	3.150	0.350	0.003125	98.550	0.019
12	P12	3270.030	3265.060	4.970	0.310	0.004167	131.401	0.025
13	P13	3265.940	3258.660	7.280	0.300	0.011806	459.904	0.087
14	P14	3267.930	3261.250	6.680	0.330	0.010417	394.203	0.075
15	P15	3249.540	3245.930	3.610	0.370	0.003125	98.550	0.019
16	P16	3241.510	3240.160	1.350	0.350	0.001667	52.571	0.010
17	P17	3261.455	3257.810	3.645	0.330	0.000694	22.003	0.004
18	P18	3283.765	3281.660	2.105	0.380	0.002500	78.840	0.015
19	P19	3250.360	3248.870	1.490	0.350	0.002083	65.701	0.012
20	P20	3254.380	3253.510	0.870	0.390	0.002083	54.750	0.010
21	P21	3253.370	3251.930	1.440	0.380	0.001736	22.003	0.004
22	P22	3242.125	3240.510	1.615	0.330	0.000926	29.200	0.006
23	P23	3252.000	3250.920	1.080	0.400	0.002500	78.840	0.015
24	P24	3256.760	3254.910	1.850	0.390	0.002083	65.701	0.012
25	P25	3249.620	3248.270	1.350	0.310	0.004630	145.999	0.028
26	P26	3230.880	3229.190	1.690	0.340	0.002708	85.409	0.016
27	P27	3240.250	3238.680	1.570	0.370	0.002083	65.701	0.012
28	P28	3243.820	3242.030	1.790	0.340	0.001389	43.800	0.008

**Fuente: Elaboración propia**

En esta tabla se observa el dinamismo del agua subterránea, reflejada en las cotas de cada pozo artesanal por el continuo movimiento de extracción del agua de manera artesanal y por la influencia de la recarga por precipitación.

**Tabla 32: Resultado de evaluación de reserva de agua útil.**

NOMBRE	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENER	FEB
<b>Precipitación (mm/día)</b>	9.2	4	7.6	0	0	0	3.5	7.3	16	17.6	9.2	17.1
<b>Evapotranspiración potencial (mm/día)</b>	0.3	0.32	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.40	0.33	0.31	0.33	0.32
<b>Diferencia entre precipitación y evapotranspiración</b>	8.9	3.68	7.27	-0.33	-0.33	-0.33	3.17	6.9	15.67	17.29	8.87	16.78
<b>Reservas de agua útil</b>	8.9	3.68	7.27	0	0	0	3.17	6.9	15.67	17.59	8.87	16.78

**Fuente: Elaboración propia**

En esta tabla se observa la reserva del agua útil por el dinamismo del agua subterránea influida por la precipitación y evapotranspiración en el periodo de un año.

**Tabla 33: Estudio estadístico de resultados.**

	PROMEDIO	DESV. EST.	C.V.
<b>Precipitación (mm/día)</b>	7.48181818	6.82902895	0.91274992
<b>Evapotranspiración potencial (mm/día)</b>	0.33	0.02412091	0.07309366
<b>Diferencia entre precipitación y evapotranspiración</b>	7.295	6.5346969	0.89577751
<b>Reservas de agua útil</b>	7.4025	6.47303796	0.87443944

**Fuente: Elaboración propia**

De manera paralela se observó la dinámica del nivel freático por el movimiento de la precipitación y la evapotranspiración evaluada cada mes del año estudiado en dicha zona; donde se observa que en el mes de Diciembre del 2018 se presenta mayor precipitación (17.6mm) y desde el mes de junio al mes de agosto no se tiene presencia de precipitación; de manera paralela se observa que la evapotranspiración, el cual depende de la temperatura, se mantiene estable, a

excepción del mes de octubre (0.40 mm). Por lo tanto, la reserva total de agua útil es de 88.83 mm.

#### **4.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

##### **a. OE1**

La variación del nivel freático por recarga en los pozos observados, en función a las mediciones dadas transcurrido un año de recarga la variación máxima es de 8.72 m y la mínima es 2.15 m, y en promedio equivale a 35.96 % y en promedio mensual es de 2.99 %, lo cual se atribuye a la topografía, textura del suelo, conductividad hidráulica, hidrología superficial, etc.

Al respecto, (Chura Iscarra, 2015) citado como antecedente nacional encuentra que la variación del nivel freático en función al tiempo registra el valor más profundo con 3.35 m en el pozo inventariado N° 7 en el mes de octubre del 2014 al mes de febrero del 2015 muestra un ascenso de 0.83 m en el transcurso del tiempo (un año). Asimismo, (Quiroz & Martinez, 2012) citado como antecedente internacional indica que teniendo los datos de almacenamiento específico máximo se realizó un análisis de recarga en milímetros por mes. Este análisis varía entre 9.8% y 16,8%; llegando a ser el más alto ente los meses de marzo y septiembre.

Por lo tanto, se concluye que el objetivo expuesto en esta investigación fue logrado con satisfacción, obteniendo así los resultados de la variación del nivel freático por recarga de la muestra de pozos observados de dicha comunidad.

##### **b. OE2**

La fluctuación del nivel freático por descarga, en promedio de la medición de los pozos observados, al tener un consumo total de caudal extraído de 7560 l/d, siendo menor a demanda poblacional horaria= 4655700 l/d por tratarse de extracción manual, concluyendo un descenso por descarga de 0.028m como máximo y mínimo de 0.004m.

Al respecto, (Chura Iscarra, 2015) citado como antecedente nacional encuentra que el descenso del nivel freático alcanza a 0.44 m en un periodo de un año por la demanda de agua para el cultivo de la alfalfa, por este motivo se observa las variaciones por año. Asimismo, (Vargas, 2000) citado como antecedente internacional indica que la distancia de abatimiento por descarga del pozo es de 17

m por una descarga de caudal constante de 90 l/s (7776 m<sup>3</sup>/día) en una perforación PAN 37SP, que se encuentra en el área de un canal de derivación principal, el cual fue usado como pozo de bombeo en un Proyecto Hidroeléctrico Angostura.

Por lo tanto, se concluye que el objetivo expuesto en esta investigación fue logrado con satisfacción, obteniendo así fluctuación de cada altura de cada pozo observado y de acuerdo a las fichas de recolección de datos.

**c. OE3**

Los traslapes de los radios de influencia por variación del nivel freático no existe por ser longitudes bajas, ya que dependen del consumo externo, demostrado en el modelado del agua subterránea al no ser considerado calculándolo de manera analítica ya que no existe un sistema de bombeo continuo, y siendo el menor 0.0209 m y el mayor 0.0587 m.

Al respecto, (Zapata Vásquez, 2015) citado como antecedente internacional encuentra que el radio de influencia es un promedio de 1275.13 m, encontrado con una muestra de quince pozos estudiados por medio de pruebas de bombeo, por lo cual recomienda verificar la distancia mínima de perforación de pozos sea dos veces el radio de influencia para evitar interferencias del mismo acuífero explotado. Asimismo, (Roberto P. P., 2015), citado como antecedente internacional indica que la distancia de influencia de pozos en una galería hidráulica de Breña Alta con una longitud de 1.8 m calculado con la misma fórmula de Lembke con una explotación continua de 0.001 m/día; con una altura de H= 70 m de profundidad del pozo.

Por lo tanto, se concluye que el objetivo expuesto en esta investigación fue logrado con satisfacción, obteniendo así los perfiles de cono de depresión originados por su radio de influencia y de acuerdo a las fichas de recolección de datos.

**d. OG**

El dinamismo del nivel freático por explotación artesanal cuenta con radios de influencia bajos que no llegan a traslaparse influenciado por el bajo caudal de extracción, la variación del nivel freático por recarga del acuífero produce un aumento de nivel de 2.15 m como mínimo y máximo de 8.72 m y la variación del nivel freático por descarga del acuífero tiene un descenso mínimo de 0.004 m a 0.028 m por el bajo caudal de extracción.

Se obtiene también una evaluación del año transcurrido la reserva total de agua útil un total de 88.83 mm con la variación de precipitación y evapotranspiración.

Al respecto, (Zeme, Varni, & Vercelli, 2014) citado como antecedente internacional encuentra que, en la zona estudiada se obtiene una tendencia negativa de los balances de agua subterránea en el verano, con más descargas que recargas, lo que se traduce en un descenso del nivel freático y un aumento de la salinidad, en general, este descenso es en promedio de 1 m según gráficos de lecturas de los pozos.

Por lo tanto, se concluye que el objetivo expuesto en esta investigación fue logrado con satisfacción, obteniendo así los perfiles de cono de depresión originados por su radio de influencia y de acuerdo a las fichas de recolección de datos.

## CONCLUSIONES

1. La variación del nivel freático por recarga en los pozos observados, en función a las mediciones dadas transcurrido un año, tiene un crecimiento máximo de 8.72 m y mínima de 2.15 m, y esto demuestra que no es indispensable una recarga artificial ya que, la recarga de manera natural es suficiente para la conservación y disponibilidad del agua subterránea.
2. La fluctuación del nivel freático por descarga de los pozos observados, en función a las mediciones en un año de descarga, o sea, caudal extraído, llega al total de 7560 l/día, siendo mucho menor que el  $Q_{max-hor}$  como demanda futura analizada en 20 años de 4655700 l/día por tratarse de extracción manual; y expresado en altura es un promedio de 0.028 m como máximo y mínimo .004 m; lo cual demuestra que en la actualidad se advierte que el nivel de consumo no afecta de manera provisional a la disponibilidad del agua subterránea, asimismo, en un plazo de 05 años no amenaza la disponibilidad de agua subterránea en función a los resultados.
3. Los traslapes de los radios de influencia por variación del nivel freático son mínimos, el cual se demuestra en el modelado del agua subterránea al no ser considerado, calculándolo de manera analítica, siendo el menor 0.0209 m y el mayor 0.0587 m; así manteniendo el consumo racional de agua subterránea para no alterar la disponibilidad de agua subterránea a futuro.
4. La dinámica del nivel freático no es afectada por explotación artesanal, a nivel vertical en función a las lecturas se observa que cuenta con radios de influencia bajos, sin llegar a traslaparse, la variación del nivel freático por recarga del acuífero produce un aumento de nivel de 2.15 m mínimo y máximo de 8.72 m y la variación del nivel freático por descarga del acuífero tiene un descenso mínimo de 0.004 m a 0.028 m por el bajo caudal de extracción; proponiendo orientar a la población para mantener la dinámica del nivel freático ya que favorece a la disponibilidad del agua subterránea para consumo y que no genere desabastecimiento a futuro.
5. Según el análisis físico químico de la muestra de un pozo se concluye que presenta 6750 coliformes totales UFC por cada 100ml y 60 coliformes termotolerantes UFC por cada 100ml, siendo no apto para el consumo sin previo tratamiento directo.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que, para un cálculo más preciso de la recarga de cada pozo por infiltración, precipitación, etc.; tener como mínimo tres pozos de observación de recarga sin ninguna intervención artificial.
2. Se recomienda que, para un cálculo más preciso de la descarga de cada pozo por consumo diario tener un registro exacto de consumo de cada pozo para el mejor control del agua subterránea.
3. Se recomienda que, para un cálculo más preciso de las longitudes de influencia, los cuales forman los conos de depresión, tener pozos de control con disposición para realizar ensayos concernientes a éstos cálculos.
4. Recomiendo que se ponga en conocimiento al ANA el registro de la cantidad exacta de pozos en uso, ya que al ser de propiedad privada no se sabe con exactitud dicha cantidad.
5. Se recomienda que por la presencia de coliformes totales y coliformes termotolerantes mayores a los parámetros permitidos, tratarlo con cloro directamente al agua subterráneo.
6. Se recomienda ampliar el tamaño muestral del presente estudio para obtener resultados más precisos al existir incertidumbre de tipo y nivel de consumo en los pozos que no fueron parte del muestreo de la investigación el cual podría generar un desabastecimiento que afectaría a la población.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ardoz, T. d. (2009). Jornada Técnicas sobre aprovechamiento de aguas subterráneas para riego. Madrid: Centro Nacional de Tecnología de Regadíos.
2. Barrero Rojas, J. (2014). Dinámica de la humedad del suelo y el nivel freático, y su influencia sobre el régimen de caudales en la cuenca Los Gavilanes, Veracruz – México. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
3. Bunge. (1981). Metodología de la Investigación. Quito: LAETOLI.
4. Burgos. (2015). Variación de la Profundidad del Agua en el Sistema Acuífero. Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral.
5. Carrasco Diaz. (2013). Metodología de la Investigación Científica. Lima: San Marcos.
6. Caselles, & Pitarch. (2012). Determinación del nivel freático del agua subterránea de una isla mediante imágenes del altímetro ASTER. Valencia: Revista de Teledetección .
7. Castillo, J. (2018). Influencia del Nivel Freático en la Capacidad Portante de los Suelos del Sector El Cortijo Bajo – Distrito de Víctor Larco Herrera, Ciudad de Trujillo, en el año 2018. Lima: Universidad Peruana del Norte.
8. Cerda. (1991). Medios, Instrumentos, Técnicas y Métodos en la Recolección de Datos e Información . Bogotá: GARDNER.
9. Chion Ravina, C. K. (2015). Estimación de la recarga del acuífero Rímac – Sector Ate, mediante el riego de áreas verdes. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
10. Chura Iscarra, L. (2015). Evaluación de agua subterránea a través de pozos con fines de riego en la comunidad de Quenapajja - Acora. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
11. Donado Garzon, L. D. (2002). Aplicación de Visual Modflow para el Modelamiento Numérico del flujo de agua subterránea en el acuífero Morroa. REDALYC, 13.
12. Fernando, C. V. (2017). Estudio hidrogeológico para sustentar la disponibilidad hídrica subterránea para pozo tubular de reemplazo - Monsanto Perú - Villacuri - Ica. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
13. Ferrer, J. (2010). Control de las agua subterráneas en la Ingeniería Civil, interacción entre la obra y el medio hidrogeológico, síntesis de métodos de control y aplicación de modelos matemáticos. Valencia: Universidad Politecnica de Valencia.
14. Gonzales, & Salazar. (2013). Metodología de la Investigación. Madrid: Mc Graw Hill.
15. Gonzales, & Salazar. (20213). Metodología de la Investigación. Madrid.
16. Henseleit Inzuza, A. (2014). Cambios en los Niveles de Aguas Subterráneas y su efecto sobre la zona no saturada y la Vegetación. Enfoque Conceptual y Numérico. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
17. Hernández, R. (2006). Metodología de la investigación (Cuarta ed.). México: McGraw-Hill.
18. Hugo, R. R. (2008). Modelamiento para el análisis de la variación hidrogeológica espacial del acuífero La Yarada - Tacna. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

19. IGME. (2003). Actualidad de las técnicas geofísicas aplicadas en hidrogeología - aguas subterráneas. Madrid: IGME.
20. Jon, S. I. (2009). Recarga de acuíferos mediante agua de lluvia. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.
21. Juan, O. G. (2012). Cartilla Técnica de Balance Hídrico Superficial. Lima: Sociedad Geográfica de Lima.
22. Kerlinger. (2002). Metodología de la Investigación. MEXICO D.F.: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE MEXICO.
23. Marisol, F. C. (2017). Estudio hidrogeológico del acuífero de Aygachi-Municipio de Pucarani, Departamento de la Paz. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.
24. Montalvo, G. &. (2015). Factores del Proceso de Desintegración de Isa Comunidad Campesina de Azapampa - Chilca; 2015. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.
25. Montalvo, G. &. (2017). "Factores del proceso de desintegración de la Comunidad Campesina de Azapampa Chilca. Huancayo: UNCP.
26. Ortiz Quispe, R. (2017). Influencia del Nivel Fréatico en la Determinación de Capacidad Portante de suelos, en cimentaciones superficiales, Distrito de Pilcomayo en 2017. Junín: Universidad Nacional del Centro del Perú.
27. Peralta, & Sardi, L. (2012). Ciencia y Tecnología, 12, 2012, pp. 73-82 ISSN 1850-0870 Los Acuíferos de nuestro país: un tesoro para las generaciones venideras. Revista peruana de medicina experimental y salud pública.
28. Pino, & Coarita. (2018). Caracterización hidrogeológica para determinar el deterioro de la calidad del agua en el acuífero la yarada media. Investigación Altoandina, 14.
29. Pitarch, C. &. (2012). Determinación del nivel freático del agua subterránea de una isla mediante imágenes del altímetro ASTER. Asociación Española de Teledetección, 8.
30. Prorride. (1994). Programa Regional de Riego y Drenaje. Puno: Gobierno Regional de Puno.
31. Quiroz, O., & Martínez, D. &. (2012). Estimación de recarga de acuífero en ambientes de llanura con base en variaciones del nivel freático. Scielo, 8.
32. Rafael, H. (1976). Manual de Hidrología. Madrid: Centro de Estudios Hidrográficos.
33. RAMSAR, C. d. (2011). Reposición de Aguas Subterráneas. Suiza: evian.
34. Roberto, H. S. (2014). Metodología de la Investigación. México D.F: Mc Graw Hill.
35. Roberto, P. P. (2015). Hidrología del sistema acuífero volcánico de La Palma. Islas Canarias: Universidad de Alicante.
36. Rodríguez, A. Y. (2014). Mejoramiento del Sistema de bombeo para evacuación eficiente de aguas subterráneas en Volcan Compañía mienra S.A.A. Unidad San Cristobal. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.

37. Rojas. (1986). Guía para realizar investigaciones sociales. México: Plaza y Valdés S.A. .
38. Sanabria, & Cabrera. (2015). Instrumentación Geotécnica para monitorear el Nivel Freático y calidad del agua con sensores eléctricos en piezométricos de tubo abierto. Lima: Universidad Ricardo Palma.
39. Segerer, & Villodas. (2006). Hidrología I. Cuyo: Universidad Nacional de Cuyo.
40. Sergio, Z. V. (2015). Potencial de explotación de agua subterránea en Cliza - Cochabamba. Sucre: Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier Chuquisaca.
41. Suarez. (1980). Metodología de investigación social. México: Trillas.
42. Suarez. (1980). Metodología de investigación social. México: Trillas.
43. VALDIVIA, M. P. (2017). La calidad del agua de consumo doméstico en relación con las enfermedades diarreicas agudas en niños de 0 a 5 años en el centro poblado de Pachachupán - distrito de Chinchao, provincia Huánuco, región Huánuco, Enero – junio 2017. Huánuco: Universidad de Huánuco.
44. Vara Horna, A. (2010). ¿Cómo hacer una tesis en ciencias empresariales? Lima: Universidad San Martín de Porres.
45. Vargas, A. (2000). Estimación de caudales de bombeo y abatimiento en el acuífero inferior PH Angostura por métodos numéricos. Tecnología en Marcha, 1-13.
46. Vásquez. (2015). Ecurrimiento. Lima.
47. Vásquez&Tapia. (2011). Cuantificación de la erosión hídrica superficial en las Laderas Semiáridas de la Sierra Peruana. Redalyc, 10.
48. Zapata Vásquez, S. (2015). Potencial de explotación de agua subterránea en Cliza - Chocabmba. Sucre: Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca.
49. Zeme, Varni, & Vercelli, E. &. (2014). Comportamiento del nivel freático a lo largo de una transecta en un área llana de pastizales en la cuenca del arroyo del Azul. CIC Digital - II Congreso Internacionald e Hidrología de Llanuras, 8.

## **ANEXOS**

## ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

**Tabla 34: Matriz de consistencia.**

Título: Dinámica del nivel freático de aguas subterráneas por explotación artesanal con fines de consumo – comunidad de Azapampa, distrito Chilca 2019.  
 Autor: Stephanie Tania Quintanilla Rojas

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala	Método
<p>Problema General ¿Cómo es la dinámica del nivel freático de aguas subterráneas por la explotación artesanal con fines de consumo en la comunidad Azapampa, distrito Chilca, región Junín en el año 2019?</p> <p>Problemas Específicos ¿Cuánto es la variación del nivel freático por recarga del acuífero en función a la explotación artesanal en la comunidad Azapampa, distrito Chilca, región Junín en el año 2019?</p> <p>¿Cuál es la fluctuación del nivel freático por descarga del acuífero por explotación artesanal en la comunidad Azapampa, distrito Chilca, región Junín en el año 2019?</p> <p>¿Cuánto se traslapan los perfiles de cono de depresión por variación del nivel freático por explotación artesanal en la comunidad Azapampa, distrito Chilca, región Junín en el año 2019?</p>	<p>Objetivo General Analizar la dinámica del nivel freático de aguas subterráneas por la explotación artesanal con fines de consumo en la comunidad Azapampa, distrito Chilca, región Junín en el año 2019.</p> <p>Objetivos Específicos Determinar la variación del nivel freático por recarga del acuífero en función a la explotación artesanal en la comunidad de Azapampa, distrito Chilca, región Junín en el año 2019.</p> <p>Calcular la fluctuación del nivel freático por descarga del acuífero por explotación artesanal en la comunidad Azapampa, distrito Chilca, región Junín en el año 2019.</p> <p>Estudiar los traslapes de los perfiles de cono de depresión por variación del nivel freático por explotación artesanal en la comunidad Azapampa, distrito Chilca, región Junín en el año 2019.</p>	<p>Hipótesis General La dinámica del nivel freático de aguas subterráneas por la explotación artesanal con fines de consumo es estacional en la comunidad Azapampa, distrito Chilca, región Junín en el año 2019</p> <p>Hipótesis Específicas • La variación del nivel freático por recarga del acuífero en función a la explotación artesanal es alta en la comunidad Azapampa, distrito Chilca, región Junín en el año 2019. • La fluctuación del nivel freático por descarga del acuífero por la explotación artesanal es baja en la comunidad Azapampa, distrito Chilca, región Junín en el año 2019. • Los perfiles de cono de depresión por variación del nivel freático por explotación artesanal se traslapan ligeramente en la comunidad Azapampa, distrito Chilca, región Junín en el año 2019.</p>	<p>V1: Explotación artesanal</p> <p>V2: Nivel freático</p>	<p>Consumo</p> <p>Almacenamiento</p> <p>Tiempo de recuperación</p> <p>Recarga</p> <p>Descarga</p> <p>Cono de depresión</p>	<p>Cantidad de habitantes. Disposición de pozos Caudal extraído.</p> <p>Caracterización de suelo. Conductividad hidráulica. Calificación de acuífero.</p> <p>Caudal extraído Precipitación Caracterización de suelo</p> <p>Precipitación Infiltración Caracterización del suelo</p> <p>Caudal extraído Caracterización del suelo</p> <p>Radio de Influencia Caudal Profundidad de perforación</p>	<p>Ficha de recopilación de datos</p>	<p>Razón</p>	<p>Método científico; según (Bunge, 1981) considera que el método científico consiste en la ciencia es el resultado de aplicar el método científico a problemas resolubles.</p> <p>Alcance descriptivo, que según (Jiménez, 1998) afirma que los estudios descriptivos engloban los problemas prácticos y su solución con una descripción completa y profunda del problema en cuestión.</p> <p>Diseño no experimental ya que según (Carrasco Díaz, 2013) nos manifiesta que los tipos de diseños no experimentales son: Aquellos cuyas variables independientes que carecen de manipulación intencional.</p>

**Fuente: Elaboración propia**

## ANEXO 2: INVENTARIO DE POZOS (FORMATOS).

POZO 1	DATOS
PROPIETARIO	Augusto Víctor Castro Solano
FECHA DE NACIMIENTO	01/09/1940
DNI DE PROPIETARIO	19829196
DESCRIPCIÓN	Casa alquilada por 05 hogares de 04 a 03 habitantes por hogar, antes con utilidad de un tanque de 600l
VOLUMEN A EXTRAER	20 Baldes de 18 lt diarios
COORDENADA X	12°6'6.65'' S
COORDENADA Y	75°11'6.37'' W
ALTURA DE POZO	4.6 m
COTA TOPOGRÁFICA	3278 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3273.40 msnm

Fuente: Elaboración propia

POZO 2	DATOS
PROPIETARIO	Elsa Huamán Torres
FECHA DE NACIMIENTO	30/10/1974
DNI DE PROPIETARIO	80231698
DESCRIPCIÓN	Familia de 03 personas, que cuenta con un tanque de 600l y se abastece de agua de cisterna y de dicho pozo.
VOLUMEN A EXTRAER	10 Baldes de 18 lt diarios
COORDENADA X	12°6'28.57" N
COORDENADA Y	75°11'9.094" W
ALTURA DE POZO	2.60 m
COTA TOPOGRÁFICA	3269 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3265.40 msnm

Fuente: Elaboración propia

POZO 3	DATOS
PROPIETARIO	Jazmín Josetti Boza Huamán
FECHA DE NACIMIENTO	30/07/1997
DNI DE PROPIETARIO	73796323
DESCRIPCIÓN	Familia de 02 habitantes que se abastecen del pozo con balde para su consumo y para sus animales menores.
VOLUMEN A EXTRAER	20 Baldes de 18 lt diarios
COORDENADA X	12°6'15.73'' N
COORDENADA Y	75°11'9.78'' W
ALTURA DE POZO	6.22 m
COTA TOPOGRÁFICA	3306 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3299.78 msnm

Fuente: Elaboración propia

<b>POZO 4</b>	<b>DATOS</b>
PROPIETARIO	Alfredo Huamaní
FECHA DE NACIMIENTO	05/08/1994
DNI DE PROPIETARIO	
DESCRIPCIÓN	Familia de 07 habitantes que se abastecen de agua del pozo y de una cisterna.
VOLUMEN A EXTRAER	20 Baldes de 20 lt diarios
COORDENADA X	12°6'9.62''
COORDENADA Y	75°11'14.73612'' W
ALTURA DE POZO	3.52 m
COTA TOPOGRÁFICA	3283 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3279.48 msnm

**Fuente: Elaboración propia**

POZO 5	DATOS
PROPIETARIO	Sullcaray Medina Victoria
FECHA DE NACIMIENTO	12/04/1967
DNI DE PROPIETARIO	44205097
DESCRIPCIÓN	Familia de 07 habitantes que se abastece del agua del pozo
VOLUMEN A EXTRAER	10 Baldes de 18 lt diarios
COORDENADA X	12°6'2.44''
COORDENADA Y	75°11'12.47''W
ALTURA DE POZO	5.53 m
COTA TOPOGRÁFICA	3289 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3283.47 msnm

Fuente: Elaboración propia

<b>POZO 6</b>	<b>DATOS</b>
PROPIETARIO	Vilcahuamán Vilcahumán Leoncio
FECHA DE NACIMIENTO	18/06/1950
DNI DE PROPIETARIO	19683992
DESCRIPCIÓN	Vivienda de 06 habitantes que se abastecen solo del pozo
VOLUMEN A EXTRAER	10 Baldes a 15 baldes diarios
COORDENADA X	12°5'44.50884" N
COORDENADA Y	75°11'21.2046" W
ALTURA DE POZO	5.12 m
COTA TOPOGRÁFICA	3289 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3283.88 msnm

Fuente: Elaboración propia

POZO 7	DATOS
PROPIETARIO	No identificado
FECHA DE NACIMIENTO	No identificado
DNI DE PROPIETARIO	No identificado
DESCRIPCIÓN	No identificado
VOLUMEN A EXTRAER	10 Baldes de 15 lt diarios
COORDENADA X	12° 5' 46.44'' S
COORDENADA Y	75°11' 56.02'' W
ALTURA DE POZO	3.805 m
COTA TOPOGRÁFICA	3267 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3260.59 msnm

Fuente: Elaboración propia

POZO 8	DATOS
PROPIETARIO	No identificado
FECHA DE NACIMIENTO	No identificado
DNI DE PROPIETARIO	No identificado
DESCRIPCIÓN	No identificado
<p>The diagram illustrates a well with two levels: a topographic level (N) at 3272.5 msnm and a piezometric level (N.F.) at 3266.5 msnm. A vertical dimension line indicates a difference of 6.000 m between these two levels. The well is represented by a vertical line with a horizontal line at the topographic level and a horizontal line at the piezometric level. The well is shaded in light blue.</p>	
VOLUMEN A EXTRAER	20 Baldes de 18 lt diarios
COORDENADA X	12° 5' 46.52'' S
COORDENADA Y	75°11' 54.01'' W
ALTURA DE POZO	4.455m
COTA TOPOGRÁFICA	3272.5 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3266.5 msnm

Fuente: Elaboración propia

POZO 9	DATOS
PROPIETARIO	No identificado
FECHA DE NACIMIENTO	No identificado
DNI DE PROPIETARIO	No identificado
DESCRIPCIÓN	No identificado
<p>The diagram illustrates a vertical well shaft. A pink double-headed arrow indicates the depth of the shaft, labeled as 6.63. At the top of the shaft, a blue arrow points to a horizontal line representing the topographic level, labeled 'N: 3280 msnm'. At the bottom of the shaft, a blue arrow points to a horizontal line representing the water table level, labeled 'N.F.: 3273.37 msnm'. The shaft is drawn with black lines, and the water table level is highlighted with a light blue background.</p>	
VOLUMEN A EXTRAER	10 Baldes de 15 lt diarios
COORDENADA X	12° 5' 55.92'' S
COORDENADA Y	75°11' 17.9'' W
ALTURA DE POZO	6.63 m
COTA TOPOGRÁFICA	3280 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3273.37 msnm

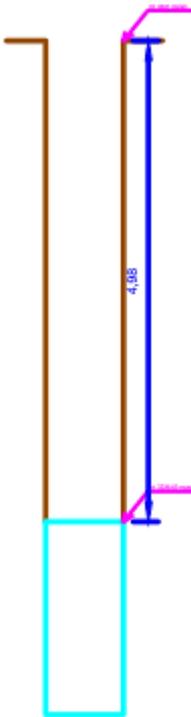
Fuente: Elaboración propia

POZO 10	DATOS
PROPIETARIO	No identificado
FECHA DE NACIMIENTO	No identificado
DNI DE PROPIETARIO	No identificado
DESCRIPCIÓN	No identificado
<p>The diagram illustrates a vertical well shaft. A pink double-headed arrow indicates the depth of the shaft, labeled as 4.98. The top of the shaft is marked with a blue arrow and the text 'N: 3331 msnm'. The bottom of the shaft is marked with a blue arrow and the text 'N.F.: 3326.02 msnm'. The shaft is represented by a black vertical line, and the water level at the bottom is indicated by a cyan horizontal line.</p>	
VOLUMEN A EXTRAER	10 Baldes de 15 lt diarios
COORDENADA X	12° 5' 52.11'' S
COORDENADA Y	75°11' 18.55'' W
ALTURA DE POZO	4.98 m
COTA TOPOGRÁFICA	3331 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3326.02 msnm

Fuente: Elaboración propia

<b>POZO 11</b>	<b>DATOS</b>
PROPIETARIO	Pituy Crispín Sonia
FECHA DE NACIMIENTO	13/03/1984
DNI DE PROPIETARIO	43397068
DESCRIPCIÓN	Vivienda de 04 habitantes que se abastecen del pozo y de la cisterna
VOLUMEN A EXTRAER	15 Baldes de 18 lt diarios
COORDENADA X	12°5'55.92''
COORDENADA Y	75°11'17.90'' W
ALTURA DE POZO	6.63 m
COTA TOPOGRÁFICA	3280 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3273.37 msnm

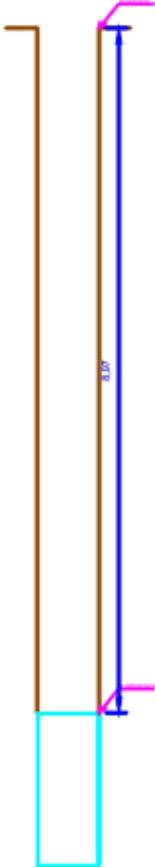
Fuente: Elaboración propia

POZO 12	DATOS
PROPIETARIO	Quispe Torres Felipa
FECHA DE NACIMIENTO	09/04/1974
DNI DE PROPIETARIO	80127107
DESCRIPCIÓN	Vivienda familiar de 05 habitantes que se abastece solo de pozo, mas no de la cisterna.
	
VOLUMEN A EXTRAER	20 Baldes de 18 lt diarios
COORDENADA X	12°5'52.11''
COORDENADA Y	75°11'18.55'' W
ALTURA DE POZO	4.98 m
COTA TOPOGRÁFICA	3331 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3326.02 msnm

Fuente: Elaboración propia

POZO 13	DATOS
PROPIETARIO	Belito Paquiyauri Eliseo
FECHA DE NACIMIENTO	13/04/1963
DNI DE PROPIETARIO	41715822
DESCRIPCIÓN	Vivienda de 07 habitantes que se abastecen de agua de pozo sin que se seque en épocas de sequía.
VOLUMEN A EXTRAER	20 Baldes de 18 lt diarios
COORDENADA X	12°5'47.41''
COORDENADA Y	75°11'21.67'' W
ALTURA DE POZO	5.58 m
COTA TOPOGRÁFICA	3263 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3257.42 msnm

Fuente: Elaboración propia

<b>POZO 14</b>	<b>DATOS</b>
PROPIETARIO	No identificado
DNI DE PROPIETARIO	No identificado
DESCRIPCIÓN	No identificado
	
VOLUMEN A EXTRAER	20 Baldes de 18 lt diarios
COORDENADA X	12°05'41.05''
COORDENADA Y	75°11'17.7'' W
ALTURA DE POZO	8.97 m
COTA TOPOGRÁFICA	3279 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3270.03 msnm

Fuente: Elaboración propia

<b>POZO 15</b>	<b>DATOS</b>
PROPIETARIO	Leoncio Dávila Ccora
FECHA DE NACIMIENTO	No identificado
DNI DE PROPIETARIO	No cuenta con documento de identidad
DESCRIPCIÓN	Pozo abandonado que se usa de manera alternada cada semana para abastecimiento de los animales.
VOLUMEN A EXTRAER	15 Baldes de 18 lt diarios
COORDENADA X	12°05'40.97''
COORDENADA Y	75°11'16.64'' W
ALTURA DE POZO	13.06 m
COTA TOPOGRÁFICA	3279 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3265.94 msnm

Fuente: Elaboración propia

POZO 16	DATOS
PROPIETARIO	Arturo Lima Torres
FECHA DE NACIMIENTO	25/01/1982
DNI DE PROPIETARIO	41342954
DESCRIPCIÓN	Vivienda familiar de 07 habitantes que se abastece solamente del pozo.
VOLUMEN A EXTRAER	8 Baldes de 18 lt diarios
COORDENADA X	12°05'42.54''
COORDENADA Y	75°11'11.93'' W
ALTURA DE POZO	12.07 m
COTA TOPOGRÁFICA	3280 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3267.93 msnm

Fuente: Elaboración propia

POZO 17	DATOS
PROPIETARIO	No identificado
DNI DE PROPIETARIO	No identificado
DESCRIPCIÓN	Uso del pozo solo para fines de consumo de animales menores y mayores
<p>El diagrama muestra un pozo vertical representado por una línea azul. Una línea roja indica el nivel freático, que está a una altura de 6.46 metros desde el fondo del pozo. Una línea verde indica el nivel del agua en el pozo, que está a una altura de 3249.54 msnm. El fondo del pozo está a una cota topográfica de 3256 msnm. El pozo tiene una altura total de 6.46 metros.</p>	
VOLUMEN A EXTRAER	3 Baldes de 20 lt diarios
COORDENADA X	12°05'37.4''
COORDENADA Y	75°11'24.56'' W
ALTURA DE POZO	6.46 m
COTA TOPOGRÁFICA	3256 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3249.54 msnm

Fuente: Elaboración propia

POZO 18	DATOS
PROPIETARIO	No identificado
DNI DE PROPIETARIO	No identificado
DESCRIPCIÓN	No identificado
VOLUMEN A EXTRAER	12 Baldes de 18 lt diarios
COORDENADA X	12° 5' 51''
COORDENADA Y	75°11' 50.46'' W
ALTURA DE POZO	3.74 m
COTA TOPOGRÁFICA	3287.5 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3283.76 msnm

Fuente: Elaboración propia

POZO 19	DATOS
PROPIETARIO	No identificado
DNI DE PROPIETARIO	No identificado
DESCRIPCIÓN	No identificado
<p>The diagram shows a vertical well shaft. The top edge is labeled 'N: 3253 msnm' with a blue arrow pointing to the top horizontal line. The bottom edge is labeled 'N.F.: 3250.36 msnm' with a blue arrow pointing to the bottom horizontal line. A vertical pink double-headed arrow between these two levels is labeled '2.64', indicating the depth of the well. The shaft is drawn with black lines, and the bottom section is highlighted with a cyan border.</p>	
VOLUMEN A EXTRAER	9 Baldes de 20 lt diarios
COORDENADA X	12° 6' 1.32''
COORDENADA Y	75°11' 55.65'' W
ALTURA DE POZO	2.64 m
COTA TOPOGRÁFICA	3253 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3250.36 msnm

Fuente: Elaboración propia

POZO 20	DATOS
PROPIETARIO	No identificado
DNI DE PROPIETARIO	No identificado
DESCRIPCIÓN	No identificado
VOLUMEN A EXTRAER	10 Baldes de 15 lt diarios
COORDENADA X	12° 6´ 9.46´´
COORDENADA Y	75°11´ 54.85´´ W
ALTURA DE POZO	1.62 m
COTA TOPOGRÁFICA	3256 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3254.38 msnm

Fuente: Elaboración propia

POZO 21	DATOS
PROPIETARIO	No identificado
DNI DE PROPIETARIO	No identificado
DESCRIPCIÓN	Uso del pozo solo para fines de consumo de animales menores y mayores
<p>El diagrama muestra un pozo vertical representado por una línea azul. Una línea roja indica el nivel del agua dentro del pozo, y una línea verde indica el nivel freático. Una línea horizontal roja en la parte superior del pozo indica el nivel del terreno. Una línea horizontal verde en la parte inferior del pozo indica el nivel freático. Una línea horizontal roja en la parte inferior del pozo indica el nivel del agua. Una línea horizontal verde en la parte inferior del pozo indica el nivel freático. Una línea horizontal roja en la parte inferior del pozo indica el nivel del agua. Una línea horizontal verde en la parte inferior del pozo indica el nivel freático.</p>	
VOLUMEN A EXTRAER	3 Baldes de 20 lt diarios
COORDENADA X	12°05'37.4''
COORDENADA Y	75°11'24.56'' W
ALTURA DE POZO	6.46 m
COTA TOPOGRÁFICA	3256 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3249.54 msnm

Fuente: Elaboración propia

POZO 22	DATOS
PROPIETARIO	Ramos Inga Jimy Rosevelt
FECHA DE NACIMIENTO	07/01/2002
DNI DE PROPIETARIO	71946436
DESCRIPCIÓN	Vivienda familiar de 08 habitantes que se abastecen de manera recurrente del pozo y de la cisterna
VOLUMEN A EXTRAER	4 Baldes de 20lt diarios
COORDENADA X	12°5'59.14''
COORDENADA Y	75°11'57.54'' W
ALTURA DE POZO	2.49 m
COTA TOPOGRÁFICA	3244 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3241.51 msnm

Fuente: Elaboración propia

<b>POZO 23</b>	<b>DATOS</b>
PROPIETARIO	Zaida Pilar Rojas Avianera
FECHA DE NACIMIENTO	No identificada
DNI DE PROPIETARIO	No cuenta con documento de identidad
DESCRIPCIÓN	Pozo de uso continuo, antes usado por una vivienda familiar para consumo de los animales menores, ahora para una vivienda de los 07 habitantes.
VOLUMEN A EXTRAER	12 Baldes de 18 lt diarios
COORDENADA X	12°6´01.32´´
COORDENADA Y	75°11´55.65´´ W
ALTURA DE POZO	2.64 m
COTA TOPOGRÁFICA	3253 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3250.36 msnm

Fuente: Elaboración propia

POZO 24	DATOS
PROPIETARIO	Mendoza Enero Marcial
FECHA DE NACIMIENTO	25/07/1980
DNI DE PROPIETARIO	43032446
DESCRIPCIÓN	Uso continuo del pozo para su abastecimiento, ya que se cuenta de una vivienda familiar de 05 habitantes.
<p>El diagrama muestra un pozo con una cota topográfica de 3256 msnm y una cota nivel freático de 3254.38 msnm. La altura del pozo es de 1,62 m.</p>	
VOLUMEN A EXTRAER	10 Baldes de 18 lt diarios
COORDENADA X	12°6'9.46''
COORDENADA Y	75°11'54.85'' W
ALTURA DE POZO	1.62 m
COTA TOPOGRÁFICA	3256 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3254.38 msnm

Fuente: Elaboración propia

<b>POZO 25</b>	<b>DATOS</b>
PROPIETARIO	Gavilán Villegas Walter
FECHA DE NACIMIENTO	15/06/1993
DNI DE PROPIETARIO	72507730
DESCRIPCIÓN	Vivienda familiar de 05 habitantes que se abastecen de la pozo, ya que no llega la cisterna.
VOLUMEN A EXTRAER	20 baldes
COORDENADA X	12°6'15.34''
COORDENADA Y	75°11'49.61'' W
ALTURA DE POZO	2.63 m
COTA TOPOGRÁFICA	3256 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3253.37 msnm

Fuente: Elaboración propia

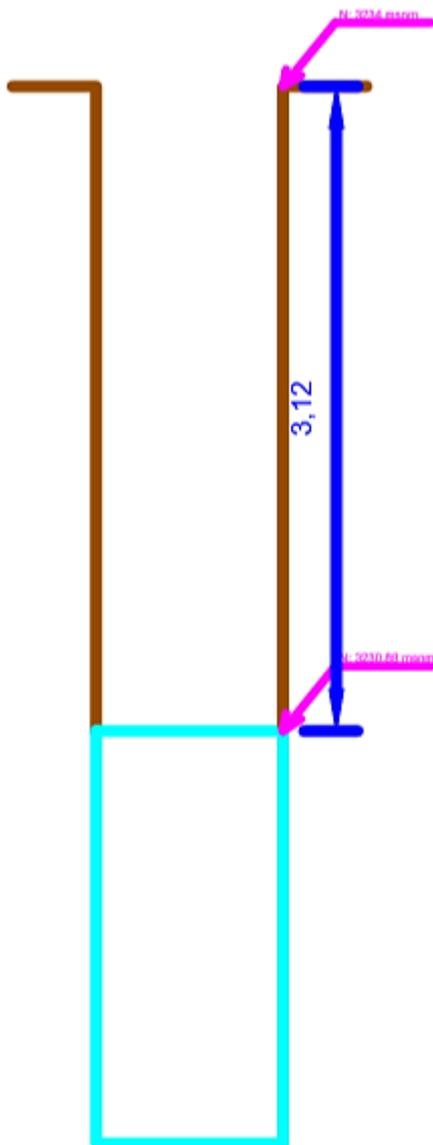
<b>POZO 26</b>	<b>DATOS</b>
PROPIETARIO	Guillermo Romeo Canchanya
DNI DE PROPIETARIO	No identificado
DESCRIPCIÓN	Vivienda familiar de 05 habitantes, la familia cuenta con una pozo desde hace mas de 15 años y se abastece solo del pozo.
VOLUMEN A EXTRAER	13 Baldes de 18 lt diarios a 18 baldes de 18 lt diarios
COORDENADA X	12°6'13.53''
COORDENADA Y	75°11'46.19'' W
ALTURA DE POZO	3.24 m
COTA TOPOGRÁFICA	3260 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3256.76 msnm

Fuente: Elaboración propia

POZO 27	DATOS
PROPIETARIO	Carmen Rosa Asto Soto
FECHA DE NACIMIENTO	24/01/1961
DNI DE PROPIETARIO	40800130
DESCRIPCIÓN	Vivienda familiar de 05 habitantes, que cuenta con su pozo en la entrada y se abastece solo de dicho pozo
VOLUMEN A EXTRAER	9 baldes
COORDENADA X	12°6'12.81''
COORDENADA Y	75°11'32.83'' W
ALTURA DE POZO	2.38 m
COTA TOPOGRÁFICA	3252 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3249.62 msnm

Fuente: Elaboración propia

<b>POZO 28</b>	<b>DATOS</b>
PROPIETARIO	Tomas Mendoza Aduato
FECHA DE NACIMIENTO	21/12/1939
DNI DE PROPIETARIO	19802868
DESCRIPCIÓN	Vivienda familiar de 08 habitantes que tienen el pozo desde hace 15 años, quienes se abastecen solo del pozo



VOLUMEN A EXTRAER	6 baldes
COORDENADA X	12°6'15.25''
COORDENADA Y	75°11'32.30'' W
ALTURA DE POZO	3.12 m
COTA TOPOGRÁFICA	3234 msnm
COTA NIVEL FREÁTICO	3230.88 msnm

Fuente: Elaboración propia





ÁREA DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

CURSO: Tesis SECCION:   
 DOCENTE: Tesis

ENSAYO: N°03 ANALISIS GRANULOMETRICO MTC E 107-2000 AASHTO T88-70 ASTM D 422

Muestra N° Centro Cobleadas A la parapa.   
 1 Ubicación   
 2 Estrato

ANALISIS GRANULOMETRICO POR METODO DEL TAMIZADO MTC E 107-2000 AASHTO T88-70 ASTM D 422

Diámetro (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje retenido (%)	Porcentaje que pasa (%)
3"	75.00		
2"	50.80		
1 1/2"	38.10		
1"	25.40		
3/4"	19.00		
3/8"	9.50	13.5	86.5
N° 4	4.76	6.36	93.64
N° 10	2.00	2.71	97.29
N° 20	0.84	1.13	98.87
N° 40	0.43	0.57	99.43
N° 60	0.25	0.34	99.66
N° 140	0.11	0.15	99.85
N° 200	0.08	0.11	99.89
Fondo		0	100
(W-Wo)		0	100
Total		500	500

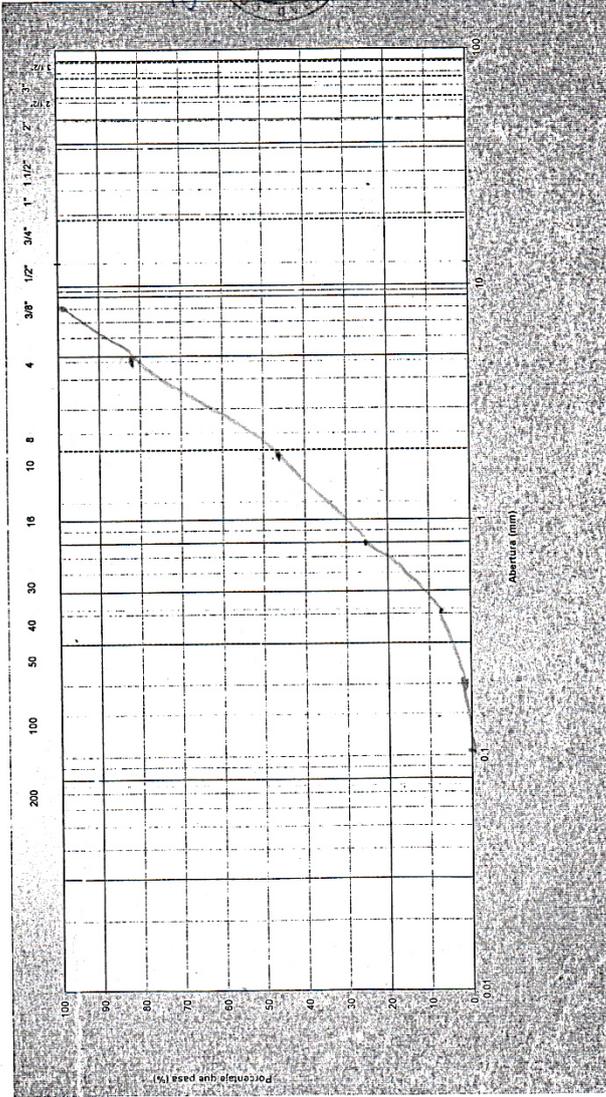
Contenido de humedad (%)	
Peso de la muestra grs.	
Peso de muestra secada al Aire grs.	
Peso de muestra secada al horno (W)	
Peso de la muestra lavado y secada al horno. (Wo)	
W-Wo	

Grava 2" - N°4	
Arena N°4 - N°200	
Finos < N°200	

D60	60	Cc	0.146
D30	30	Cu	1.485
D10	10		

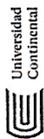
ENSAYO: N°03 ANALISIS GRANULOMETRICO MTC E 107	
LABORATORIO DE PAVIMENTOS	
FECHA	
GRUPO	

LABORATORIO DE PAVIMENTOS  
 GRANULOMETRICO MTC E 107  
 N°03 ANALISIS  
 2000 AASHTO T88-70 ASTM D  
 FECHA



Fuente: Elaboración propia

2



**ÁREA DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO**

CURSO: Tesis SECCION:

DOCENTE:

ENSAYO: N°03 ANALISIS GRANULOMETRICO MTC E 107-2000 AASHTO T88-70 ASTM D 422

Muestra N°: Centro Poblado Azoqueña

1 Ubicación

2 Estrato

ANALISIS GRANULOMETRICO POR METODO DEL TAMIZADO MTC E 107-2000 AASHTO T88-70 ASTM D 422

Nº Tamiz	Apertura (mm)	Peso de muestra (g)	Retenido (g)	Retenido (%)
3"	75.00			
2"	50.80			
1 1/2"	38.10			
1"	25.40			
3/4"	19.00	0	0	100
3/8"	9.50	30.8	6.2	93.8
N°4	4.75	183.5	42.9	57.1
N°10	2.00	256.5	41.4	94.2
N°20	0.84	341.4	14.4	99.2
N°40	0.43	3.8	0.8	99.4
N°60	0.25	0.2	0	100
N°140	0.11	0.1	0	100
N°200	0.08	0	0	100
Fondo		0	0	100
(W-Wo)		500	100	
Total		523.1		

Contenido de humedad (%)			
Peso de la muestra grs.			
Peso de muestra secada al Aire grs.			
Peso de muestra secada al horno (W)			
Peso de la muestra lavado y secada al horno. (Wg)			
W-Wo			
Grava 2" <sup>+</sup> N°4			
arena N°4 - N°200			
Fines < N°200			
D60	60	Cc	0.01
D30	30	Cu	0.4632
D10	10		

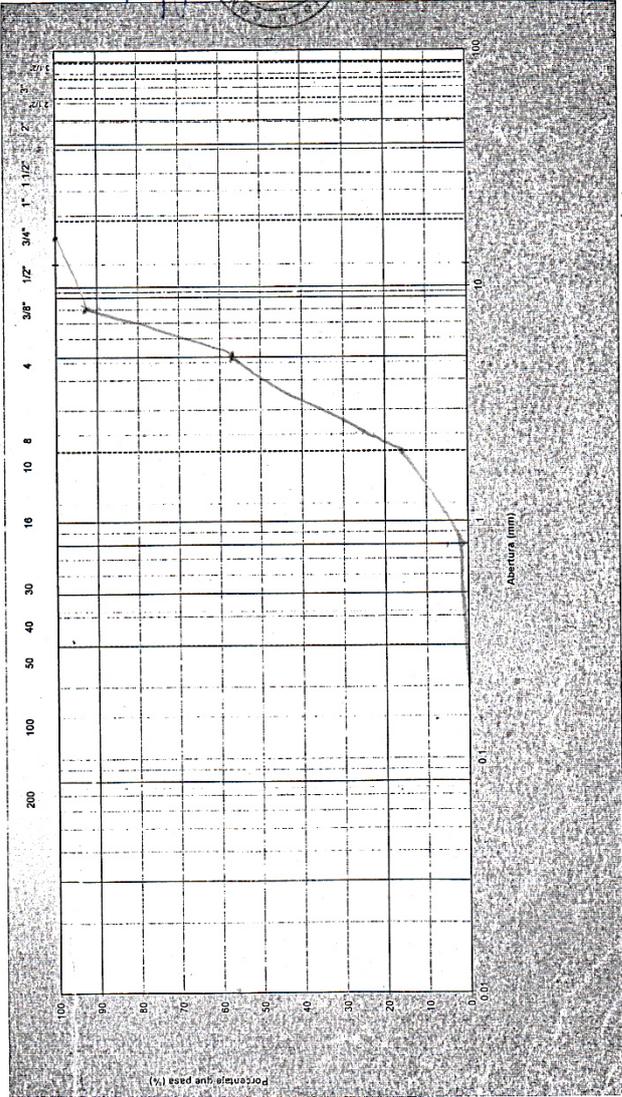
LABORATORIO DE PAVIMENTOS SUELOS Y CONCRETO

FECHA: 10/05/2019

ANALISIS GRANULOMETRICO MTC E 107-2000 AASHTO T88-70 ASTM D

INTEGRANTES: Stephanie Iania Euzentanilla Rojas 7223465

Nº DE GRUPO:



Fuente: Elaboración propia



Universidad  
Continental

ÁREA DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

CURSO: Mecánica de Suelos SECCION :  
DOCENTE:

ENSAYO: N°02 CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108-2000 ASTM D 2216

1 Ubicación CENTRO POBLADO DE AZAPAMPA  
2 Estrato 1 Profundidad 1.5 m

	Muestra N°01		Muestra N°02	
Peso del recipiente (1)	74.48	gr	74.8	gr
Peso de la muestra natural (2)	100	gr	100	gr
Peso de la muestra seca (3)	89.4	gr	89.5	gr
Peso del agua en la muestra = (2) - (3) (4)	10.6	gr	10.5	gr

	Muestra N°03		Muestra N°04	
Peso del recipiente (1)	74.48	gr		gr
Peso de la muestra natural (2)	100	gr		gr
Peso de la muestra seca (3)	89.3	gr		gr
Peso del agua en la muestra = (2) - (3) (4)	10.7	gr		gr

	Muestra N°05		Muestra N°06	
Peso del recipiente (1)		gr		gr
Peso de la muestra natural (2)		gr		gr
Peso de la muestra seca (3)		gr		gr
Peso del agua en la muestra = (2) - (3) (4)		gr		gr

	Muestra N°01	11.86	%
	Muestra N°02	11.73	%
	Muestra N°03	11.98	%
	Muestra N°04		%
	Muestra N°05		%
	Muestra N°06		%
	Promedio	11.86	%

$$W = \frac{\text{Peso del agua en la muestra}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100$$

W : contenido de humedad (%)

ITEM	ALUMNO	CÓDIGO	FIRMA
1	STEPHANIE TANIA QUINTANILLA ROJAS	72234765	<i>[Firma]</i>

ENSAYO: N°02 CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108-2000 ASTM D 2216

GRUPO: RESPONSABLE GRUPO  REVISADO: *[Firma]* FECHA

Fuente: Elaboración propia



Universidad  
Continental

ÁREA DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

CURSO: Mecánica de Suelos SECCION :  
DOCENTE:

ENSAYO: N°02 CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108-2000 ASTM D 2216

1 Ubicación CENTRO POBLADO DE AZAPAMPA  
2 Estrato 1 Profundidad 1.5 m

	Muestra N°01		Muestra N°02	
Peso del recipiente (1)	74.48	gr	74.48	gr
Peso de la muestra natural (2)	100	gr	100	gr
Peso de la muestra seca (3)	84.3	gr	84.27	gr
Peso del agua en la muestra = (2) - (3) (4)	15.7	gr	15.73	gr

	Muestra N°03		Muestra N°04	
Peso del recipiente (1)	74.48	gr		gr
Peso de la muestra natural (2)	100	gr		gr
Peso de la muestra seca (3)	83.98	gr		gr
Peso del agua en la muestra = (2) - (3) (4)	16.02	gr		gr

	Muestra N°05		Muestra N°06	
Peso del recipiente (1)		gr		gr
Peso de la muestra natural (2)		gr		gr
Peso de la muestra seca (3)		gr		gr
Peso del agua en la muestra = (2) - (3) (4)		gr		gr

	Muestra N°01	18.62	%
	Muestra N°02	18.67	%
	Muestra N°03	19.08	%
	Muestra N°04		%
	Muestra N°05		%
	Muestra N°06		%
	Promedio	18.79	%

$$W = \frac{\text{Peso del agua en la muestra}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100$$

W : contenido de humedad (%)

ITEM	ALUMNO	CÓDIGO	FIRMA
1	STEPHANIE TANIA QUINTANILLA ROJAS	72234765	<i>[Firma]</i>

ENSAYO: N°02 CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108-2000 ASTM D 2216

GRUPO: RESPONSABLE GRUPO

REVISADO: *[Firma]*

FECHA



Fuente Elaboración propia

CURSO: Mecánica de Suelos SECCION :  
DOCENTE:

ENSAYO: N°02 CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108-2000 ASTM D 2216

1 Ubicación CENTRO POBLADO DE AZAPAMPA  
2 Estrato 1 Profundidad 1.5 m

	Muestra N°01		Muestra N°02	
Peso del recipiente (1)	74.48	gr	74.48	gr
Peso de la muestra natural (2)	100	gr	100	gr
Peso de la muestra seca (3)	90.4	gr	90.3	gr
Peso del agua en la muestra = (2) - (3) (4)	9.6	gr	9.7	gr

	Muestra N°03		Muestra N°04	
Peso del recipiente (1)	74.48	gr		gr
Peso de la muestra natural (2)	100	gr		gr
Peso de la muestra seca (3)	90.5	gr		gr
Peso del agua en la muestra = (2) - (3) (4)	9.5	gr		gr

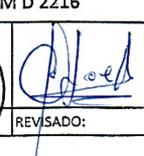
	Muestra N°05		Muestra N°06	
Peso del recipiente (1)		gr		gr
Peso de la muestra natural (2)		gr		gr
Peso de la muestra seca (3)		gr		gr
Peso del agua en la muestra = (2) - (3) (4)		gr		gr

	Muestra N°01	10.62	%
	Muestra N°02	10.74	%
	Muestra N°03	10.5	%
	Muestra N°04		%
	Muestra N°05		%
	Muestra N°06		%
	Promedio	10.62	%

$$W = \frac{\text{Peso del agua en la muestra}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100$$

W : contenido de humedad (%)

ITEM	ALUMNO	CÓDIGO	FIRMA
1	STEPHANIE TANIA QUINTANILLA ROJAS	72234765	<i>Stephanie</i>

ENSAYO:	N°02 CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108-2000 ASTM D 2216		
GRUPO:	RESPONSABLE GRUPO		
		SELLO/FIRMA	REVISADO: FECHA

**CURSO:** Tesis  
**DOCENTE:** \_\_\_\_\_ **SECCION:** \_\_\_\_\_

**ENSAYO:** N°04 LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO MTC E 111-2000 ASTM D 4318 AASHTO T 90

Muestra N°			
1	Ubicación	Azapampa	
2	Estrato	el	Profundidad 1.50 m

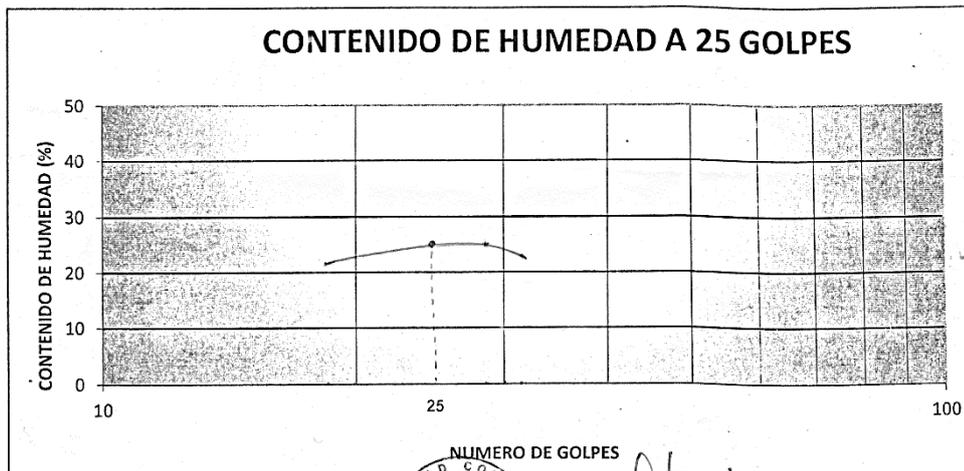
**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

Capsula N°	1	2	3
Peso de la capsula	27.88	28.41	27.53
P.cap + Suelo Humedo	57.38	66.31	59.13
P.cap + suelo seco	51.78	58.31	53.33
Humedad ω %	23.43	26.76	22.48
Numero de Golpes N	32	28	18

**DETERMINACION DE LIMITE PLASTICO**

Capsula N°	1		
Peso de la capsula	12.54		
P.cap + Suelo humedo	18.94		
P.cap + Suelo seco			
Humedad ω%			

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**ENSAYO:** N°04 LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO  
**FIRMA:** *[Signature]* **FECHA:** \_\_\_\_\_

N° DE GRUPO	INTEGRANTES	CODIGO	FIRMA
	Stephane Tania Quintanilla Rojas	72234965	<i>[Signature]</i>

CURSO:	Mecánica de Suelos	SECCION:
DOCENTE:	Tejés	

ENSAYO:	N°04 LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO MTC E 111-2000 ASTM D 4318 AASHTO T 90		
Muestra N°			
1 Ubicación	Azapampa	Profundidad	1.50m
2 Estrato	1		

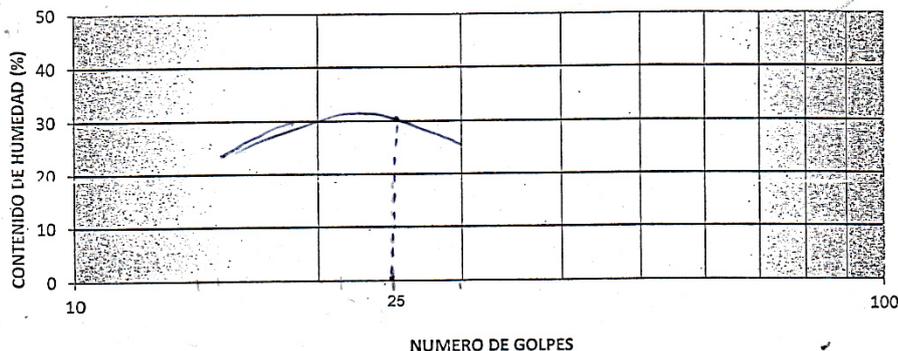
DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO

Capsula N°	1	2	3
Peso de la capsula	27.88	28.41	27.53
P.cap + Suelo Humedo	69.78	61.91	65.93
P.cap + suelo seco	60.78	53.71	50.03
Humedad $\omega$ %	27.36	32.41	25.9
Número de Golpes N	29	22	16

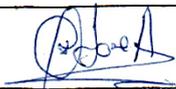
DETERMINACIÓN DE LIMITE PLASTICO

Capsula N°	1	2	3
Peso de la capsula	12.54		
P.cap + Suelo humedo	18.94		
P.cap + Suelo seco	18.04		
Humedad $\omega$ %	17.65		

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



ITEM	ALUMNO	CÓDIGO	FIRMA
01	Stephanie Jania Buntanillo Lopez	37234965	

ENSAYO:	N°04 LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO MTC E 111-2000 ASTM D 4318 AASHTO T 90		
GRUPO:	RESPONSABLE GRUPO	SELO/FIRMA	REVISADO:
			
			FECHA

Fuente: Elaboración propia

CURSO: Mecánica de Suelos SECCION:  
 DOCENTE: Tesis

ENSAYO: N°04 LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO MTC E.111-2000 ASTM D 4318 AASHTO T 90

Muestra N°			
1 Ubicación	Azapampa		
2 Estrato	ci	Profundidad	1.50m

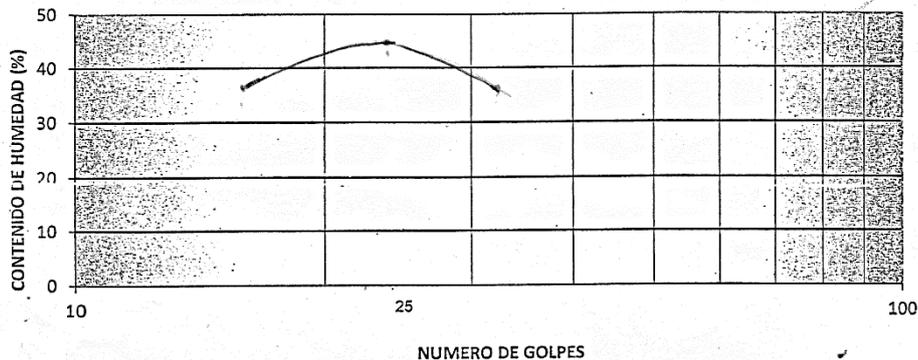
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

Capsula N°	1	2	3
Peso de la capsula	27.80	28.41	27.53
P.cap + Suelo Húmedo	51.08	57.61	61.03
P.cap + suelo seco	52.08	48.61	52.03
Humedad w%	37.14	44.55	36.93
Número de Golpes N	33	26	16

DETERMINACION DE LIMITE PLASTICO

Capsula N°	1	2	3
Peso de la capsula			
P.cap + Suelo húmedo			
P.cap + Suelo seco			
Humedad w%			

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



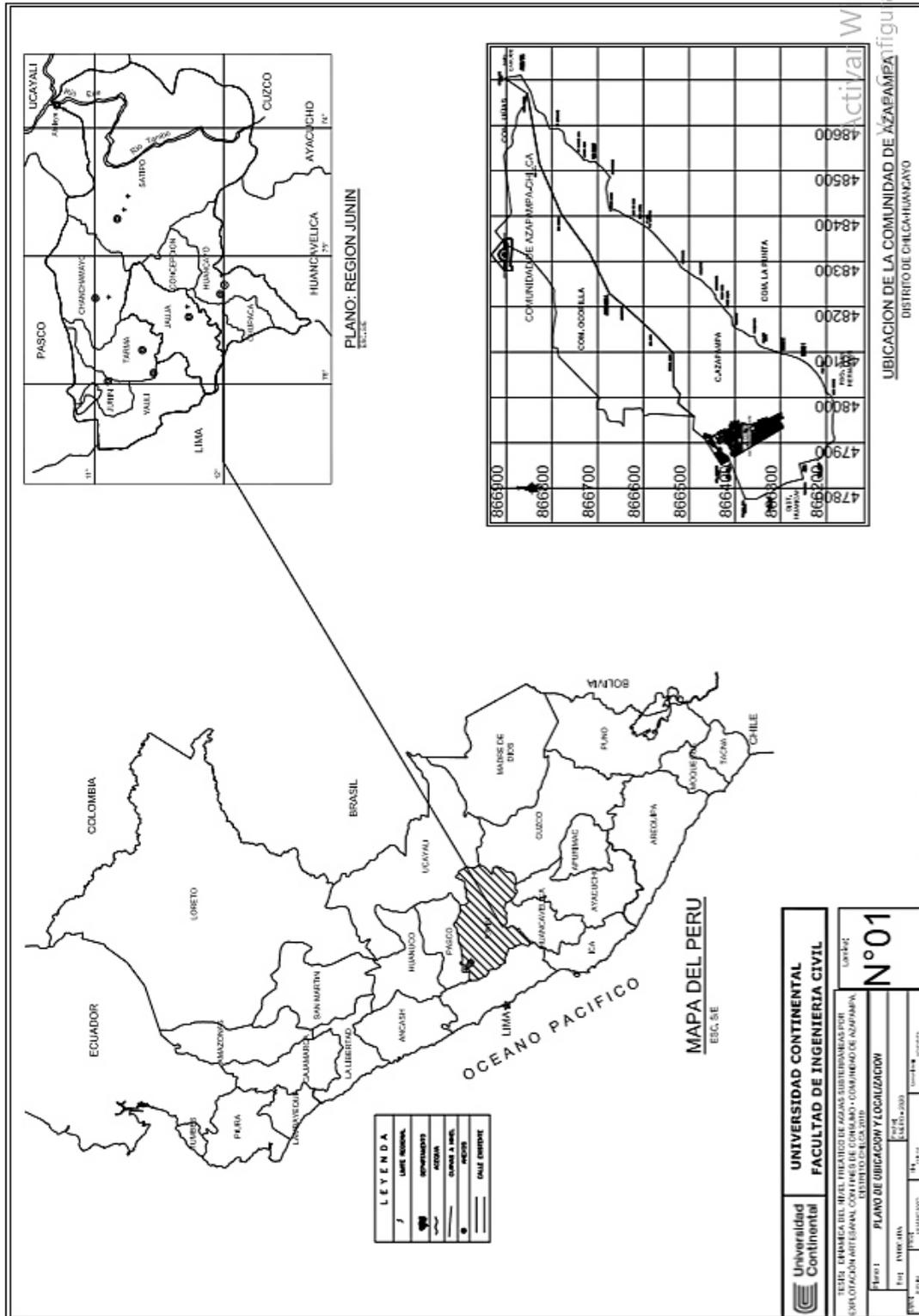
ITEM	ALUMNO	CODIGO	FIRMA
M	Stephanie Tania Quintanilla Rojas	72234265	SE-04

ENSAYO: N°04 LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO MTC E 111-2000 ASTM D 4318 AASHTO T 90

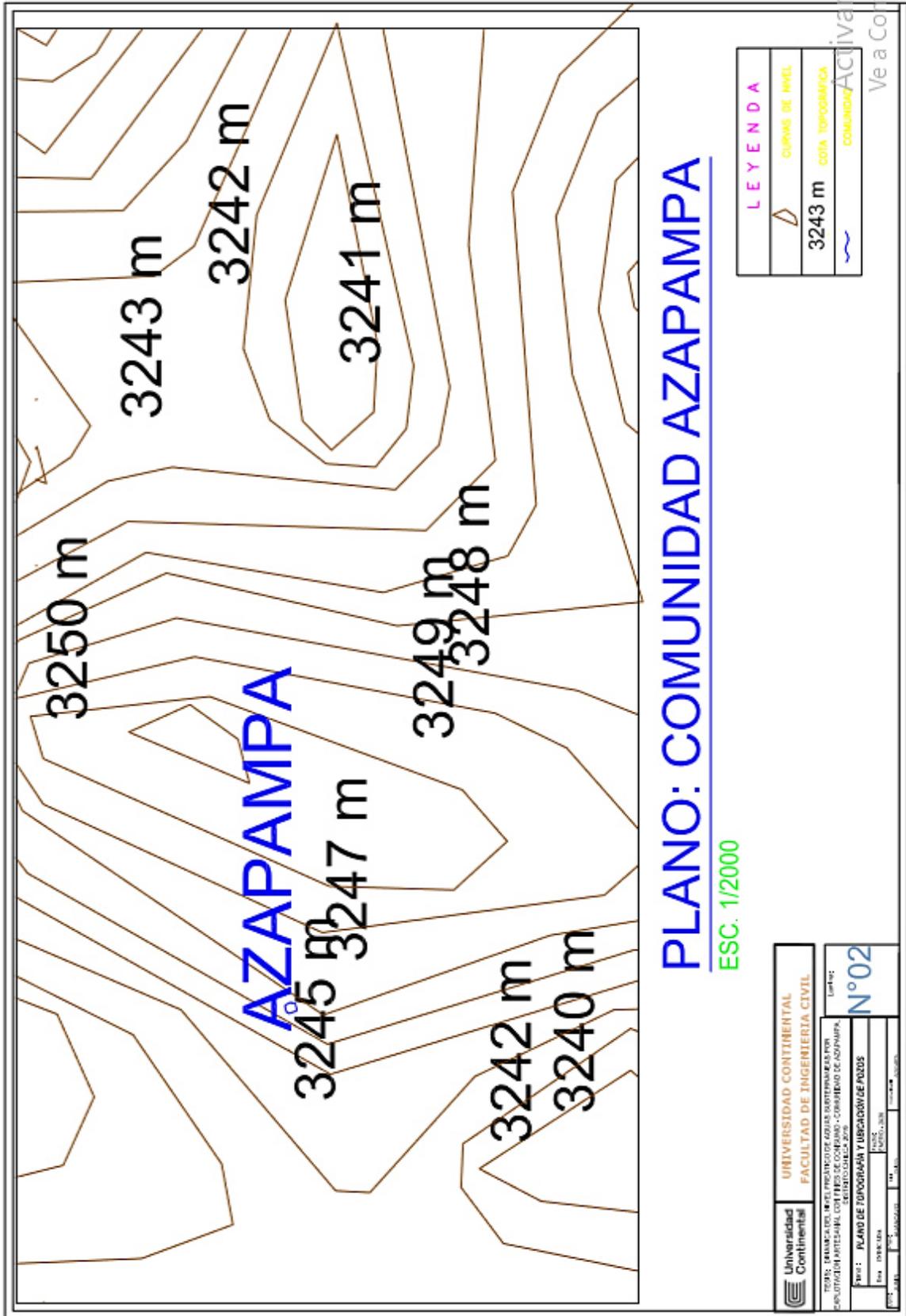
GRUPO:	RESPONSABLE GRUPO	SELO/FIRMA	REVISADO:	FECHA

# ANEXO 4: PLANOS

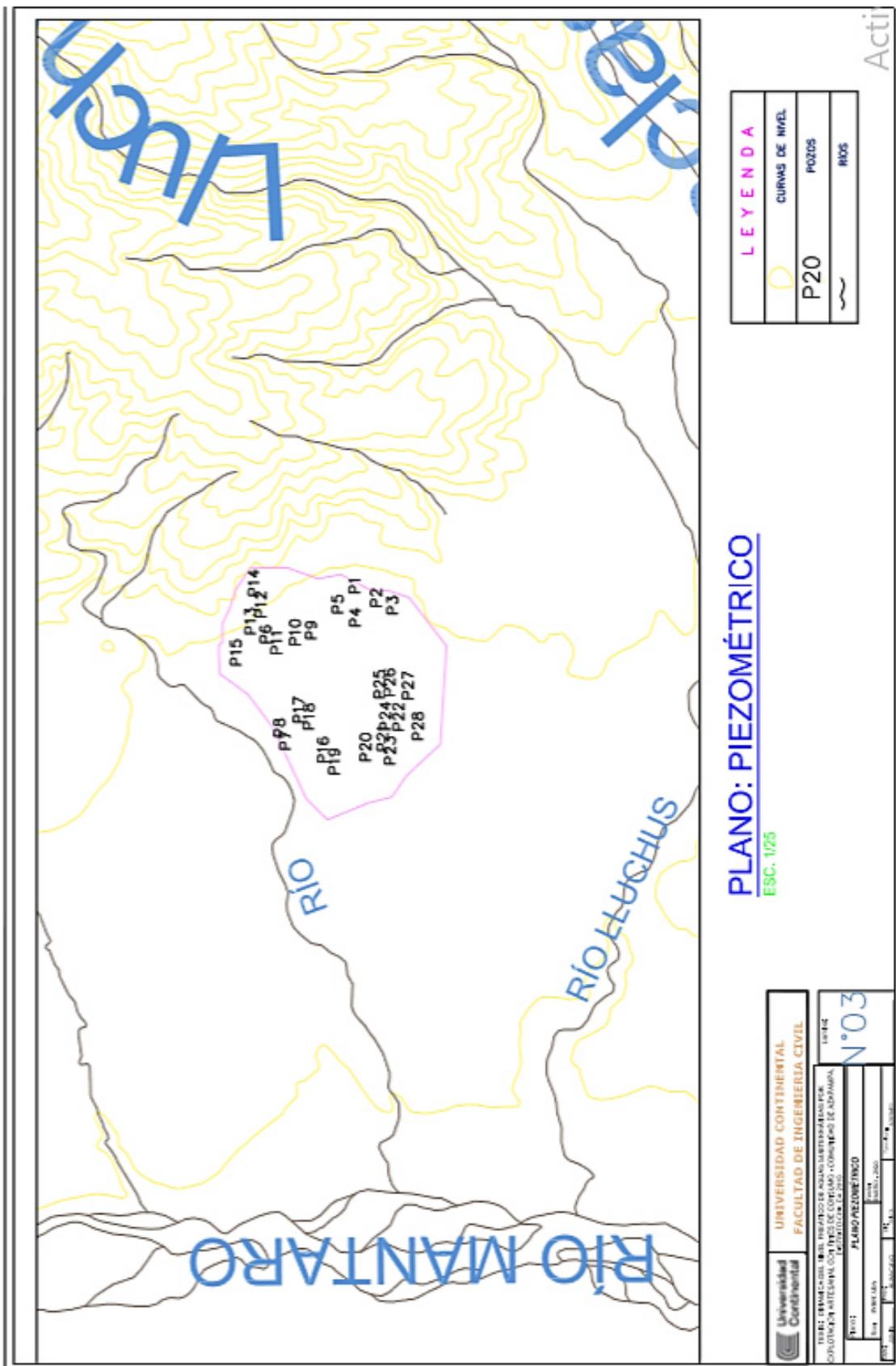
## ANEXO 4.1 PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN.



ANEXO 4.2 PLANO TOPOGRÁFICO Y UBICACIÓN DE POZOS.



ANEXO 4.3 PLANO PIEZÓMETRO



PLANO: PIEZOMÉTRICO

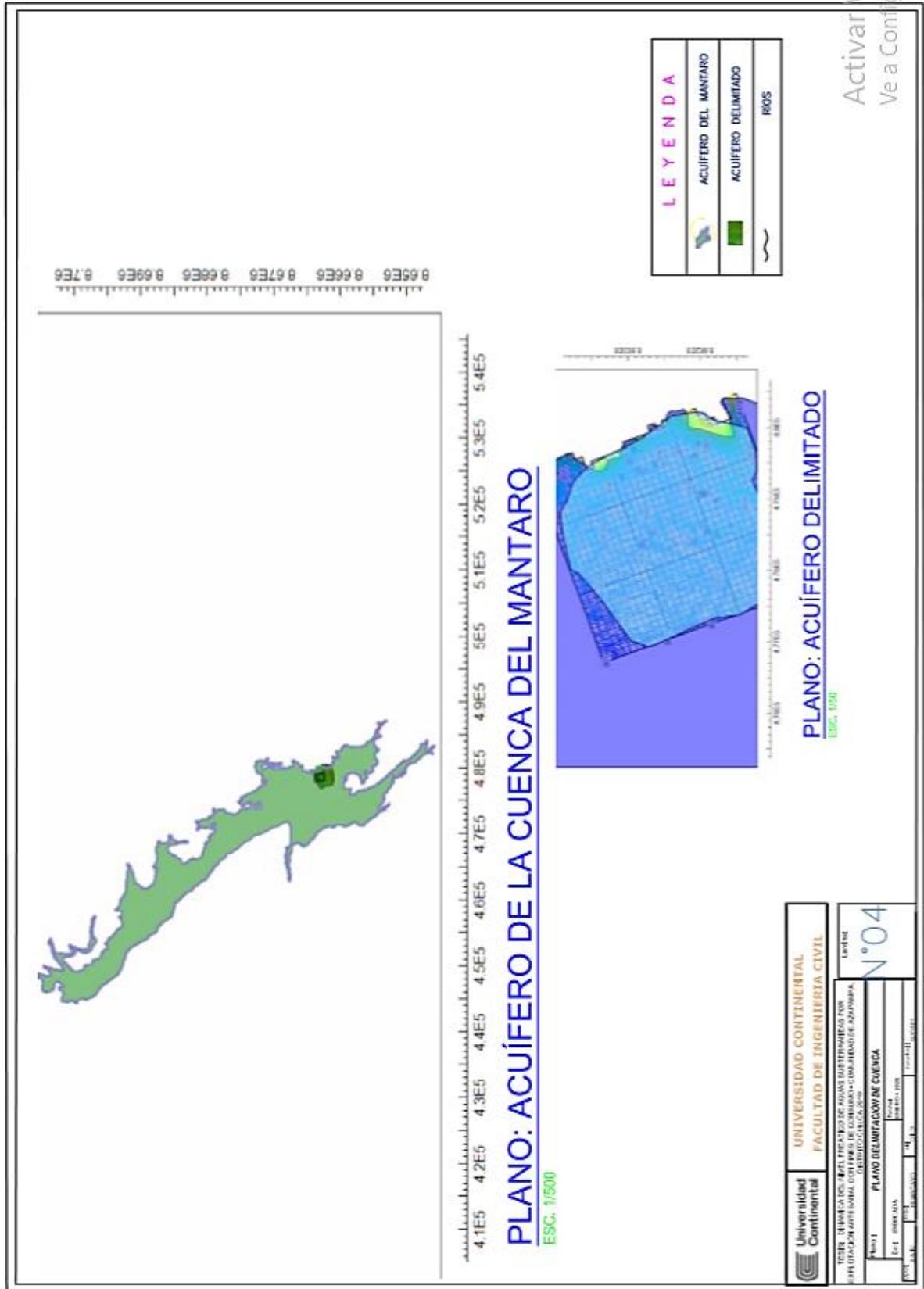
ESC. 1:25

**LEYENDA**

	CURVAS DE NIVEL
	POZOS
	RIOS

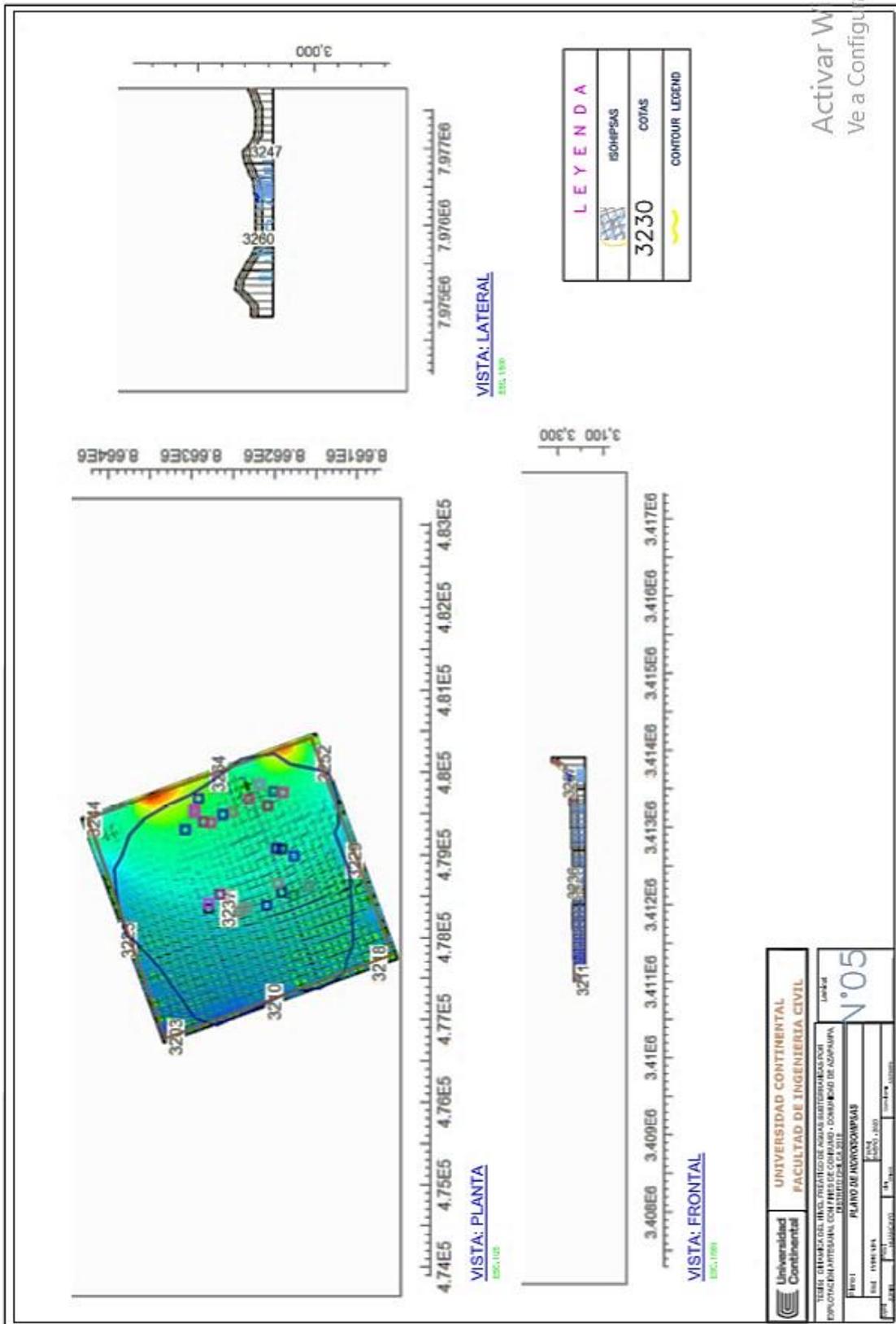
	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TITULO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA CONDOMINIO RESIDENCIAL "LOS OCEANOS" - COMUNIDAD DE ADOLESCENTES	
PLAN: PLAN PIEZOMÉTRICO	
N°: 03	ESCALA: 1:25

## ANEXO 4.4 PLANO DE DELIMITACIÓN DE ACUÍFEROS



Activar M  
Ve a Contig

# ANEXO 4.5 PLANO DE SIMULACIÓN (MODFLOW)-ISOHIPSAS



	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TÍTULO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS POR EXPLOTACIÓN ARTESIANA, CON FINES DE COMERCIO, COMUNIDAD DE AZAPAMPA, DISTRITO DE EL SIETE	
N°05	
FECHA: 15/08/2024	ESCALA: 1:500
PROYECTANTE: [Nombre]	REVISOR: [Nombre]
APROBADO: [Nombre]	OTRO: [Nombre]

Activar Win  
Ve a Configuración

## ANEXO 5: REGISTROS FOTOGRÁFICOS

Fotografía 1. Medición de cotas piezométricas



Fotografía 2. Modelo de pozos artesanales



**Fotografía 3. Toma de muestra de agua subterránea**



## ANEXO 6: ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO



**DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL**

**LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SALUD AMBIENTAL**

**RESULTADOS DE ANALISIS BACTERIOLOGICOS DE MUESTRAS DE AGUA**

**INFORME DE ENSAYO N° 032 - 2020**



**I. DATOS DEL SOLICITANTE**

Solicitante	: <b>STEPHANIE TANIA QUINTANILLA ROJAS</b>	
Dirección	Pasaje Los Cactus N° 222 - El Tambo- Huancayo	
Responsable del muestreo	Sra. Stephanie Tania Quintanilla Rojas	
Fecha y Hora de llegada al Laboratorio	03 / 03 / 2020	04:35 p.m.

**II. DATOS DEL MUESTREO**

Código de Lab.	Origen de la muestra/Punto de muestreo	Localidad/Distrito/Provincia/ Departamento	Muestreo Fecha/Hora
032-BRD-20	<b>POZO ARTESANAL ( QUISPE TORRES FELIPE) / SALIDA DE POZO</b>	Azapampa / Chilca / Huancayo / Junín	03 / 03 / 20 04:01 p.m.

Nota 1: Datos I y II proporcionado por el solicitante.

**III. RESULTADOS**

Código de Lab.	Coliformes Totales UFC/100mL	Coliformes Termotolerantes UFC/100mL
032-BRD-20	<b>6750</b>	<b>60</b>

Metodología: NTP 214.031-2001 (revisada el 2016): Agua para Consumo humano por detección y recuento de coliformes total. Método Filtro de membrana. y NTP 214.32 (revisada el 2016): Agua para Consumo humano por detección y recuento de coliformes termotolerantes. Método Filtro de membrana.

Huancayo, 06 de Marzo de 2020



DIRECCION REGIONAL DE SALUD JUNIN  
LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SALUD AMBIENTAL

Ing. Ricardo E. Rojas Quintanilla  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE SA

**LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SALUD AMBIENTAL**

Oficina Administrativa: Av. Julio C. Tello N° 438 - El Tambo - Huancayo. Teléfono: 094-481270 (Anexo 240)

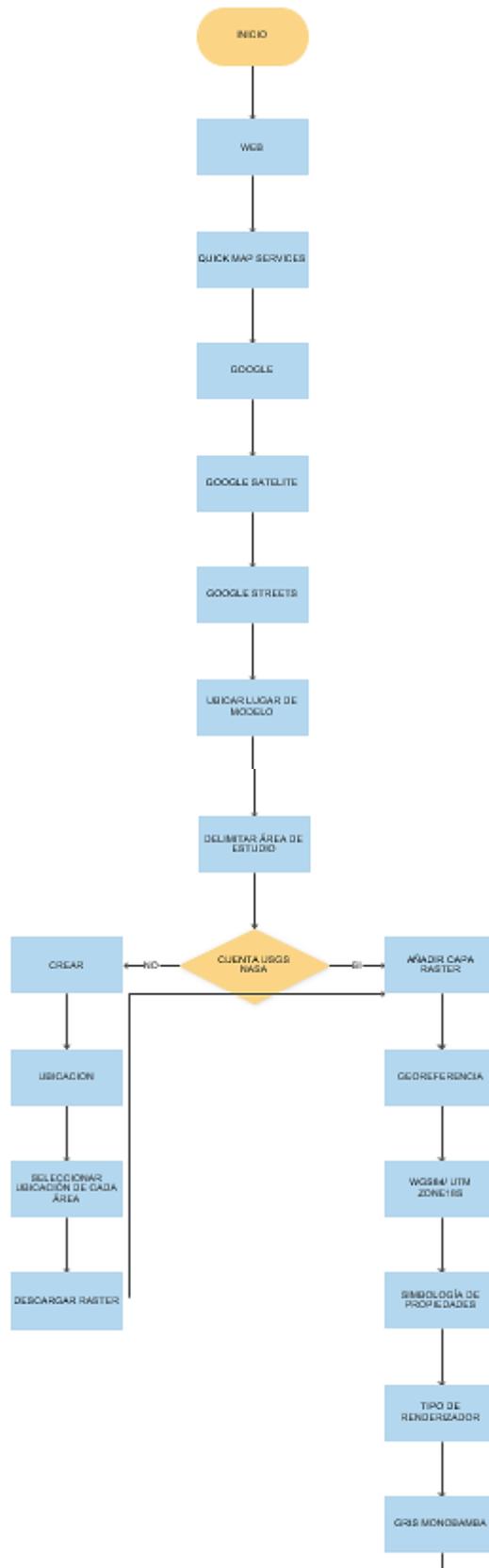
Laboratorio: Calle Pasa N° 1445, Cuarto Piso - Huancayo. Telf: 094-300011

Fuente DIRESA



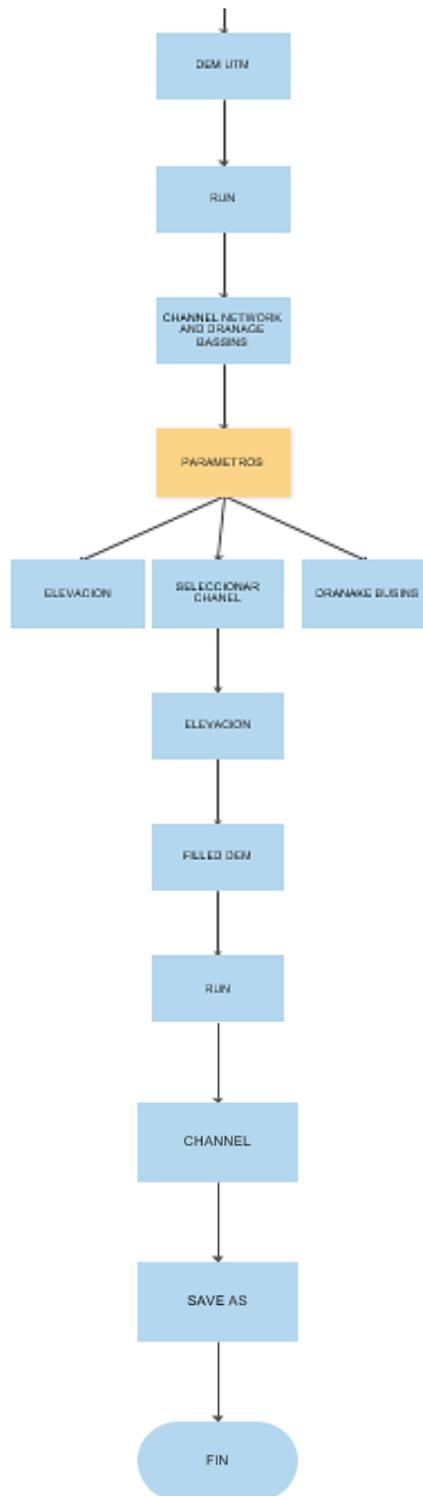


## ANEXO 8: DIAGRAMA DE FLUJO DE QGIS









Fuente: Elaboración propia