



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable
en la localidad de Huachuma – Ayabaca. Piura. 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

García Abad, Denis (ORCID: 0000-0001-8430-6733)

Paz Llacsahuache, Wilander (ORCID: 0000-0002-1768-6518)

ASESOR:

Mg. Saldarriaga Castillo, María R. (ORCID: 0000-0002-0566-6827)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

PIURA – PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios supremo que ilumina y dirige nuestro camino y a nuestras familias quienes con su apoyo y esfuerzo hicieron que se haga realidad nuestro sueño máspreciado.

Agradecimiento

A nuestra profesora María del Rosario Saldarriaga Castillo por su paciencia, dedicación y entrega en el desarrollo de la asignatura desarrollo del proyecto de investigación.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA.....	25
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	25
3.2 Variables y operacionalización.....	26
3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis.....	26
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.5 Procedimiento.....	29
3.6 Método de análisis de datos.....	30
3.7 Aspectos éticos.....	31
IV. RESULTADOS.....	32
V. DISCUSIÓN.....	63
VI. CONCLUSIONES.....	67
VII. RECOMENDACIONES.....	69
REFERENCIAS	70
ANEXOS	75

Índice de tablas

Tabla 2.1: Clasificación SUCS.....	19
Tabla 3.1: Nodos, tubería, longitud y cotas.....	34
Tabla 3.2: Ficha de registro de campo de la calicata reservorio (C-1).....	37
Tabla 3.3: Ficha de registro de campo del ramal 1 (C-2).....	38
Tabla 3.4: Ficha de registro de campo de la línea de aducción y distribución (C-3).....	39
Tabla 3.5: Ficha de registro de campo del ramal 2 (C-4).....	40
Tabla 3.6: Ficha de registro de campo del ramal 3 (C-5).....	41
Tabla 3.7: relaciones de ensayos de mecánica de suelos.....	43
Tabla 3.8: Relación detallada de calicatas ejecutadas.....	44
Tabla 3.9: Resumen de resultados de ensayos estándar en laboratorio.....	46
Tabla 3.10: Resumen de resultados de ensayo de corte directo.....	47
Tabla 3.11: Capacidad portante del terreno.....	47
Tabla 3.12: Resumen de resultados de ensayo de sales solubles totales.....	48
Tabla 3.13: Parámetros de diseño.....	49
Tabla 3.14: Población Huachuma.....	50

Tabla 3.15: Demanda de almacenamiento de agua.....	54
Tabla 3.16: Datos del diseño del reservorio	55
Tabla 3.17: Cálculo de demanda en cada nodo.....	57
Tabla 3.18: Nodos, demanda y cota.....	58
Tabla 3.19: Nodos.....	60
Tabla 3.20: Tramos de tuberías.....	61
Tabla 3.21: Válvula reductora de presión.....	62

Índice de gráficos y figuras

Figura 3.1: Observación Satelital de la localidad de Huachuma.....	33
Figura 3.2: Ubicaciones de calicatas.....	36
Figura 3.3: Ecuacion de crecimiento arimetrico para el cálculo de la poblacion futura.....	51
Figuran 3.4: cálculos variaciones periódicas.....	53

Resumen

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo de estudio diseñar la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Huachuma – Ayabaca. Piura. El tipo de investigación fue aplicada, de diseño no experimental transversal, la población y muestra estuvo conformada por las redes a ampliarse equivalentes a 2 kilómetros lineales, los instrumentos utilizados estuvieron acorde a los estudios, cálculos hidráulicos y modelación hidráulica realizados, entre ellos tenemos: estación total, baliza, trípode, jalón, ficha de registro, ficha documental, computadora, software entre otros. Del estudio topográfico se obtuvo que la superficie del terreno presenta gran pendiente y los predios distan de una considerable distancia entre ellos, del estudio de mecánica de suelos se obtuvo que el suelo presente en el área a ampliarse es de tipo CH, MH y SC, suelos de grano fino de pobre resistencia, de los cálculos hidráulicos se determinó la población futura proyectada a 20 años equivalente a 641 individuos, caudal máximo diario de 0.48 l/s y caudal máximo horario de 0.72 l/s, valores con los que se diseñó el reservorio, de 3.50 metros por 2 metros de altura, demanda concurrente en los 26 nodos, resultando 0.125 l/s y finalmente se realizó el diseño de la red de aducción y redes de distribución utilizando el Software WaterCAD, obteniendo un diámetro de 2 pulgadas para la línea de aducción, 1.5 pulgadas para los ramales de distribución y 0.5 pulgada para la conexión domiciliaria, presión máxima 50 metros de altura y velocidad máxima de 0.04 m/s.

Palabras claves: sistema de abastecimiento, hidráulica, mecánica de suelos, Software, topografía, agua potable.

Abstract

The objective of this research project was to design the expansion of the drinking water supply system in the town of Huachuma - Ayabaca. Piura. The type of research was applied, with a non-experimental cross-sectional design, the population and sample consisted of the networks to be extended equivalent to 2 linear kilometers, the instruments used were in accordance with the studies, hydraulic calculations and hydraulic modeling carried out, among them we have: total station, beacon, tripod, pole, registration form, document form, computer, software, among others. From the topographic study it was obtained that the land surface presents a great slope and the properties are a considerable distance between them, from the study of soil mechanics it was obtained that the soil present in the area to be expanded is of type CH, MH and SC, Fine-grained soils of poor resistance, from the hydraulic calculations the projected 20-year future population was determined, equivalent to 641 individuals, maximum daily flow rate of 0.48 l / s and maximum hourly flow rate of 0.72 l / s, values with which the reservoir, 3.50 meters by 2 meters high, concurrent demand in the 26 nodes, resulting in 0.125 l / s and finally the design of the adduction network and distribution networks was carried out using the WaterCAD Software, obtaining a diameter of 2 inches for the adduction line, 1.5 inches for the distribution branches and 0.5 inch for the household connection, maximum pressure 50 meters high and maximum speed of 0.04 m / s.

Keywords: supply system, hydraulics, soil mechanics, software, topography, drinking water

I. INTRODUCCIÓN

Es conocido que en este planeta un número considerable de centros poblados urbanos como rurales carecen del servicio de agua potable, esto se ve reflejado en los reportes realizados por la OMS (2019) del 14 de junio de ese año, donde se detalla que “844 millones de personas aproximadamente carecen de un servicio básico de suministro de agua potable, cifra que incluye a 159 millones de personas que dependen de aguas superficiales”.

Siendo así el desabastecimiento de agua potable un problema global. Si bien el acceso a los servicios básicos en comparación con décadas anteriores ha sufrido una mejora en lo que concierne a la región de América Latina y el Caribe, las brechas entre zonas rurales y zonas urbanas siguen siendo desmedidas. Como lo indica el Programa de Monitoreo Conjunto JMP. (2015), que para conseguir agua de una fuente segura 2,7 millones de personas específicamente en el área rural tenían que caminar por lo menos. Los números aumentan considerablemente si se hace referencia a las personas que consumen de fuentes no protegidas ya que asciende a una totalidad de 15,2 millones de personas.

En cuanto al Perú, según PALACIOS, A. (2020) lo ubica en el octavo lugar a nivel mundial en lo referido al almacenamiento de agua dulce (poseyendo el 2 % del agua del planeta), pero por el contrario, las propiedades del servicio de agua y saneamiento son defectuosos, sobre todo en provincias, distritos y caseríos de este país. Se sabe que la gran mayoría de personas no tienen acceso al servicio de agua potable como

es el caso de regiones tales como Huancavelica, Ucayali, Loreto, Cajamarca, Piura y Pasco, donde el desabastecimiento es más notorio, en la zona urbana el acceso del servicio alcanza 51 % y 60 % de hogares; mientras que en la zona rural un diminuto 2 % de hogares cuenta con el servicio.

Las razones de una deficiente sistematización de redes de agua y desagüe en el Perú se deben al reducido presupuesto para invertir en obras de saneamiento del Gobierno central y los Gobiernos Regionales que al 2019 ascendía a s/. 8,000 millones anuales; sin embargo, se asignó la mitad, todo ello por la errónea gestión de las autoridades estatales, por la pésima distribución del dinero, estudios técnicos mal elaborados y las características más resaltantes de los últimos años que es la corrupción instalada en el país.

En un estudio, publicado por el PNUD (2019) indica que en Latinoamérica el Perú es el país con mayores niveles de desigualdad en cuanto al acceso de agua potable en el hogar. Por otro lado, PFLÜCKER, M. (2019) expresa que la asimetría en esta dimensión perjudica la salud de las familias que sufren por no tener agua óptima. Lo que trasciende en el desarrollo físico como intelectual de los humanos, de allí que las estadísticas coincidan en explicar que cuanto menor es el nivel de acceso al servicio de agua, menor es el desarrollo de capacidades de las personas.

Por lo expuesto es que en el Perú y en provincias como Piura se registren múltiples problemas de abastecimiento de agua potable a centros

poblados rurales, este es el caso de la localidad de Huachuma en la provincia de Ayabaca, departamento Piura, que cuenta con una población de 480 personas con una densidad por hogar de 5 personas, lo que equivale a 93 viviendas, además de instituciones y lugares comunales tales como: Capilla, Institución Educativa Inicial, Primaria, Secundaria, museo, carceleta, club vaso de leche, local comunal, auditorio y posta médica, haciendo un total de 103 lotes.

La localidad de Huachuma cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable que en la actualidad no abastece a toda su población en general, esto debido a que varias viviendas se encuentran distantes de la concentración de la población, muchas de estas son viviendas nuevas las cuales no fueron consideradas en el diseño para la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable, por este problema es que es necesario realizar el diseño de ampliación del sistema para poder dotar de agua potable a estos hogares que no cuentan con el servicio actualmente, los cuales optan por utilizar métodos antihigiénicos para transportar y almacenar el agua, lo que les ocasiona constantemente enfermedades gastrointestinales e Infecciones parasitarias.

Si el problema persiste esta cantidad de hogares que no cuentan con el servicio de agua potable seguirán contrayendo enfermedades constantemente, trayendo como consecuencia deficiencias tanto en sus capacidades físicas como intelectuales. La solución a esta problemática es el diseño de ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable respetando los parámetros establecidos por la norma vigente, además de realizar los estudios básicos: topografía y mecánica de

suelos, cálculos hidráulicos y finalmente la modelación hidráulica del sistema en el software WaterCAD, para extraer el diseño final. Realizando todo lo antes descrito se realizara el diseño de ampliación que dotara de agua potable a toda la población en general, haciendo que estos hogares que se encuentra alejados de la concentración de la población se unan a través del servicio de agua potable, disminuyendo enfermedades crónicas y alternativamente mejorando su calidad de vida

Habiendo realizado una descripción de la contextualización del problema de esta investigación, es preciso establecer el problema general consiste en: ¿Cuál es el diseño de ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Huachuma – Ayabaca Piura. 2020?, así mismo, los problemas específicos que se plantean son: ¿Cuál es el estudio topográfico para la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Huachuma – Ayabaca. Piura. 2020?; ¿Cuál es el estudio de la mecánica de suelos para la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Huachuma – Ayabaca. Piura. 2020?; ¿Cuál es la normativa que establece los parámetros para el diseño de ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Huachuma – Ayabaca. Piura. 2020?; ¿Cuáles son los resultados de los cálculos hidráulicos para el diseño de ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Huachuma – Ayabaca. Piura. 2020? y por último se necesita saber ¿cuál es el resultado del diseño haciendo uso de software WaterCad para la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Huachuma – Ayabaca. Piura. 2020?

La presente investigación se justifica porque va a permitir resolver la necesidad de abastecimiento de agua potable de ciertos hogares aislados de la concentración de la población los cuales no cuenta con el servicio de agua potable en sus viviendas.

Tecnológicamente se justifica esta investigación porque se está haciendo uso de un software el cual moldeara el diseño del sistema real considerando todos los ajustes necesarios para el adecuado funcionamiento.

El diseño de ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable beneficiará a la población de Huachuma en el sentido que toda su población contará con el servicio de agua potable en sus viviendas lo que conllevará a la integración de este grupo de hogares con el resto, también beneficiará en principio a la municipalidad debido a que contará con el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, ahorrándose parte de su presupuesto en realizar uno nuevo.

El beneficio también es para los investigadores ya que como futuros profesionales están aplicando conocimientos teóricos adquiridos durante su formación académica y por ultimo cuando se ponga en práctica este diseño los que se van a beneficiar son la población en su totalidad contando con el servicio de agua potable en sus viviendas, disminuyendo enfermedades gastrointestinales, mejorando su calidad de vida.

En esta parte de la investigación es propicio plantear los objetivos de ésta, en el cual como objetivo general se establece: Diseñar la

ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Huachuma – Ayabaca. Piura. 2020, así mismo, los objetivos específicos que se plantean son: Determinar el estudio topográfico para la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Huachuma – Ayabaca. Piura. 2020; Determinar el estudio de la mecánica de suelos para la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Huachuma – Ayabaca. Piura. 2020; aplicar la normativa que establece los parámetros para el diseño de ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Huachuma – Ayabaca. Piura. 2020; Conocer el resultado de los cálculos hidráulicos para el diseño de ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Huachuma – Ayabaca. Piura. 2020 y finalmente se plantea establecer el diseño haciendo uso de software WaterCAD para la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Huachuma – Ayabaca. Piura. 2020.

II. MARCO TEÓRICO

En el proceso de búsqueda de información se ha encontrado los siguientes trabajos de investigación relacionados con el tema de estudio de esta investigación que a continuación detalla: a nivel internacional se ha considerado los siguientes trabajos de investigación:

Según BATRES, J; FLORES, D y QUINTANILLA, A. (2010), En su investigación para obtener el grado de ingeniero civil, *Rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable, diseño del alcantarillado sanitario y de aguas de lluvia para el municipio de San Luis del Carmen, Departamento de Chalatenango*. En el Salvador, tuvo como objetivo cubrir todas las necesidades de agua, desagüe y pluvial, realizando aspectos suficientes para su diseño, como conclusión se tiene que con una nueva propuesta de cómo abastecer con agua en cantidad y calidad suficiente se solucionara el desabastecimiento que persiste en toda la población de estudio del municipio. Ya que por medio de los resultados se garantiza que la red podrá funcionar correctamente a la demanda proyectada, de 20 años.

Según SERRANO, J y SANTIUSTE, C. (2015), en su tesis para obtener el grado de ingeniero técnico industrial mecánico, *Proyecto de un sistema de abastecimiento de agua potable en Togo*, en España, su objetivo principal fue dar un abastecimiento eficaz y eficiente a la comunidad Apéyémé y Todomé durante todo el año. Su metodología fue un tipo de investigación descriptivo y explicativo. Y su conclusión más relevante fue que la distribución del líquido se hará mediante el sistema denominado por gravedad partiendo de la captación de un río ubicado fuera del pueblo, hacia el reservorio y posteriormente a la población.

Según GONZÁLES, J (2011), en su trabajo de investigación para optar el grado de ingeniero civil, *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea de captzín chiquito, municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango*. En Guatemala, la cual tuvo como objetivo proponer una nueva red de agua para abastecer a la zona en estudio. La metodología en la elaboración del presente estudio fue de tipo aplicada, debido a la obtención de ensayos y documentos que conforman el consolidado correspondiente para al estudio técnico de un proyecto. Finalmente la conclusión más relevante fue que se llegó a determinar el sistema de distribución del fluido, siendo el más óptimo el de gravedad debido a las ventajas topográficas presentes en la zona, asimismo se cuantifico la cantidad de individuos y hogares a abastecer que asciende a 850 personas y 150 predios respectivamente; además que la forma en que operara el sistema será por medio de ramales abiertos, debido en gran parte a la dispersión de los lotes.

Según MONZÓN, J. (2017), en su trabajo de investigación para adquirir el título de ingeniero civil, *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío de Mazac, Provincia de Yungay, Ancash – 2017*, el objetivo general fue diseñar un sistema de distribución de agua para la provincia antes mencionada. La metodología utilizada por el autor para llevar a cabo su investigación fue de alcance descriptivo la cual busca detallar como es y la manera en que se manifiesta el evento, buscando especificar las propiedades y características del objeto de análisis, conceptos y variables que se refieren.

La conclusión de esta investigación fue que la captación que se empleó en el sistema de distribución del fluido se ajustó a la geomorfología de la

zona y a las condiciones de afloramiento observados en el manantial. El caudal de la fuente es de tipo C-1 que hace referencia a un caudal promedio mensual máximo de 2.20 l/s y un mínimo de 1.4 l/s en épocas de estiaje desempeñando de esta forma los requisitos para este tipo de captaciones dentro del rango de 0.8 y 2.5 l/s.

Continuando con el resultado de la investigación en cuanto a la estructura destinada al almacenamiento del fluido con respecto a los materiales empleados es una estructura de concreto armado su forma es circular, la tubería destinada a distribuir el fluido se optó por una tubería de tipo ramificada debido a la ubicación de la zona del proyecto que es sierra donde las viviendas se encuentran distantes siendo la distancia más notoria de 50 metros.

Según PINEDO, C. (2017), en su trabajo de investigación para obtener el título de ingeniero civil, *Eficiencia Técnica del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad de Namballe – San Ignacio, 2016*, el objetivo general planteado por el actor para llevar a cabo su investigación fue ver la eficiencia del sistema con el que cuenta la ciudad en estudio. La metodología que se utilizó para llevar a cabo el estudio fue de tipo explicativa porque busca explicar el fenómeno utilizando varios equipos mecánicos para explicar la manera en cómo se encuentra funcionando el sistema, y así determinar la validez del mismo. Finalmente se llegó a determinar la cantidad de población de dicha ciudad que cuentan en porcentaje equivale al 60% de eficiencia siendo el factor predominante para que las personas de esta ciudad no cuenten con la disponibilidad del fluido para satisfacer sus necesidades básicas, además se verificó que el agua consumida por las personas presenta

deficiencia en su potabilización ya que existe un gran número de habitantes que ostentan enfermedades gastrointestinales según el centro de salud de la ciudad en estudio.

Según ILLÁN, N. (2017), en su investigación para optar el grado de ingeniero civil, *Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable del Asentamiento Humano Héroes del Cenepa, Distrito de Buenavista Alta, Provincia de Casma, Ancash – 2017*, el objetivo de la investigación fue evaluar el funcionamiento general del sistema que abastece al lugar en estudio, la metodología empleada para desarrollar la investigación hace referencia al tipo de investigación no experimental, transaccional y al mismo tiempo descriptiva, ya que la manipulación de las variable no es posible y además porque se describe la notable variable haciendo uso del instrumento guía de observación para el recojo de datos in-situ del lugar donde se está estudiando el fenómeno. La conclusión de la investigación fue que el caudal de bombeo es de 7. 30 l/s, el cual es captado desde el nivel de terreno natural hacia abajo a una profundidad de 10 metros lineales, para extraer el fluido se utiliza un motor kohler de 16 hp de potencia, de acuerdo al análisis de los diferentes parámetros tomados para llevar a cabo la investigación se calculó que el caudal requerido para abastecer a esta población será de 22987 l/s.

según SAAVEDRA, G. (2018), en su proyecto de tesis para obtener el grado de ingeniero civil, *Propuesta Técnica para el Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable en los Centros Poblados Rurales de Culqui y Culqui Alto en el Distrito de Paimas, Provincia de Ayabaca – Piura*”, el objetivo en la presente investigación fue proponer un diseño novedoso que ayudaría a trasportar el fluido de una manera

eficiente a los lugares en estudio antes mencionados, la metodología empleada con respecto a esta investigación fue de tipo aplicada, ya que su estudio se concentró en dar solución a un problema basándose rigurosamente en los mecanismos y/o estrategias que logren dar una solución concreta.

La conclusión más relevante realizada por el actor fue que la normativa que rigiere el sector de saneamiento sea más explícita en indicar los parámetros de diseño a tenerse en cuenta, además de exhortar a las autoridades competentes a crear manuales que faciliten en el aspecto de la operación de los diversos sistemas además de brindar capacitación frecuentemente a la población.

Según MACHADO, A. (2018), en su proyecto de tesis para obtener el grado de ingeniero civil, *diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Centro Poblado Santiago, Distrito de Chalaco, Morropon – Piura*”, el objetivo planteado por actor para llevar a cabo esta investigación fue la realización total del diseño de las cañerías que abastecen con el fluido al centro poblado antes mencionado, haciendo uso del método llamado sistema abierto, la metodología que se siguió en la investigación fue de enfoque cuantitativo ya que para diseñar el sistema que proveerá de fluido a estas personas, se hizo uso de cálculos matemáticos, tipo explicativa no experimental transversal ya que ocurre en un periodo de tiempo determinado. La conclusión más relevante de la investigación fue el diseño idóneo de la captación el cual implicó conocer la geomorfología del lugar, el caudal horario máximo, el clima y los parámetros exigidos por la normativa peruana, además con respecto a el estudio de mecánica de suelo se determinó que los suelos encontrado

en el perímetro de estudio, obedecen a suelos del tipo sémiconsistentes, cuya matriz es la denominada arena arcillosa con y sin cohesión y también arcillosa de plasticidad baja, aquellos que muestran una estratigrafía bastante similar prospectada hasta profundidades de 3.00 y 6.00 metros.

Según LOSSIO, M. (2012), en su proyecto de tesis para obtener el grado de ingeniero civil, *Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para cuatro Poblados Rurales del Distrito de Lancones*, el objetivo de esta investigación fue diseñar el sistema que suministrara de agua potable a los individuos que habitan en lugar de estudio, en cuanto a la metodología que se utilizó para el desarrollo de la presente investigación fue de tipo explicativa no experimental transversal de enfoque cuantitativo ya que explica la manera en que se elaborara el sistema y que sucede en un determinado periodo de tiempo. La conclusión fue que se logró diseñar las partes más influyentes del sistema, haciendo uso de tecnologías actuales de acuerdo a las circunstancias presentes en el lugar, además que el mantenimiento será fácil, consecuente al ambiente y acoplado a una programación de educación sanitaria también otra de las conclusiones más relevantes en la investigación es que con la ayuda uso del programa WaterCAD se determinaron las velocidades y presiones a lo largo en toda la red que transporta el líquido a los predios, de donde se dedujo que en la mayor parte de los tramos de la red se tiene velocidades menores a 0.4 m/s y presiones entre 30 y 40 m.

Según GAMARRA, G y RENGIFO, A. (2018) en su tesis para obtener el grado de ingeniero civil denominado, *Estudio de un acuífero y la calidad de agua potable en el centro poblado nuevo milagro – km 21, 2 carretera*

IQUITOS – NAUTA 2018, tuvo como objetivo general estudiar un acuífero con la finalidad de mejorar la salubridad del agua potable en el centro poblado nombrado nuevo milagro. El tipo de investigación es descriptiva y el diseño es no experimental debido a que no se manipularan las variables ya que se estudiaran los hechos tal y como se observan en el contexto. Y finalmente la conclusión relevante a la que se llegó en la investigación la identificación de una mejora en las características del líquido, lo que evidencia un mejor servicio para los individuos, asimismo se constató que el centro poblado ha sufrido un aumento en su población, lo que demuestra la importancia de este estudio ya que va satisfacer a la conjunto de demanda exigió por los usuarios.

Según BARRIOS, C. (2009), *en la Guía de orientación de saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades Jesús maría, lima - Perú: set 2009*. un sistemas de abastecimiento de agua potable es un contiguo de obras indispensables para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua ya sea desde fuentes naturales, subterráneas o superficiales hasta cada una de los predios serán beneficiarios con un proyecto de esta magnitud. Un idóneo diseño conlleva al adecuado funcionamiento, permanencia en el tiempo, eficiencia lo repercutirá en los habitantes de manera favorable ya que mejora la calidad de vida, salud y desarrollo de sus capacidades físicas e intelectuales. Por esta razón el diseño del mismo debe apegarse estrictamente a cumplir con parámetros mínimos establecidos por las entidades encargadas de emitir los reglamentos para así se garantice su correcto funcionamiento.

El sistema de abastecimiento de agua potable a utilizar estará en función de las características del lugar donde se pretende ejecutar un proyecto de esta magnitud, entre los diferentes tipos de sistemas que se suelen utilizar para dotar de agua a poblaciones tenemos: sistemas por gravedad con o sin tiramiento, por bombeo con o sin tratamiento.

Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento: Este sistema opera sin la utilización de ningún equipo de bombeo ya que cuenta con altitudes las cuales hacen que el flujo fluya por acción de la gravedad, la aguas que son captadas están sin impurezas de contaminación listas para su consumo, como es el caso de las aguas subterráneas u subálveas; las primeras afloran a la superficie como manantiales y la segunda es captada a través de galerías filtrantes. La calidad de estas aguas hace que la desinfección no sea necesaria al haber sido filtrada naturalmente entre las capas del suelo.

La operación de estos sistemas es muy simple, a pesar de ello requieren un mantenimiento mínimo para garantizar el buen funcionamiento. Las componentes de este sistema son: captación, línea de conducción red de distribución y conexiones domiciliarias.

Sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento: La operatividad de este sistema es el mismo que el anterior con la diferencia de que la captación vienen desde un río o una quebrada, etc., que requieren de un tratamiento previo para su distribución. Las propiedades físicas químicas y bacteriológicas del agua influirán en el diseño de la planta de tratamiento a utilizar, para potabilizar el agua y sea apta para el consumo humano. La composición de este sistema está

conformado por todas las componentes del (SAPG), y una planta de tratamiento.

Sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento: Este sistema funciona utilizando equipos de bombeo debido a la geomorfología del lugar, sin embargo el agua no requiere tratamiento previo a su consumo. Las componentes de este sistema son: captación, estación de bombeo de agua, línea de conducción o impulsión, reservorio, línea de aducción, red de distribución y conexiones domiciliarias.

Sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento: Los sistemas requieren tanto de la planta de tratamiento de agua con la finalidad de adecuar las características del agua a los requisitos de potabilidad, como de equipos de bombeo para impulsar el agua hasta el usuario final. Este sistema está conformado por todos las componentes del SABST y planta de tratamiento.

El sistema a utilizar dependerá específicamente de la geomorfología de la zona donde se ejecutara proyectos de estas características; así pues para zonas rurales, donde se cuenta con pendientes muy pronunciadas el sistema a utilizar sería el sistema por gravedad debido a que la fuente está ubicada a una cota mucho mayor que la población y sistemas por bombeo, cuando la fuente se encuentra por abajo y se requiere el uso equipos electrónicos como es una bombas para así poder conducir el agua hasta los usuario. Las componentes que conforman un sistema de abastecimiento de agua potable son:

Según USAID (2016), Dice que el tipo de captación a emplear en un sistema de agua estará en función a la ubicación de estudio, clima y lo

más resaltante a tener en cuenta las características de afluencia de la fuente teniendo en cuenta el caudal que se requiera para abastecer.

Captación, es una estructura de concreto armado ubicada en la vertiente correspondiente, de donde se hará el aprovechamiento del líquido elemento, ya sea por gravedad o por bombeo, garantizando el suministro del recurso hídrico a una cierta población. Cabe recalcar que el diseño de esta estructura se hará en función a la cantidad o caudal de agua que necesite la comunidad que se desea abastecer. Hay que tener presente que las aguas superficiales presentan cierto grado de contaminación por lo que deben ser objeto de una serie de tratamientos que modifiquen sus características físicas, químicas y microbiológicas para hacerlas aptas para el consumo humano.

Línea de conducción, está constituida por un tramo de tubería, la cual se encarga del transporte del fluido hasta el reservorio o planta potabilizadora dependiendo de la configuración de la red. Esta debe seguir en lo posible el perfil del terreno y su ubicación debe ser de tal manera que se pueda ser inspecciona fácilmente, se hará uso de la distribución por gravedad o por bombeo cuando las condiciones de zona a abastecer así lo requieran.

En las zonas rurales donde las fuentes de agua se encuentran en puntos elevados con respecto a las poblaciones y la geomorfología del lugar presenta pendientes muy pronunciadas, es necesario utilizar la distribución por gravedad que consiste en disponer la tubería de conducción siguiendo el perfil del terreno, utilizando disipadores de presión, válvulas, accesorios para que el líquido fluya sin ningún inconveniente.

Para LÓPEZ, R. (2017), plantea que una planta de potabilización debe funcionar hidráulicamente de una manera correcta y el mantenimiento debe ser sencillo para asegurar que el servicio sea eficiente, que almacene la cantidad suficiente de acuerdo al rendimiento admisible de la fuente.

Reservorio, es aquella estructura de concreto armado que cumple la función de almacenar el fluido para abastecer a una población además de compensar las variaciones horarias de su demanda. La utilización de un reservorio en un sistema de agua potable es de vital importancia ya que garantizara una perfecta disponibilidad del fluido y proporcionara a su vez un aumento en la presión y caudal del agua, siempre y cuando las tuberías hayan sido instaladas adecuadamente. Cabe indicar que su diseño estará en función al número de personas y caudal alimentador. Según LÓPEZ, R. (2017), expresa con respecto diseño de la red de distribución que se debe tener en presente la ubicación donde se ejecutara la estructura del reservorio ya que de esto de desprenderá el suministro adecuado del agua en cantidad y presión adecuada a cada una de las viviendas.

Red de distribución, es la totalidad de las instalaciones que comprenden tuberías, accesorios y válvulas desde el punto de partida del reservorio hasta el usuario final. Para su diseño se debe tener en cuenta múltiples factores los cuales garanticen que el agua llegue con una presión adecuada y sin inconvenientes hasta el usuario más desfavorable.

Según Manual de Ensayo de Materiales (2014), indica el procedimiento que se debe seguir para la realización de los ensayos de mecánica de suelos, que se adopta de acuerdo al tipo de proyecto a realizar, es este

caso para un sistema de abastecimiento de agua potable los ensayos a realizarse serán los siguientes:

Contenido de Humedad: el propósito del ensayo es determinar el contenido de humedad, el que se debe de realizar de acuerdo a la NTP 339.127, descrita en el presente reglamento.

Análisis granulométrico por tamizado: determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo, respetando el procedimiento descrito en la NTP 339.128.

Límites de Atterberg: determina la plasticidad de los suelos y se realiza solamente a suelos de grano fino, este se realizara respetando la NTP 339.129.

Corte directo: su finalidad es de encontrar el Angulo de fricción del suelo y se realiza basando en la NTP 339.171.

Sales solubles totales: sirve para mostrar la cantidad de sal presente en el suelo, y se debe llevar a cabo rigiendo en la NTP 339.152.

Clasificación de suelos

La clasificación del suelo que es la fase final, donde se le asigna al suelo la simbología conceptuada en cada tipo de clasificación para el uso en ingeniería, hay dos tipos de clasificación la SUCS y ASSTHO, las que diferencias de acuerdo al proyecto a realizar, así pues para proyectos destinados a pavimentación se utiliza la ASSTHO, y para el resto de proyectos la SUCS como es el caso de esta investigación, líneas abajo detallo en que consiste la clasificación sus de acuerdo al manual de ensayos:

Tabla 2.1: Clasificación SUCS

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO			
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS	Gravas limpias	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5%->GW,GP,SW,SP. >12%->GM,GC,SM,SC. 5 al 12%->casos límite que requieren usar doble símbolo.	$Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3	
		(sin o con pocos finos)	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.	
		Gravas con finos	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.	
	ARENAS	Arenas limpias	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		$Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3	
		(pocos o sin finos)	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.	
		Arenas con finos	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan	
	Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200		SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.		Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.	
	SUELOS DE GRANO FINO	Limos y arcillas:		ML		Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.	
				CL		Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	
		Límite líquido menor de 50		OL		Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.	
Limos y arcillas:		MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.				
			CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.			
Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200			OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.			
		Límite líquido mayor de 50					
Suelos muy orgánicos		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.				

Referencia: manual de ensayos de materiales

Para realizar el diseño del sistema de agua potable en la localidad de Huachuma, se consideró los parámetros establecidos en la Norma técnica de diseño, Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural estipulada por el Ministerio de vivienda construcción y saneamiento (2018), a continuación se detallan los parámetros de diseño que fueron respetados en el desarrollo de la investigación:

Con respecto a la población de Diseño nos detalla que la persona encargada del diseño adoptará el criterio desde su perspectiva sea el más adecuado para fijar la población futura, recogiendo información pertinente a los censos actuales donde refleje el aumento de la población en estudio los que deben sustentarse. La proyección de la población no deberá ser menor de 20 años.

En cuanto al periodo de diseño, de los elementos que conforman el sistema se llevaran a cabo respetando los periodos de tiempo que se detallan enseguida: captación 20 años, reservorio 20 años, líneas de conducción y aducción 10 años.

Con relación a la dotación de agua, que consiste en la demanda o consumo de agua diario de los usuarios se debe tener en cuenta lo siguiente: en cuanto a sistemas convencionales: costa: 50 – 60 lt/hab/día, sierra: 40 – 50 lt/hab/día y selva: 60 - 70 lt/hab/día

Asimismo es necesario mencionar que aquellas poblaciones rurales las que se proyectan en un futuro no muy lejano la implementación de un sistema de desagüe considerar dotaciones de 100 lt/hab/día

En relación a las variaciones de consumo, en cuanto al consumo máximo diario, se tendrá en cuenta un valor de 1.3 veces el consumo promedio

diario anual y para el consumo máximo horario, se tomara un valor de 2 veces el consumo promedio diario anual.

El abastecimiento de agua a los lotes debe respetar lo descrito líneas abajo, en cuanto a las estructuras hidráulicas del sistema, que se encuentren expuestas a deterioro, manipulación, contaminación y animales extraños, se deberá considerar la protección necesariamente.

Con relación al sistema de conducción por gravedad en sus componentes se tendrá presente lo siguiente:

Con respecto a las tuberías, el cálculo del diámetro se hará utilizando métodos racionales. Para tuberías las cuales su trabajo será netamente a presión, lo recomendable para el cálculo es la utilización de la fórmula de Hazen y Williams, con los coeficientes de fricción o rugosidad dependiendo del material a utilizar se tendrá en cuenta para fierro galvanizado 100 y PVC 150, aunque también se podrá optar por la utilización de la fórmula de Darcy, en cuanto a tuberías las cuales su funcionabilidad es con presencia de presión atmosférica lo recomendable es la utilización de la fórmula de Manning, teniendo presente los coeficientes de rugosidad para los materiales de PVC 0.009 y Concreto 0.015

En cuanto a velocidades mínima no será menor de 0.60 m/s y la máxima no superara lo equivalente a 3 m/s, pero cabe indicar que se pueden aceptar velocidades de hasta 5 m/s siempre que el material transportado no sea fino. Asimismo se efectuara la instalación de válvulas de aire y de purga en los puntos más elevados y en los puntos bajos de la línea, y cuando la línea tenga longitudes largas con una pendiente mínima, la válvula de purga se instalará en el punto más bajo. Además se

considerará instalar de cámaras rompe presión en los puntos donde la presión exceda a la máxima recomendada en la presente normativa de 50 m.

El diseño del reservorio se realizara bajo estos parámetros: La capacidad de regulación, debe ser del 15% al 20% de la demanda diaria promedio anual, siempre que el afloramiento de agua de la fuente sea continuo. Asimismo cabe indicar que su ubicación se realizara en una cota topográfica que garantice la presión mínima en el punto más desfavorable del sistema de distribución correspondiente, además deberá garantizar la calidad sanitaria del agua.

Con relación a las redes de distribución se deberá diseñar para el caudal máximo horario, en cuanto al análisis hidráulico de las redes se empleara el método de Hardy Cross, o cualquier otro método racional. Cuando se trabaje con la fórmula de Hazen Williams se utilizaran los coeficientes de fricción antes descritos en el presente documento. En cuanto al diámetro se debe cuidar que asegure el caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red. Los mínimos serán: 25 mm en redes principales 20 mm en ramales.

Haciendo referencia puntualmente a la presión en la red, deberá cumplir con lo siguiente no será menor de 5 m y mayor de 50 m. El recubrimiento sobre las tuberías no debe ser menor de 1 m. en las vías vehiculares y de 0.80 m. en las vías peatonales La distancia entre el límite de propiedad y el plano vertical tangente de la tubería no será menor de 0.8 m.

Con relación a la conexión domiciliaria se deberá respetar siguientes componentes: accesorios de empalme de 15 mm, a la red de agua, caja

con válvula de control, tubería de alimentación, válvula de interrupción, batea con grifo, tubería de desagüe de 2" y pozo de drenaje.

Finalmente después de haber realizado las teorías relacionada a nuestro trabajo de investigación se procedió a realizar el análisis crítico de los aportes de cada actor como lo detallamos a continuación: El aporte de Roger desde el punto de vista es muy acertado ya que un buen diseño de agua y desagüe a cierta población indudablemente mejorará la calidad de vida de las personas, las cuales abastecerá este sistema. La importancia de que una población cuente con agua potable es que mejora su vida en muchos aspectos ya que la ingestión de patógenos disminuirá considerablemente debido a que el agua no será almacenada en recipientes los cuales muchas veces no se les hace la limpieza correcta atrayendo patógenos que son ingeridos por el consumo de esta agua, generando que las personas se enfermen constantemente, el esfuerzo de las personas para acarrear el agua ya no será un problema, ya que todos contarán con el fluido en sus viviendas que y podrá ser utilizada a cualquier hora del día tanto para aseo personal como para uso doméstico, además el agua que consumirán será potabilizada trayendo como consecuencia la disminución de enfermedades estomacales.

Lo que expresa Barrios, C. (2009), es coherente que para poder diseñar un sistema de agua potable es indispensable contar con conocimientos básicos en ingeniería sobre cómo se diseña un sistema de agua potable y alcantarillado dependiendo el requerimiento de la población. Si bien todo es necesario para poder hacer un buen diseño de agua potable en muchas ocasiones estos diseños son hechos por personas empíricas las cuales no cuentan con los conocimientos necesarios para diseñar estos

sistemas, siendo esto un factor determinante de las deficiencias observadas en diferentes sistemas de agua potable.

Con respecto al componente del sistema de agua de potable captación, la agencia de los estados unidos para el desarrollo internacional USAID, (2016), hace referencia a que la estructura construida para captar el agua va estar en función a las características de la fuente a captar, lo cual a nuestro parecer nos parece un aporte esencial a tener en cuenta para el correcto diseño de la estructura, además de considerar otros factores no menos importantes como las estudios preliminares básicos realizados a cualquier obra civil que se pretende ejecutar como son la topográfica y el estudio de mecánica de suelos.

Lo dicho por LÓPEZ, R. (2017) con respecto a la red de distribución de un sistema de agua potable, primordialmente necesario tenerlo en cuenta para poder lograr una eficiente y equitativa distribución de fluido a una población, ya que la ubicación la ubicación del reservorio debe ser en una zona tal que tenga la altitud necesaria, para que el fluido por gravedad pueda llegar hasta el punto más desfavorable con la presión adecuada.

METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Es aplicada porque se enfocó en resolver un problema específico como es el determinar el diseño de ampliación del sistema de agua potable para satisfacer una necesidad básica en la localidad de Huachuma en Ayabaca.

Según CONCYTEC (2019), el tipo de investigación aplicada está dirigida a determinar a través del conocimiento científico, los medios por los cuales se pueden cubrir una necesidad reconocida o específica.

Diseño de investigación

Esta investigación es de diseño no experimental transversal debido a que las condiciones en las que se encuentra funcionando el sistema de abastecimiento de agua potable no son alteradas, ya que solo se diseñó la ampliación del sistema para poder beneficiar a toda la población y es transversal porque ocurre en un determinado periodo de tiempo.

Según HERNÁNDEZ, R, FERNANDEZ, C. Y BAPTISTA, P. (2014), expresan que investigación no experimental son aquellos estudios los que son realizados sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos. Teniendo un diseño de investigación transversal recolectan datos en un tiempo y espacio único.

Así mismo, esta investigación al ser no experimental es de tipo descriptivo porque se busca describir las fases del proceso para la

ampliación de una red de agua potable. Lo que significa realizar estudios, mediciones, cálculos para diseñar la red antes mencionada. Se trata de explicar cómo se solucionará el problema de la investigación a través de la elaboración del diseño de la red de agua potable para la localidad de Huachuma en Ayabaca.

Según HERNÁNDEZ, R, FERNANDEZ, C. y BAPTISTA, P. (2014), El Estudio descriptivo tiene como referencia especificar las propiedades y características importantes de un fenómeno que se analice. Describe tendencias de un determinado grupo o población con frecuencia, donde la meta del investigador reside en describir fenómenos, situaciones, contextos y sucesos; esto es detallar cómo son y se manifiestan.

3.2. Variables y operacionalización

Variable: Sistema de abastecimiento de agua potable.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población estuvo constituida por 2 km lineales que comprende la red de distribución de agua potable para abastecer a la totalidad de la población de la localidad de Huachuma en Ayabaca.

Según TAMAYO, M (2012), detalla que la población es el conjunto del fenómeno estudiado, el cual debe de cuantificarse dependiendo del estudio realizado, incluyendo un conjunto N de asociaciones que participan de una característica particular.

Muestra

Se tomó la totalidad de la población que representa los 2 km lineales de red que fueron necesarios para abastecer a toda la población de Huachuma en Ayabaca.

Según BALESTRINI, M (2006), la muestra es una parte de la población, o un subconjunto de elementos con rasgos parecidos que son considerados para poder deducir algo de una población.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La selección de las técnicas e instrumentos que se emplearon es esta investigación se hicieron atendiendo a los objetivos planteados para desarrollar adecuadamente la investigación.

Según GOMES, M (2006), para poder realizar la investigación se utiliza instrumentos de medición que sirven para obtener datos observables, los cuales van a representar o medir a las variables que se ha planeado el investigador.

Las técnicas e instrumentos utilizados en la investigación son los que se detallan a continuación:

Técnica

- Calicata: se llevó a cabo con la finalidad de determinar el estudio de mecánica de suelos consistiendo en la remoción del suelo para extraer muestras representativas las que fueron trabajadas mediante equipos de laboratorio los que nos proporcionaron las propiedades y características del suelo.
- Análisis documental: se llevó a cabo con la finalidad de realizar los cálculos hidráulicos, de donde se obtuvieron los parámetros de diseño establecido por el ministerio de vivienda construcción y saneamiento a través de la norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ambiro rural.
- Tecnologías de la información: se llevó a cabo con la finalidad de realizar la modelación hidráulica del sistema, de donde se obtuvo finalmente el diseño de ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable.

Instrumentos

Estudio topográfico

- Levantamiento topográfico y catastral: Estación total, Baliza, Brújula, Trípode, Mira, Estacas y comba.

Estudio de mecánica de suelos

- Ficha de registro
- Contenido de humedad: cucharón, capsulas, horno, balanza, libreta y lapicero.

- Granulometría (gruesa y fina): cucharón, tamices, recipientes, horno, balanza, libreta y lapicero.
- Límites de Atterberg: cucharón, tamiz, espátula, casa grande, horno, balanza, libreta y lapicero.
- Corte directo: cucharón, tamiz, equipo de corte directo, libreta y lapicero.
- Sales solubles totales: pírex, horno, recipientes, cucharón, balanza, lapicero y libreta.

Cálculo hidráulico

- Ficha documental

Diseño

- Computadora
- software WaterCAD

3.4 Procedimiento

Para realizar la investigación primeramente se delimito la problemática que se origina en la localidad de Huachuma en Ayabaca, que es el desabastecimiento de agua potable a los hogares más distantes de la concentración de la población, siendo este uno de los problemas más latentes que experimenta la población actualmente. Es ahí de donde nace el interés por realizar el diseño de ampliación del sistema, lo cual beneficiara a los hogares que no cuentan con el servicio. Para concretar el diseño de ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable, en primer lugar se realizó el estudio topográfico, de donde se obtuvo el plano topográfico el que nos describió la geomorfología del lugar, en

cuanto a altitudes, desniveles, etc. Siendo el dato a utilizar en el diseño las cotas de los componentes del sistema. Luego se realizó el estudio de mecánica de suelos de donde se obtuvo las características físicas y mecánicas del terreno, siendo la capacidad portante del terreno el dato a utilizarse en el diseño, además de la descripción de las características del suelo para la elección del material idóneo a colocar en el lugar de estudio. Luego se extrajo de la norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural, caudal máximo de diseño, periodo de diseño y demanda (dotaciones), datos que se emplearon para el cálculo del diámetro de la tubería en hojas de cálculo Excel y finalmente ya con todos los datos obtenidos se procedió a introducirlos al programa WaterCAT, de donde se obtuvo el diseño final del sistema de abastecimiento de agua potable.

3.5 Método de Análisis de Datos

El método empleado en la investigación fue descriptivo ya que para la obtención de los datos se hizo uso de instrumentos tales como: ficha de registros, ficha de análisis documental y estudios preliminares como son: Topografía y mecánica de suelos. El procesamiento de datos fue electrónico ya que hizo uso de equipos electrónicos software y hojas de cálculos para la cuantificación de los datos.

3.6 Aspectos éticos

Según Departamento de Salud, educación y bienestar de los Estados Unidos (1979), un trabajo de investigación debe ser desarrollado bajo los tres principios fundamentales que nos describe en su informe Belmont: el respeto hacia otras personas, la justicia y por último la beneficencia. Todas las personas que se dedican al área de la investigación deberían mantener claro estos principios y llevarlos siempre consigo.

En la elaboración del presente trabajo de investigación se izó prevalecer las ideas conceptuadas por diferentes autores con su respectiva cita bibliográfica. Con respecto a la ampliación del sistema de agua potable se hicieron los estudios, cálculos, y diseño respetando los datos reales obtenidos en campo siempre teniendo presente los principios éticos básicos, el respeto por las personas, la beneficencia, la no maleficencia y la justicia.

III. RESULTADOS

Descripción del área en estudio: La localidad de Huachuma se encuentra ubicada en la provincia de Ayabaca departamento de Piura. El acceso es a través de una vía no pavimentada, cuenta con una población de 465 habitantes, con una densidad de 5 habitantes por vivienda, lo que equivale a 93 viviendas, además de 10 instituciones tales como: Capilla, Institución Educativa Inicial, Primaria, Secundaria, museo, carceleta, club vaso de leche, Local comunal, Auditorio y posta médica.

La principal economía de los pobladores es la agricultura, ganadería y comercio, los dos últimos en menor escala. Con respecto a las conexiones domiciliarias actualmente 80 hogares cuentan con conexiones, el resto de hogares distantes de la población se abastecen de quebradas, acequias acarreando el agua desde la vertiente hasta su vivienda.

Su clima es sub húmedo desarrollando un bioclima temperado a húmedo, la temperatura máxima es de 21° C y la temperatura media de 15° C, con una precipitación pluvial anual entre 1200 y 1300 mm; el período lluvioso se presenta a mayor intensidad entre los meses de febrero a mayo, siendo el mes que presenta mayor precipitación marzo.

La zona de estudio geomorfológicamente se desarrolla en un relieve de montaña en rocas ígneas y rocas volcánicas - sedimentarias, geológicamente pertenece a la carta Geológica 10-d y presenta un terreno accidentado, con grandes pendientes.

Figura 3.1: Observación Satelital de la localidad de Huachuma



Fuente: Google Earth

Con respecto al objetivo específico 1 que consistió en determinar el estudio topográfico se realizó lo siguiente:

Levantamiento topográfico y catastral los que se realizaron con el instrumento de campo estación total, baliza, jalones, trípode, prisma, estacas y comba. Luego con ayuda del software AutoCAD civil 2d se diagramaron las curvas de nivel y posteriormente la representación de todas las tuberías existentes y proyectadas, que componen la red de distribución del sistema de agua potable. (Ver anexo 4).

Del el levantamiento catastral se determinó que la localidad de Huachuma, cuenta con un total de 103 lotes existentes, de los cuales 13 lotes se encuentran distantes de la concentración de la población y no cuentan con el servicio de agua potable. Siendo la distancia desde el ultimo lote abastecido hasta el más desfavorable de 2000 metros. (Ver anexo 4).

Del plano topográfico se extrajo los siguientes datos:

Tabla 3.1: Nodos, tubería, longitud y cotas

NODO	TUBERIA		LONGITUD (m)	COTA (msnm)
J1	R1-J1	P1	10.00	1851.030
J2	J1-J2	P2	145.00	1808.200
J3	J1-J3	P3	7.00	1850.320
J4	J3-J4	P4	244	1836.230
J5	J3-J5	P5	163	1827.350
J6	J5-J6	P6	100	1799.320
J7	J5-J7	P7	56.00	1818.230
J8	J7-J8	P8	116	1791.210
J9	J8-J9	P9	44	1811.230
J10	J9-J10	P10	291	1744.160
J11	J9-J11	P11	204	1784.660
J12	J11-J12	P12	47	1779.080
J13	J12-J13	P13	125	1773.320
J14	J11-J14	P14	136	1769.090
J15	J14-J15	P15	20	1767.940
J16	J15-J16	P16	156	1762.950
J17	J15-J17	P17	164	1758.600
J18	J14-J18	P18	234	1751.460
J19	J18-J19	P19	227	1714.320
J20	J18-J20	P20	204	1703.320
J21	J20-J21	P21	515	1628.960
J22	J20-J22	P22	842	1581.900
J23	J22-J23	P23	93	1560.820
J24	J23-J24	P24	256	1520.800
J25	J23-J25	P25	147	1525.980
J26	J22-J26	P26	378	1572.310
R1				1852.880

Fuente. Elaboración propia

Los resultados obtenidos a partir del estudio topográfico (mostrados en la tabla 3.1) detalla los datos de nodos, las tuberías, longitud y cotas de la red del sistema de abastecimiento de agua potable, los cuales describen que la geomorfología del terreno presenta gran inclinación o desnivel.

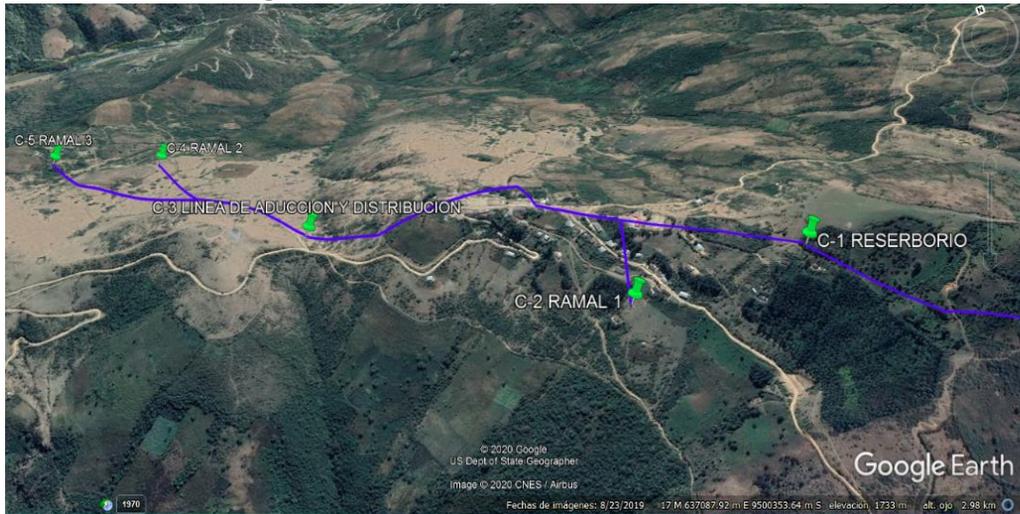
Con relación al objetivo específico 2 que consistió en determinar el estudio de mecánica de suelos se realizó lo siguiente:

En primer lugar, se hizo uso de la técnica calicata de donde se desprendió el estudio. Para realizar las calicatas necesarias para el estudio en primer lugar se determinó la proyección de la red a los lotes que no cuentan con el servicio de agua potable, siendo necesario proyectar 3 ramales además de la continuación de la línea de aducción y distribución debido a la distancia considerable existente entre el ultimo lote que cuenta con el servicio hacia estos lotes que se desea abastecer.

Debido al aumento de la demanda producto del abastecimiento a estos lotes y considerando la tasa de crecimiento anual que experimenta la zona, es necesario ampliar la estructura de almacenamiento para asegurar la dotación diaria del agua potable; es por ello que se realizó una calicata en el reservorio.

Así pues la cantidad de calicatas que se efectuó para llevar a cabo el diseño de ampliación fueron 5, las cual fueron distribuidas de la siguiente manera: reservorio (C-1), ramal 1 (C-2), línea de aducción y distribución (C-3), ramal 2 (C-4) y ramal 3 (C-5). Como se muestra en la vista satelital a continuación:

Figura 3.2: Ubicaciones de las calicatas



Fuente: Google Earth

En la figura 3.2, se puede visualizar que las calicatas se encuentran ubicadas en la superficie del terreno donde se va a diseñar la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable.

Para realizar las calicatas se hizo uso de herramientas como barreta y palana además de sacos y bolsas impermeables utilizados para el recojo del suelo según su estratificación. Para la toma de datos preliminar in situ se hizo uso del instrumento ficha de registro que se muestran a continuación:

Tabla 3.2: Ficha de registro de campo de la calicata reservorio (C-1)

AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
EN LA LOCALIDAD DE HUACHUMA – AYABACA. PIURA. 2020

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño de obras hidráulicas y saneamiento.

OBJETIVO: Diseñar la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Huachuma – Ayabaca. Piura. 2020

FICHA DE REGISTRO				
FECHA		08 Enero 2020		
Calicata		C-1		
Prof. Total (m)		2.90		
Coordenadas		637598 - 9500054		
Ubicación		Reservorio		
Prof. (m.)	Espesor del Estrato (m)	Muestra	N.F	Descripción Visual del Estrato
0.10	0.10	S/M	NO	Material contaminado con raíces.
2.90	2.80	M-1	NO	Material color negro, estado húmedo, firme.

Fuente: Realizada por los autores

Tabla 3.3: Ficha de registro de campo del ramal 1 (C-2)

AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
EN LA LOCALIDAD DE HUACHUMA – AYABACA. PIURA. 2020

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño de obras hidráulicas y saneamiento.

OBJETIVO: Diseñar la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Huachuma – Ayabaca. Piura. 2020

FICHA DE REGISTRO				
FECHA		08 de Enero del 2020		
Calicata		C-2		
Prof. Total (m)		1.40		
Coordenadas		637250 - 9500113		
Ubicación		Ramal 1		
Prof. (m.)	Espesor del Estrato (m)	Muestra	N.F	Descripción Visual del Estrato
0.10	0.10	S/M	NO	Material Contaminado con vegetación
1.40	1.30	M-1	NO	Material color Amarellento, Consistencia duro

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.4: Ficha de registro de campo de la línea de aducción y distribución (C-3)

AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE HUACHUMA – AYABACA. PIURA. 2020

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño de obras hidráulicas y saneamiento.

OBJETIVO: Diseñar la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Huachuma – Ayabaca. Piura. 2020

FICHA DE REGISTRO				
FECHA		09 Enero del 2020		
Calicata		C-3		
Prof. Total (m)		1.50		
Coordenadas		636680 - 9500643		
Ubicación		Linea de Aducción y distribución		
Prof. (m.)	Espesor del Estrato (m)	Muestra	N.F	Descripción Visual del Estrato
0.05	0.05	S/M	NO	Material contaminado con vegetación
1.50	1.45	M-1	NO	Material Marron Claro, consistencia firme.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.5: Ficha de registro de campo del ramal 2 (C-4)

AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
EN LA LOCALIDAD DE HUACHUMA – AYABACA. PIURA. 2020

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño de obras hidráulicas y saneamiento.

OBJETIVO: Diseñar la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Huachuma – Ayabaca. Piura. 2020

FICHA DE REGISTRO				
FECHA		09 de Enero de 2020		
Calicata		C-4		
Prof. Total (m)		1.30		
Coordenadas		636355 - 9501298		
Ubicación		Ramal 2		
Prof. (m.)	Espesor del Estrato (m)	Muestra	N.F	Descripción Visual del Estrato
0.10	0.10	S/M	NO	Material Contaminado con raíces
1.30	1.20	M-1	NO	Color Plomizo con grava.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.6: Ficha de registro de campo del ramal 3 (C-5)

AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
EN LA LOCALIDAD DE HUACHUMA – AYABACA. PIURA. 2020

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño de obras hidráulicas y saneamiento.

OBJETIVO: Diseñar la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Huachuma – Ayabaca. Piura. 2020

FICHA DE REGISTRO				
FECHA		09 Enero del 2020		
Calicata		C-5		
Prof. Total (m)		1.50		
Coordenadas		636081 - 9501344		
Ubicación		Ramal 3		
Prof. (m.)	Espesor del Estrato (m)	Muestra	N.F	Descripción Visual del Estrato
0.05	0.05	S/M	NO	Material contaminado con vegetación.
1.50	1.45	M-1	NO	Material color Plomizo con Presencia de grava.

Fuente: Elaboración propia

Cabe indicar que los datos recogidos en las fichas de registro que se muestran en las tablas 3.2; 3.3; 3.4; 3.5 y 3.6 respecto a la estratificación del terreno son datos preliminares, ya que para identificar el tipo de suelo y clasificarlo se debe realizar los ensayos de laboratorio que se detallan líneas abajo, y una vez obtenidos los resultados se clasifican de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos SUCS, por tratarse de sistema de agua potable. Los perfiles estratigráficos de cada calicata se muestran en el anexo 5.

Una vez obtenidas las muestras de suelo se procedió a la realización de los ensayos de laboratorio pertinentes para cada calicata. Los ensayos efectuados estuvieron determinados de acuerdo a la ubicación de las calicata, así pues las calicatas ejecutadas en la línea de aducción y distribución y los ramales 1, 2 y 3 se les realizó los siguientes ensayos: contenido de humedad, granulometría y límites de Atterberg. Mientras que a la calicata realizada en el reservorio se le realizó los ensayos: contenido de humedad, granulometría, límites de Atterberg, sales solubles totales y corte directo, este último con la finalidad de obtener la capacidad portante del terreno para el diseño de la cimentación, respetando los parámetros establecidos en la normativa nacional como internacional; como se muestra continuación de carácter detallado en la tabla 3.7:

Tabla 3.7: Relaciones de ensayos de mecánica de suelos

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	ENSAYO NTP	METODO MTC	ENSAYO ASTM	PROPOSITO DEL ENSAYO
Análisis Granulométrico por tamizado	Clasificación	339.128	E- 107	D422	Para determinar la distribución del tamaño de partículas del suelos
Contenido de Humedad	Clasificación	339.127	E- 108	D2216	Determinar el contenido de humedad del suelo.
Límite Líquido	Clasificación	339.129	E – 110	D4318	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquido y Plástico.
Límite Plástico	Clasificación	339.129	E- 111	D4318	Hallar el contenido de agua entre los estados Plásticos y semi sólidos.
Índice Plástico	Clasificación	339.129	E- 111	D 4318	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico.
Clasificación de Suelos	Clasificación	339.134		D 2467	Determinar la Clasificación de los suelos mediante los Sistemas SUCS y ASSTHO.
Corte Directo	Cálculo de Capacidad Portante y Presión Admisible de Trabajo	339.171		D3080	Determinar el Angulo de Fricción Interna y Cohesión.
Sales Solubles Totales	Agresividad del Suelo a la Cimentación	339.152	E 219	D1883	Determinar la acción química del suelo por acción mecánica sobre la estructura de concreto.

Fuente: Elaboración propia

Los instrumentos y accesorios para llevar a cabo estos ensayos fueron: cucharón, capsulas, tazones, balanza, tamices, horno, casa grande, pírex y equipo de corte directo. A continuación se detalla las calicatas realizadas en el área de estudio:

Tabla 3.8: Relación detallada de calicatas ejecutadas.

Calicata	Muestras Obtenidas	Profundidad (m) A cielo abierto	Ubicación (coordenadas)	Nivel Freático (m)
C - 1	S/M	0.00 - 0.10	637598 9500054	NO
	M - 1	0.10 - 2.90		
C - 2	S/M	0.00 - 0.10	637250 9500113	NO
	M - 1	0.10 - 1.40		
C - 3	S/M	0.00 - 0.05	636680 9500643	NO
	M - 1	0.05 - 1.50		
C - 4	S/M	0.00 - 0.10	636355 9501298	NO
	M - 1	0.10 - 1.30		
C - 5	S/M	0.00 - 0.05	636081 9501344	NO
	M - 1	0.05 - 1.50		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.8. Se muestran las calicatas realizadas enumeradas correlativamente desde el reservorio hasta el ramal 3 respectivamente, también podemos observar el número de muestra, profundidad, coordenada y nivel freático. Con respecto a la profundidad de exploración de cada calicata se puede visualizar que la C-1 presenta una profundidad

de 2.90 metros, esto debido a que en esta superficie de terreno se ejecutara la estructura destinada al almacenamiento del agua reservorio, y por ende se necesita conocer la capacidad portante del terreno para realizar el diseño de cimentación, cabe indicar que la profundidad de exploración para la ejecución de una estructura no debe ser menor de 2.50 metros. Las calicatas C-2, C-3, C-4 y C-5 su profundidad de exploración es de 1.50 metros, debido a que en esa superficie de terreno se colocaran las redes de agua las cuales se instalaran a una profundidad variable entre 0.50 – 1.50 metros, y solo se necesita conocer su tipología del suelo a través del sistema unificado de clasificación de suelos SUCS; con relación al nivel freático se presenció que el terreno de exploración no presenta nivel freático.

Después de someter las muestras de suelo a los ensayos que se muestran en la tabla 3 (relaciones de ensayos de mecánica de suelos), se procedió a realizar la cuantificación de los datos utilizando formatos en Excel, de donde se obtuvo finalmente los resultados de los ensayos para la clasificación del suelo en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS, como se muestran a continuación en la tabla 3.9:

Tabla 3.9: Resumen de resultados de ensayos estándar en laboratorio.

CALICATA	C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 5
Muestra	M - 1				
Profundidad (m.)	0.10 - 2.90	0.10 - 1.40	0.05 - 1.50	0.10 - 1.30	0.05 - 1.50
% Pasa Malla N° 4	100	100	100	76.6	78.9

% Pasa Malla Nº 200	86.3	36.2	85.8	21.9	26.5
% GRAVA	0	0	0	23.4	21.1
% ARENA	13.7	63.8	14.2	54.7	52.4
Límite líquido	61	39	55	36	42
Índice Plástico	24	18	30	17	20
Contenido de humedad %	22.6	16.1	14.6	14.5	17.7
Clasificación de Suelos "SUCS"	MH	SC	CH	SC	SC

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.9. Se visualiza los resultados obtenidos después de haber trabajado las muestras en laboratorio, y haber calculado los resultados en plantillas Excel; de acuerdo a la clasificación SUCS utilizada para estos suelos se determinó que el terreno del área en estudio son suelos denominados finos: arcillas, arenas y limos de alta plasticidad con un contenido de humedad máximo de 22.6 %.

En la calicata C-1 reservorio se realizaron los ensayos corte directo y sales solubles totales los que se detallan enseguida en las tablas 3.10 y 3.12:

Tabla 3.10: Resumen de resultados de ensayo de corte directo.

ESTRUC TURA	Calicata	Muestra	Profundidad (m.)	Clasificación de Suelos "SUCS"	Angulo De Fricción Interna	Cohesión (kg/cm ²)
RESERVORIO	C - 1	M - 1	0,10 - 2,90	MH	10°	0.125

Fuente: Elaboración propia

Como se visualiza en la tabla 3.10: se muestran los resultados obtenidos después de haber trabajado la muestra en laboratorio y haber calculado los resultados en plantillas Excel, obteniendo un Angulo de fricción interna del suelo de 10°, dato utilizado para encontrar la capacidad portante del terreno.

Luego se obtuvo:

Tabla 3.11: Capacidad portante del terreno

DATOS GENERALES					Peso Volumétrico (γ)	Cohesión (c)	Angulo Fric. Int. (ϕ)
Estructura	Nº de Calicata	Nº de Muestra	Prof. (m)	Tipo de Suelo	(g/cm ³)	(kg/cm ²)	(°)
RESERVORIO	C - 1	M - 1	0.10 - 2.90	MH	1.223	0.125	10

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.11, se muestra la capacidad portante del terreno calculada en hojas de calculo excel, con el dato obtenido despues de realizar el ensayo de corte directo que fue de 10°; obteniendo asi el maximo peso de resistencia por centimetro cubico ademas de la cohesion del suelo por centimetro cuadrado.

Tabla 3.12: Resultados de ensayo de sales solubles totales.

DATOS			ENSAYO SALES SOLUBLES (%)
Calicata	Muestra	Profundidad (m)	
C - 1	M - 1	0.10 - 2.90	0.084

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.12, se muestran los resultados obtenidos después de realizado el ensayo de sales solubles totales, de donde se obtuvo un porcentaje de 0.084 %, lo que quiere decir que el suelo tiene una cantidad insignificante de sales.

Los resultados del estudio de mecánica de suelos a partir de las muestras de laboratorio y de los cálculos en plantillas Excel obtuvieron los siguientes datos de los ensayos generales efectuados a las 5 calicatas: contenido de humedad máximo de 22.6 %, índice de plasticidad 24, la granulometría de acuerdo al tamiz N° 200 fue de 83.3 %. Además, los datos obtenidos de los ensayos aplicados a la Calicata 1 fueron: ángulo de fricción interna 10 °, cohesión del suelo 0.125 kg/cm² y porcentaje de sales solubles 0.084 %. De acuerdo a la clasificación SUCS estos suelos son de tipo MH (limo de alta plasticidad), SC (arena arcillosa) y CH (arcilla de alta plasticidad), denominados suelos de grano fino, cuyo comportamiento es baja resistencia. (Ver anexo 5).

Con respecto al 3er objetivo específico que consistió en aplicar la normativa que establece los parámetros para el diseño de ampliación del sistema de abastecimiento de agua, se tuvo en cuenta la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, estipulada por el (MVCS). En donde se describen los parámetros de diseño tomados en cuenta para realizar la cuantificación de los cálculos hidráulicos, con los cuales se diseñó la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable.

Tabla 3.13: Parámetros de diseño

Parámetros de diseño	
Población de diseño	Proyección 20 años y tasa de crecimiento anual
Periodos de diseño	máximos recomendables: a) reservorio: 20 años e) Tuberías de conducción, impulsión, distribución: 20 años
Dotación de agua	sierra 40 – 50 lt/hab/día implementación de saneamiento: 100 lt/hab/día
Reservorio	Capacidad de regulación: 15% al 20% de la demanda diaria del promedio anual.
Redes de distribución	Cálculo hidráulico: fórmula Hazen Williams diámetros nominales mínimos: 25mm en redes principales 20mm en ramales.
Presión	Presión mínima en la red: 5 m. Presión estática máxima: 50 m.
Válvulas	Proyección: todas las derivaciones para ampliaciones y en los puntos de cotas más bajas de la red de distribución.
Servicio al usuario	Componentes mínimas: 1. Accesorios de empalme de 15 mm, a la red de agua. 2. Caja con válvula de control. 3. Tubería de alimentación 4. Válvula de interrupción

Fuente: Elaboración propia (basada en la NT-OTSS en el ámbito rural (2018)

Con respecto al objetivo específico 4 que consistió en conocer el resultado de los cálculos hidráulicos se utilizaron los parámetros de diseño descritos en la tabla 3.13, además de fórmulas estadísticas y científicas detalladas en el procedimiento.

a) Cálculo para reservorio

Para determinar los cálculos hidráulicos en cuanto el diseño del reservorio se siguió el siguiente procedimiento: en primer lugar se determinó la cantidad de habitantes actual de Huachuma:

Tabla 3.14: Población Huachuma

POBLACION	Nº HAB X VI	FUENTE	Nº VIVIENDAS
Huachuma	5.0	PROPIA	103
TOTAL	5.0	Habitantes	103

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.14 se muestra el número de viviendas y habitantes por vivienda de la localidad de Huachuma actual. De donde se determinó la población actual obteniendo así: población 2020: 515.00 habitantes. Especificando que la fuente de abastecimiento es propia.

Luego se procedió a calcular la población futura, cabe indicar que el método más utilizado para el cálculo de la población futura en las zonas rurales es el analítico y con más frecuencia el de crecimiento aritmético. Para lo cual se usó la siguiente expresión.

$$Pf = Pa \left(1 + \frac{rt}{100} \right)$$

Dónde:

Pf = Población futura

Pa = Población actual

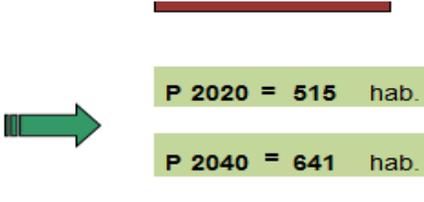
r = Coeficiente de crecimiento anual.

t = Tiempo en años (periodo de diseño)

Para el cálculo de la población futura se necesitó conocer el periodo de diseño, el que está establecido en la tabla 3.13; así pues se obtuvo que el periodo de diseño para obras de almacenamiento es de 20 años: t = 20 años. También se necesitó conocer el coeficiente de crecimiento anual, dato extraído del INEI en el 2007 donde la población adopta una tasa de crecimiento poblacional de 1.10 %, siendo este dato utilizado: r = 1.10 % con todos los datos establecidos se procedió a calcular la población futura obteniendo los resultados mostrados en la figura 3.3:

Figura 3.3: Ecuacion de crecimiento arimetrico para el cálculo de la poblacion futura

$$Pf = Pa \left(1 + \frac{rt}{100}\right)$$

$$P_f = P_{actual} \left(1 + \frac{r}{100}\right)^t$$


P 2020 = 515 hab.
P 2040 = 641 hab.

Fuente: Elaboración propia en base a fórmulas estadísticas haciendo uso de hojas de cálculo de Microsoft Excel

Luego se procedio a determinar la demanda de agua, dato tomado de la tabla 3.13, que indica que la dotacion para poblaciones rurales debe de ser de 100 l/hab/dia, cuando se proect saneamiento; tomando para el calculo una dotacion de: D = 100 l/hab/dia.

Después se procedió a calcular las variaciones periódicas que implican el cálculo de caudales que acontinuación se describen:

- ✓ Consumo promedio anual (Q_m)

$$Q_m = \frac{P_f \cdot D}{86400}$$

Dónde:

Q_m = Consumo promedio diario (l/s)

P_f = Poblacion futura

D = Dotacion (l/hab/dia)

Para el cálculo del caudal de consumo diario se reemplaza población futura $P_f = 641$ hab. calculado líneas arriba y la demanda de 50 l/hab/dia, se obtuvo el consumo promedio diario anual equivalente a: $Q_m = 0.37$ l/s

- ✓ Consumo máximo diario (Q_{md}) y horario (Q_{mh}):

$$Q_{md} = k_1 Q_m \quad Q_{mh} = k_2 Q_m$$

Dónde:

Q_m = Q_m = Consumo promedio diario (l/s)

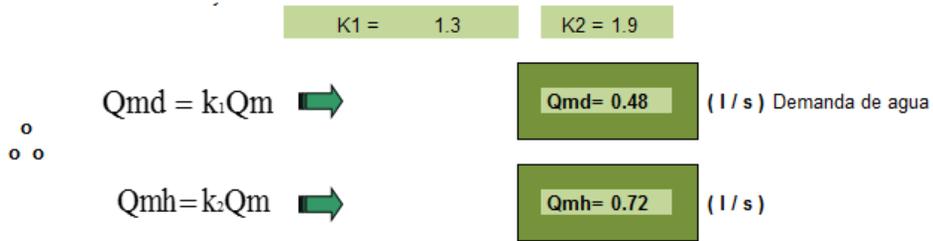
Q_{md} = Consumo máximo diario (l/s)

Q_{mh} = Consumo máximo horario (l/s)

K_1, K_2 = Coeficientes de variación

Con respecto al valor K_1 para poblaciones rurales varía entre 1.2 y 1.5; y los valores de K_2 varían desde 1 hasta 4. Ya con todos los datos necesarios para reemplazar en las formulas se procedió a calcular los caudales obteniendo los siguientes resultados:

Figuran 3.4: cálculos variaciones periódicas



Fuente: Elaboración propia en base a lo parametrado en la norma de cálculo de Microsoft Excel

Luego de haber obtenido los datos descritos líneas arriba se procedió a calcular el caudal necesario para abastecer a la población que a continuación se describe en la figura 3.15:

Tabla 3.15: Demanda de almacenamiento de agua

DEMANDA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

CÁLCULOS JUSTIFICATORIOS PARA EL RESERVORIO

$$V_{alm} = V_r + V_R + V_{ci}$$

Donde:

V_{alm} = Volumen de Almacenamiento

V_r = Volumen de Regulación

$$V_r = Q_{md} \times 0.25 \times 86.40$$

V_R = Volumen de Reserva

$$V_R = Q_{md} \times 0.05 \times 86.4$$

Entonces:

$$V_r : 10.39 \text{ M}^3$$

$$V_R : 2.08 \text{ M}^3$$

$$V_{ci} : 5.00 \text{ M}^3$$

$$V_{alma} : 17.47 \text{ M}^3 \quad 19.00 \text{ M}^3$$

Fuente: Elaboración propia en base a las formulas de la normativa haciendo uso de hojas de cálculo de Microsoft Excel

Por último, se procedió a diseñar el reservorio, obteniendo los siguientes datos que se describe en la figura 3.16:

Tabla 3.16: Datos del diseño del reservorio

DATOS DEL DISEÑO			
Poblac. de Diseño:	$P_d =$	641	hab.
Dotación:	Dot. =	100.00	L/h/d
Caudal Máx. Diario:	$Q_{md} =$	0.481	Lps
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO			
Vol. de Regulación:	$V_{reg} =$	10.390	m ³
Vol. de Almac.:	$V_{alm} =$	19.00	m ³
DIMENSIONAMIENTO DEL RESERVORIO (Cuadrado)			
Ancho:	$b =$	3.50	m
Altura Útil:	$h =$	2.00	m
Borde Libre:	$bl =$	0.3	m
Volumen Útil:	$V_{util} =$	24.50	m ³
Volumen Total:	$V_{total} =$	28.2	m ³

Fuente: Elaboración propia en base a las formulas de la normativa haciendo uso de hojas de cálculo de Microsoft Excel

En la figura 3.16, se muestra el dimensionamiento de la estructura reservorio obtenido después de haber realizado los cálculos mostrados en la figura 3.3, 3.4 y la tabla 3.15. El plano de diseño se encuentra detallado en el anexo 6.

b) Diseño de tuberías

Con respecto al diseño de las redes se realizó lo siguiente:

En primer lugar se determinaron la totalidad de nodos existentes y proyectados del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Huachuma, tomando como punto de inicio para la cuantificación de los nodos el reservorio. Luego se cuantifico la cantidad de lotes inmersos entre cada nodo para poder obtener la demanda de agua necesaria en cada nodo. La demanda empleada para el cálculo fue de 100 l/hab/día que se muestra en la tabla 3.13. (Ver anexo 9)

Luego se procedió a determinar la demanda concurrente en cada nodo, lo que conllevó determinar las tuberías que se desprenden de cada nodo y el número de lotes a abastecer, enseguida se detalla la hoja de cálculo que se empleó para determinar la demanda en cada nodo:

Tabla 3.17: Cálculo de demanda en cada nodo

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA EN CADA NODO				
NODO	TRAMOS CONCURRENTES	DEMANDA (L/s)	DEMANDA TOTAL (L/s)	
J1	R1-J1	0.000	0.0046	l/s
	J1-J2	0.005		
	J1-J3	0.000		
J2	J1-J2	0.005	0.005	l/s
J3	J3-J4	0.002	0.006	l/s
	J3-J5	0.001		
J4	J3-J4	0.002	0.002	l/s
	J3-J5	0.001		
J5	J5-J6	0.003	0.006	l/s
	J5-J7	0.001		
	J5-J6	0.003		
J6	J5-J6	0.003	0.003	l/s
J7	J7-J8	0.001	0.002	l/s
	J7-J8	0.001		
J8	J7-J8	0.001	0.001	l/s
J9	J9-J10	0.017	0.024	l/s
	J9-J11	0.007		
J10	J9-J10	0.017	0.017	l/s
J11	J11-J12	0.001	0.017	l/s
	J11-J14	0.016		
J12	J12-J13	0.013	0.013	l/s
J13	J13-J2	0.013	0.013	l/s
J14	J14-J15	0.001	0.023	l/s
	J14-J18	0.022		
J15	J15-J16	0.010	0.019	l/s
	J15-J17	0.008		
J16	J16-J15	0.010	0.010	l/s
J17	J17-J15	0.008	0.008	l/s
J18	J18-J19	0.001	0.007	l/s
	J18-J20	0.006		
J19	J19-J18	0.001	0.001	l/s
J20	J20-J21	0.001	0.002	l/s
	J20-J22	0.001		
J21	J20-J21	0.001	0.001	l/s
J22	J22-J23	0.001	0.001	l/s
	J23-J26	0.001		
J23	J22-J23	0.001	0.003	l/s
	J23-J24	0.001		
	J23-J25	0.001		
J24	J24-J23	0.001	0.001	l/s
J25	J25-J23	0.001	0.001	l/s
J26	J26-J22	0.001	0.001	l/s

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.17, se detalla el nodo, el tramo concurrente de cada tubería hacia los nodos, la demanda en cada tramo de tubería y finalmente la demanda en cada nodo.

Finalmente, determinados los nodos, longitud y las cotas del plano topográfico que se muestra en la tabla 3.1 y la demanda en la tabla 3.17, se elaboró la tabla 3.18 que se muestra a continuación:

Tabla 3.18: Nodos, demanda y cota

NODO	DEMANDA (L/s)	COTA (msnm)
J1	0.005	1851.030
J2	0.005	1808.200
J3	0.006	1850.320
J4	0.002	1836.230
J5	0.006	1827.350
J6	0.003	1799.320
J7	0.002	1818.230
J8	0.001	1791.210
J9	0.024	1811.230
J10	0.017	1744.160
J11	0.017	1784.660
J12	0.013	1779.080
J13	0.013	1773.320
J14	0.023	1769.090
J15	0.019	1767.940
J16	0.010	1762.950
J17	0.008	1758.600
J18	0.007	1751.460
J19	0.001	1714.320

J20	0.002	1703.320
J21	0.001	1628.960
J22	0.001	1581.900
J23	0.001	1560.820
J24	0.003	1520.800
J25	0.001	1525.980
J26	0.001	1572.310
R1		1852.880

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de los cálculos hidráulicos para el diseño de ampliación (objetivo 4to) fueron: la población proyectada al 2040 fue de 641 habitantes en Huachuma, el caudal máximo diario 0.48 l/s y caudal máximo horario 0.72 l/s. A partir de esta data se diseñó el reservorio de forma cuadrada de 3.50 mts de ancho x 3.50 mts de largo y 2 m altura para un volumen de 24.50 m³. (Ver anexo 8). Así mismo el cálculo de la demanda de agua, para el diseño de las tuberías fue 100 l/hab/día, obteniendo una demanda de 0.125 l/s.

Con respecto al objetivo específico 5 que consistió en establecer el diseño haciendo uso de software WaterCAD se realizó lo siguiente:

Primero se importó el plano topográfico al WaterCAD, luego se dibujó los componentes del sistema de agua potable y se introdujeron los datos que se muestran en la tabla 3.18, seguidamente se hizo el cálculo y se obtuvo resultados insatisfactorios en cuanto a la presión ya que excedía los parámetros de diseño detallados en la tabla 3.13 (que nos indica que la presión máxima = 50 m), y en este sistema se tenía presiones que superaban los 200 m. por lo que se hizo necesario la colocación de 8 válvulas reductoras de presión, en los nodos donde la presión era

excesiva, esto conlleva a que la presión en estos puntos disminuya considerablemente y se adecue a lo exigido por la normativa. Seguidamente se muestran las tablas de cálculo del software WaterCAT:

Tabla 3.19. Nodos

Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H ₂ O)
J-1	1,851.03	0.002	1,854.58	4
J-2	1,808.20	0.002	1,854.58	46
J-3	1,850.32	0.003	1,854.58	4
J-4	1,836.23	0.001	1,854.58	18
J-5	1,827.35	0.003	1,854.57	27
J-6	1,799.32	0.002	1,854.57	55
J-7	1,818.23	0.001	1,854.57	36
J-8	1,791.21	0.001	1,854.57	63
J-9	1,811.23	0.012	1,854.57	43
J-10	1,744.16	0.009	1,784.67	40
J-11	1,784.66	0.009	1,798.90	14
J-12	1,779.08	0.006	1,798.90	20
J-13	1,773.32	0.006	1,798.90	26
J-14	1,769.09	0.012	1,798.89	30
J-15	1,767.94	0.009	1,798.89	31
J-16	1,762.95	0.005	1,798.89	36
J-17	1,758.60	0.004	1,798.89	40
J-18	1,751.46	0.003	1,761.78	10
J-19	1,714.32	0.001	1,761.78	47
J-20	1,703.32	0.001	1,734.33	31
J-21	1,628.96	0.001	1,667.82	39
J-22	1,581.90	0.001	1,665.52	83
J-23	1,560.82	0.001	1,571.29	10
J-24	1,520.80	0.002	1,571.29	50
J-25	1,525.98	0.001	1,571.29	45
J-26	1,572.31	0.001	1,600.00	28

Fuente: Elaboración propia en el software waterCAD V8i

La tabla 3.19, muestra los resultados obtenidos en el software waterCAD, donde se visualiza que la presión cumple con los parámetros de diseño.

La tabla 3.20: Tramos de tubería.

Label	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Length (m)
P-1	RES.1	J-1	55.4	PVC	150	0.099	0.04107	10
P-2	J-1	J-2	44.4	PVC	150	0.002	0.00129	145
P-3	J-1	J-3	55.4	PVC	150	0.095	0.03941	7
P-4	J-3	J-4	44.4	PVC	150	0.001	0.00065	244
P-5	J-3	J-5	55.4	PVC	150	0.091	0.03775	163
P-6	J-5	J-6	44.4	PVC	150	0.002	0.00129	100
P-7	J-5	J-7	55.4	PVC	150	0.086	0.03568	56
P-8	J-7	J-8	44.4	PVC	150	0.001	0.00065	116
P-9	J-7	J-9	55.4	PVC	150	0.084	0.03485	44
P-12	J-11	J-12	44.4	PVC	150	0.012	0.00775	47
P-13	J-12	J-13	44.4	PVC	150	0.006	0.00388	125
P-14	J-11	J-14	55.4	PVC	150	0.042	0.01742	138
P-15	J-14	J-15	44.4	PVC	150	0.018	0.01163	20
P-16	J-15	J-16	44.4	PVC	150	0.005	0.00323	156
P-17	J-15	J-17	44.4	PVC	150	0.004	0.00258	164
P-19	J-18	J-19	44.4	PVC	150	0.001	0.00065	227
P-24	J-23	J-24	44.4	PVC	150	0.002	0.00129	256
P-25	J-23	J-25	44.4	PVC	150	0.001	0.00065	147
P-27	J-9	VRP1	55.4	PVC	150	0.063	0.02614	95
P-28	VRP1	J-11	55.4	PVC	150	0.063	0.02614	109
P-29	J-20	VRP2	55.4	PVC	150	0.006	0.00249	262
P-30	VRP2	J-22	55.4	PVC	150	0.006	0.00249	580
P-31	J-14	VRP3	55.4	PVC	150	0.012	0.00498	97
P-32	VRP3	J-18	55.4	PVC	150	0.012	0.00498	137
P-33	J-18	VRP4	55.4	PVC	150	0.008	0.00332	73
P-34	VRP4	J-20	55.4	PVC	150	0.008	0.00332	131
P-35	J-22	VRP5	44.4	PVC	150	0.004	0.00258	47
P-36	VRP5	J-23	44.4	PVC	150	0.004	0.00258	46
P-37	J-22	VRP6	55.4	PVC	150	0.001	0.00041	194
P-38	VRP6	J-26	55.4	PVC	150	0.001	0.00041	184
P-39	J-20	VRP7	44.4	PVC	150	0.001	0.00065	246
P-40	VRP7	J-21	44.4	PVC	150	0.001	0.00065	269
P-41	J-9	VRP8	44.4	PVC	150	0.009	0.00581	115
P-42	VRP8	J-10	44.4	PVC	150	0.009	0.00581	178

Fuente: Elaboración propia en el software waterCAD V8i

La tabla 3.20, muestra los resultados obtenidos en el software WaterCAD, donde se visualiza el método empleado para el cálculo (Hazen-Williams), que es el método más usado y el que recomienda la normativa. Además de los resultados tales como diámetro y velocidad.

Tabla 3.21: Válvula reductora de presión

Label	Elevation (m)	Diameter (mm)	Hydraulic Grade (From) (m)	Hydraulic Grade (To) (m)
VRP1	1,798.90	55.4	1,854.58	1,798.90
VRP2	1,665.52	55.5	1,734.33	1,665.52
VRP3	1,761.78	55.4	1,798.90	1,761.78
VRP4	1,734.33	55.4	1,761.78	1,734.33
VRP5	1,571.29	44.4	1,665.52	1,571.29
VRP6	1,600.00	55.4	1,665.52	1,600.00
VRP7	1,667.82	44.4	1,734.33	1,667.82
VRP8	1,784.67	44.4	1,854.58	1,784.67

Fuente: Elaboración propia en el software WaterCAD V8i

La tabla 3.21, muestra los resultados obtenidos en el software WaterCAD, datos como elevación, diámetro y gradiente hidráulica.

Con los resultados obtenidos del análisis realizado por el software WaterCAD se realizó el diseño de ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Huachuma – Ayabaca. Piura. 2020. (Ver anexo 8).

IV. DISCUSIÓN

Con relación a la determinación del estudio topográfico, WOLF, P. y RUSSELL, B (1998), manifiestan que los estudios topográficos deben hacer uso de un sistema de manera tal recoja la medición, proceso, localización y replanteamiento de información geográfica, tanto en mapas y planos estableciendo curvas de nivel para determinar las cotas por coordenadas donde se ubicaran las obras de ingeniería.

Respecto a los resultados de la presente investigación se obtuvo que el plano de la superficie del terreno con sus respectivas curvas de nivel, distan de gran distancia entre ellas; lo que indicó que el terreno presenta gran pendiente en su superficie. Esto influenció en el diseño de las redes, optando por la continuación de un sistema por gravedad y la colocación de cámaras rompe presión en los puntos de mayor pendiente. (Ver tabla 3.1).

De igual forma GAMARRA, G. y RENGIFO, A. (2018) en su investigación sobre el estudio de un acuífero en el centro poblado nuevo milagro – km 21,2 carretera Iquitos – nauta 2018, para determinar el estudio topográfico, realizó la recolección de datos de campo utilizando el instrumento estación total, luego vació los datos al software civil 2d, obteniendo las curvas de nivel de la superficie terrestre desde la captación hasta el reservorio, las que presentaron altitudes considerables, lo que estableció que el terreno presenta grandes desniveles; influyendo en el tipo de sistema a utilizar para el transporte del flujo.

De las dos investigaciones descritas se infiere que ambas utilizan la misma metodología en la realización del estudio de topografía, además

encuentran que la superficie del terreno presenta gran pendiente, lo que influyo en el tipo de sistema a utilizar.

En cuanto al segundo objetivo específico que consistió en determinar el estudio de mecánica de suelos, el Manual de Ensayo de Materiales (2014) describe que para la realización de cada ensayo de laboratorio, debe de realizarse tres fases: toma de muestra in situ, trabajo de la muestra en laboratorio y cuantificación de los datos, así mismo, menciona que el tipo de suelo está determinado por la clasificación SUCS (se hace uso de clasificación ASHTO, cuando el proyecto se realiza con fines de pavimentación. En cuanto a los resultados de esta investigación se obtuvo que los tipos de suelos fueron MH, CH y SC según la clasificación SUCS, presentando una estratigrafía uniforme hasta la profundidad de auscultación máxima de 2.90 metros respectivamente. (Ver tablas 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3,7 y 3.9).

De igual forma MACHADO, A. (2018), en su investigación sobre el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el centro poblado Santiago, distrito de Chalaco, Morropón. Piura; efectuó un trabajo de campo para el recojo de las muestras de suelo empleando herramientas básicas y una ficha de recolección de datos, después realizo los ensayos de laboratorio y posteriormente realizo la cuantificación de datos, obteniendo suelos de tipo SC, CL Y CH los que presentaron una estratigrafía casi uniforme hasta profundidades de 3.00 y 6.00 metros explorados.

De ambas investigaciones se deduce que utilizan la misma metodología consistiendo en un trabajo de campo, laboratorio y gabinete; secuencia seguida para efectuar un estudio de mecánica de suelos, además los

resultados obtenidos son bastantes parecidos ya que la preponderancia del suelo encontrado son aquellos catalogados como suelos finos según la clasificación SUCS, denominados suelos de baja resistencia; y que requieren de un mejoramiento ya sea físico o químico para mejorar sus propiedades mecánicas y hacerlos aptos para la construcción.

Por lo que respecta al cuarto objetivo específico concerniente a conocer los cálculos hidráulicos. La norma técnica opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento rural (2018), indica que los sistemas de agua potable deberán ser proyectados para un periodo mínimo de 20 años, estimando la población de diseño de acuerdo a tasas de crecimiento de su comunidad. En la investigación actual se determinó la población futura proyectada al año 2040 obteniendo un total de 641 habitantes, consumo máximo diario 0,48 l/s y caudal máximo horario de 0.72 l/s; datos que se utilizaron para concretar el diseño de la estructura de almacenamiento, referente a las redes de aducción y redes de distribución, se fijó la demanda en cada nodo que conforma el sistema y se estableció la demanda mínima requerida diaria de 0.125 l/s. (ver figuras 3.1, 3.2 y tablas 3.15, 3.16, 3.17.)

Análogamente SAAVEDRA, G. (2018), en su investigación nombrada propuesta técnica para el mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable en los centros poblados rurales de Culqui y Culqui Alto en el distrito de Paimas, provincia de Ayabaca. Piura; encontró que su población proyectada para 20 años ascendía a 252 habitantes, su caudal de consumo máximo diario fue de 0.46 l/s, caudal máximo horario de 0.75 l/s y el dimensionamiento del reservorio fue para un volumen de

16.2 m³ y el análisis de demanda se hizo por cada nodo que conforma el sistema obteniendo 1.16 l/s.

De ambas investigaciones se argumenta que los datos resultantes tienen un margen de diferencia mínimo, producto de la cantidad de habitantes proyectados a un periodo de tiempo de 20 años, siendo esta la responsable de la variabilidad de los resultados; la poca diferencia de resultados se atribuye a las características de las zonas ya que ambas investigaciones se encuentran dentro de la provincia de Ayabaca, siendo las características en cuanto a crecimiento poblacional bastante parecidas

De acuerdo al quinto objetivo específico que consiste en establecer el diseño de ampliación del sistema haciendo uso del software WaterCAD, la Norma Técnica Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento Rural (2018) estipulada por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento establece que la presión máxima de una red debe ser 50 metros de altura, la velocidad no debe ser de 0.60 m/s ni mayor de 3 mts/seg, el diámetro de las tuberías debe ser mínima 25 mm en redes principales y 20 mm en ramales. Los resultados obtenidos respecto al 5to objetivo del estudio actual no estuvieron en concordancia con lo que establece la norma, por ello se hizo necesario la colocación de válvulas rompe presión para disminuir la presión inicial encontrada superior a 50 metros de altura. Así también se determinó que los diámetros de las tuberías serían de 4 pulgadas y velocidades inferiores de 0.60 m/s, atribuyéndose a la escases del fluido en la red. (Ver tablas 3.19, 3.20, 3.21).

De igual forma LOSSIO, M. (2012), En su investigación denominada sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones; sus resultados obtenidos utilizando el software WaterCAD, fueron presiones superiores a los 50 metros columna de agua y de velocidades menores a 0.60 m/s, lo primero lo modifiqué colocando cámaras rompe presión en líneas de las redes, disminuyendo la presión por debajo de los 50 metros, alcanzando lo requerido por la norma; mientras que la velocidad quedó debajo de lo requerido por la norma.

Ambas investigaciones tienen en común no haber alcanzado cumplir con la velocidad mínima requerida por la norma técnica; esto debido a la asignación de demanda de agua para zonas rurales que es considerablemente baja, los valores van de 50 l/hab./día a 100 l/hab./día cuando se proyecta alcantarillado, asimismo la cantidad de habitantes en centros poblados rurales no es muy protuberante; así pues se les atribuye a estos factores como los responsables de obtener valores inferiores de 0,60 m/s en lo que respecta a la velocidad del fluido.

V. CONCLUSIONES

1. El estudio topográfico determino que el terreno de la localidad de Huachuma – Ayabaca – Piura, presenta grandes inclinaciones en su superficie, siendo más notoria en los ramales 1,2 y 3; a partir de los cuales se conducirá el agua a los predios sin servicio, continuando el aprovechamiento del abastecimiento de agua por gravedad. Y a partir del levantamiento catastral se constató que las viviendas que no cuentan con abastecimiento de agua es dispersa, es decir, que la distancia entre cada predio excede los 100 mts. Lineales.
2. El resultado de la mecánica de suelos determinó que el área donde se ubica es un suelo denominado de tipo MH (limo de alta plasticidad) el cual presenta un comportamiento mecánico muy deficiente. En el área donde se proyecta la línea de aducción y distribución presenta un suelo de tipo CH (arcilla de alta plasticidad) cuyo comportamiento con presencia de humedad es muy deficiente y el área donde se proyectan los ramales 1, 2 y 3 presenta un tipo de suelo SC arena arcillosa, cuyo comportamiento también es deficiente.
3. Se estimó el crecimiento poblacional de Huachuma al 2040, en 641 individuos, el caudal máximo diario obtenido fue de 0.48 l/s y caudal máximo horario de 0.72 l/s, valores con los que se dimensiono el reservorio, optando por el diseño de una forma cuadrada de 3.50 metros de ancho y 2 metros de altura, la demanda se obtuvo haciendo el cálculo del caudal concurrente en cada uno de los 26 nodos, obteniendo una demanda de 0.125 l/s.
4. El diseño de la red de aducción y redes de distribución se realizó utilizando el Software WaterCAD, obteniendo un diámetro de 2

pulgadas para la línea de aducción, 1.5 pulgadas para los ramales de distribución y 0.5 pulgada para la conexión domiciliaria, presión máxima 50 metros de altura y velocidad máxima de 0.04 m/s.

VI. RECOMENDACIONES

1. Con respecto al área donde se construirá la estructura de concreto armado reservorio al encontrarse un suelo de tipo MH, se encarga realizar la cimentación a la profundidad de 1 metro posteriormente realizar una sobre excavación de 1 metro, el cual debe ser reemplazarlo por una capa de 0.60 metros de altura de Over de diámetro entre 3 y 6 pulgadas, sobre esta una capa de hormigón de 0.40 metros de altura y un solado de 0.10 metros de concreto de 100 kg/cm², para recién de ahí levantar la estructura. En las zonas de línea de aducción y redes de distribución se deberá colocar una capa de arena de 0.20 metros debajo de la tubería y una capa de 0.30 metros por encima para proteger la tubería, luego se completara el relleno de la zanja con material propio extraído de la excavación. La profundidad de excavación deberá ser de 1 metro cuando la tubería cruce alguna trocha carrózale y de 0.60 metros cuando el recorrido sea por terreno eriazo.
2. Las redes de tubería que crucen por terrenos rocosos o sean colocadas en pases aéreos, al estar expuestas a las condiciones ambientales, se deberá optar por la colocación de tubería galvanizada, las cámaras rompe presión deberán cimentarse sobre una capa de hormigón de 0.20 metros de altura y sobre esta un solado de 0.10 metros; las paredes, la parte inferior y la tapa deberá ser de concreto de resistencia de 210 kg/cm². Asimismo se hizo necesario la colocación de cámaras rompe presión de tipo 7 en la línea de aducción y ramales.

REFERENCIAS

1. AGUERO, Roger. Agua potable para poblaciones urbanas.[En línea]. 3ª ed. Lima :Asociación servicios educativos rurales. 2014. [citado el: 06 de mayo del 2020.] Disponible: <https://es.slideshare.net/yanethyovana/agua-potable-parapoblacionesruralesroger-aguero-pittman>
2. ALONSO, Jesus, SANTIUSTE, Carlos. Proyecto de un sistema de abastecimiento de agua potable en Togo. *tesis*. [ingeniería técnica industrial mecánica] España: Universidad Carlos III de madrid.2015. disponible en: https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/5469/PFC_Jesus_Serrano_Alonso.pdf;jsessionid=C54D97D200374D6156A1EE5AD300D5E2?sequence=1.
3. AGUA, saneamiento y residuos solidos. BID mejorando vidas. [En línea] [Citado el: 29 de Abril de 2020.] disponible en: <https://blogs.iadb.org/agua/es/dia-mundial-del-agua-2019/>. (2).3.
4. BALESTRINI, Mirian. Como elarar un proyecto de investigación. [en línea] . 7ªed. Venezuela constructores asociados., 2006. disponible en: <http://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w23581w/w23581w.pdf>.
5. BARRIOS, carlos. Guía de orientación de saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades ser Jesús maría, lima - Perú: set; 2009. [En línea] 2009. http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/0gral/078_guia_alcaldes_SB/Guia_alcaldes_2009.pdf.
6. BENZA, manuel. RRP noticias. [En línea] [Citado el: 29 de Abril de 2020.] <https://rpp.pe/peru/actualidad/la-falta-de-agua-potable-afecta-a-8-millones-de-peruanos-noticia-998969>. (5).
7. BATRES, Jose, FLORES, David Israel y QUINTANILLA , Alberto. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, desino de alcantarillado sanitario y de aguas de lluvia para el municipio de San luis del carmen en Chalatenango. *tesis*. (Igeniero civil) Salvador:universidad de el salvador(Facultad de ingenieria y arquitectura) 2010. disponible en:

http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2051/1/Redise%C3%B1o_del_sistema_de_abastecimiento_de_agua_potable,_dise%C3%B1o_del_alcantarillado_sanitario_y_de_aguas_lluvias_par_el_municipio_de_San_Luis_del_Carmen,.pdf.

8. CONCYTEC. Reglamento de clasificación, clasificación de registro de los investigadores de ciencias, tecnología e innovación tecnológica-reglamento RENACYT. 02 de Octubre de 2019, pág. 12 .

9. DEPARTAMENTO de salud, educación y bienestar de los Estados Unidos. informe belmont. [En línea] 1979. http://www.innsz.mx/opencms/contenido/investigacion/comiteEtica/informe_belmont.html.

10. GAMARRA, Giancarlo y RENGIFO, Alexis. Estudio de un acuífero y la calidad de agua potable en el centro poblado nuevo milagro – km21, 2 carretera Iquitos – nauta 2018. tesis (ingeniero civil). Loreto: Universidad científica del Perú, 2018. disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/509/Gamarra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

11. GOMES, Marcelo. *Metodología de la investigación científica*. [en línea] 1ª ed. Argentina : Editorial Brujas, 2006. [fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

disponible en:

https://books.google.com.pe/books/about/Introducci%C3%B3n_a_la_metodolog%C3%ADa_de_la_in.html?id=9UDXP4U7aMC&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

12. HERNANDEZ, Roberto; FERNANDEZ, Carlos; BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. [en línea] 6.ª ed. México : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. [fecha de consulta: 23 mayo 2020]. disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>.

ISBN: 978-1-4562-2396-0.

13. INSTITUTO nacional de estadística e informática. Perú: estimación y proyecciones de la población, 1950-2050. Lima, agosto del 2001, 212 pp.

Disponible en:

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib0466/Libro.pdf

14. ILLÁN , Nemecio. Evaluacion y mejoramiento del sistema de agua potable del asentamiento humano Heroes del Cenepa, distrito de Buenavista Alta provincia de Casma, Ancash - 2017. tesis (ingeniero civil). Ancash: (universidad cesar vallejo) 2017. disponible en:http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12203/illan_mn.pdf?sequence=1&isAllowed=y

15. LAM, José. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea captzín chiquito, municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango. tesis. (ingeniero civil). Guatemala: universidad san carlos de Guatemala. (facultad de ingeniería), 2011. disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3296_C.pdf.

16. LÓPEZ, Ricardo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. [en línea] 2ª ed. Colombia: editorial escuela Colombiana de ingeniería., 2017. [fecha de consulta: 24 de noviembre de 2019] disponible en: <https://es.scribd.com/document/129981733/Elementos-de-Diseno-de-Acueductos-y-Alcantarillado-Lopez-Cualla>.

17. LOSSIO, Moira. Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para cuatro Poblados Rurales del Distrito de Lancones. tesis(ingeniero civil). Piura: Universidad de Piura, 2012. disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2053>.

18. MACHADO, Adrian. Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Centro Poblado Santiago, Distrito de Chalaco, Morropon – Piura. tesis(ingeniero civil). Piura: Universidad nacional de Piura, 2018. disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUMP_d30a4aa6418d3b9e2a92e0a7df37c2ef/Details.

19. MINISTERIO de vivienda construcción y saneamiento (Perú). Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural. Lima: 2018.193 pp.

20. MINISTERIO de transportes y comunicaciones (Perú). Manual de ensayo de materiales. Lima, Mayo del 2016. 1269 pp. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

21. MONZÓN, Jairo. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío de Masac, provincia de Yungay, Ancash - 2017". tesis (ingeniero civil). Ancash: Universidad cesar vallejo, 2017. disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/12264>.

22. MVCS, Pronasar, MINDIS Y FONCODES. Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento en centros poblados rurales. [En línea] 2004.

Disponible en:

https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/saneamiento/_3_Parametros_de_dise_de_infraestructura_de_agua_y_saneamiento_CC_PP_rurales.pdf.

23. (OMS), Organización mundial de la salud. [En línea] [Citado el: 29 de Abril de 2020.] disponible en: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water#](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water#.). (1).

24. (OMS), Procesos en materia de agua potable y saneamiento (JMP). [En línea] [Citado el: 30 de abril del 2020] Disponible: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/jmp-2015-update/es/

25. PALACIOS, Alfredo." Problematicas de agua y saniamiento en el Perú". EXPRESO. [En línea] [Citado el: 29 de Abril de 2020.]

26. PERÚ, Programa de las naciones unidas para el desarrollo. (Agua limpia y saniamiento) [En línea] [Citado el: 29 de Abril de 2020.] disponible en:

<https://www.pe.undp.org/content/peru/es/home/search.html?q=agua+y+saneamiento>.

27. PINEDO, Carlos. Eficiencia tecnica del sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Namballe - San Ignacio, 2016. Tesis (ingeniero civil) Cajamarca:universidad nacional de cajamarca, 2017. disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1087>

28. (PNUD) Informe sobre Desarrollo Humano 2019. [En línea] [citado el: 04 el mayo del 2020]

27. SAAVEDRA, Gustavo. Propuesta tecnica para el mejoramiento y ampliacion del servicio de agua potable en los centros poblados rurales de culqui y culqui alto en el distrito de Paimas, provincia de Ayabaca - Piura. tesis (ingeniero civil) Piura:Universidad nacional de piura, 2018. Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1249>

29. TAMAYO, Mario. Proceso de la investigacion cientifica. [En línea] 5^a ed. Mexico:editorial Limusa S.A. 2017. [fecha de consulta:25 de abril del 2020]. disponible en: <https://es.slideshare.net/sarathrusta/el-proceso-de-investigacion-cientifica-mario-tamayo-y-tamayo1>. ISBN: 9786070501388.

30.GUÍA para la identificacion, formulación y evaluación social de proyectos de inversion publica de servicios de saniamiento básico urbano, a nivel de perfil. (Perú) 2010. Lima: 2010. 339 pp

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Sistema de abastecimiento de agua potable	Es la composición de diferentes componentes que tiene como finalidad primordial, entregar a los habitantes de una población, agua en Cantidad y calidad adecuada para satisfacer sus necesidades. (Manual de diseño para proyectos de hidráulica)	Se realizaron los estudios básicos tales como: estudio topográfico donde se utilizó para la recolección de datos el instrumento estación total para la toma de datos in situ y el software Civil 2D para la obtención del plano topográfico con sus respectivas curvas de nivel; estudio de mecánica donde se utilizó la ficha de registro para registrar la estratigrafía del suelo presente en el área de estudio, luego se elaboró una tabla con los parámetros de diseño recogidos de la normativa vigente, secuencialmente se realizó los cálculos hidráulicos de donde se obtuvo la data que fue introducida al software WaterCAD, de donde se obtuvo el diseño de ampliación.	Topografía	Levantamiento topográfico. Levantamiento catastral	ORDINAL
			Estudio de mecánica de suelos	-Contenido de Humedad -Granulometría -Límites de Atterberg - Sales Solubles Totales - Corte directo - Capacidad portante	ORDINAL
			Normativa Técnica Peruana estipulada por el MCVS,	Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento Rural (2018)	ORDINAL
			Cálculos hidráulicos	Población futura Caudal máximo diario y horario Dimensiones del res. Demanda	ORDINAL
			Software	WaterCAD	ORDINAL

Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

Ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Huachuma – Ayabaca. Piura. 2020

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Línea de investigación: Diseño de obras hidráulicas y saneamiento.

OBJETIVO: Diseñar la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Huachuma – Ayabaca. Piura. 2020

FICHA DE REGISTRO				
FECHA				
Calicata				
Prof. Total (m)				
Coordenadas				
Ubicación				
Prof. (m.)	Espesor del Estrato (m)	Muestra	N.F	Descripción Visual del Estrato

Anexo 3. Validación de instrumento



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Rodolfo Ramal Montejo con DNI N° 40025067 Doctor en Maestría Docencia Universitaria N° ANR/COP 88658, de profesión Ingeniero Civil desempeñándome actualmente como Coordinador de Cursos en Universidad César Vallejo

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

Guía de Pautas y Cuestionario

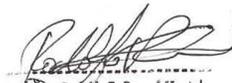
Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Guía de Pautas Para Jóvenes Universitarios de la UCV-Piura	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad				X	
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia			X		
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	


 Rodolfo E. Ramal Montejo
 CIP. 88658

Cuestionario Para Jóvenes Universitarios de la UCV-Piura	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad				X	
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia			X		
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura el 18 de noviembre del 2019.


 Rodolfo E. Ramal Montejo
 CIP. 86658

Mgtr. : Rodolfo Ramal Montejo
 DNI : 40025063
 Especialidad : Ingeniero Civil
 E-mail : rodoloram@hotmail.com

Anexo 4. Plano topográfico Civil 2d



Anexo 5. Ensayos de laboratorio de mecánica.

Anexo 5.1. Registros de exploración de C-1 a C-5

PROYECTO:	AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE HUACHUMA - AYABACA. PIURA. 2020	
UBICACIÓN:	Huachuma, Prov. Ayabaca, Dpto. Piura	FECHA: 08 enero del 2020

REGISTRO DE EXPLORACIÓN (NTP 339.150)

CALICATA	C - 1	N.F. (m)	NO	COORDENADAS: 637 588 - 9500054
Prof. Total (m)	2.90	Reservorio		

Prof. (m)	Espesor del Estrato (m)	Muestra	N.F	Descripción Visual del Estrato	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Observación
0.10	0.10	S/M	NO	0,00 - 0,10.- MATERIAL CONTAMINADO.	---	---	---
2.80	2.80	M - 1	NO	0.10 - 2.80.- LIMO DE ALTA PLASTICIDAD, ESTADO HUMEDO, CONSISTENCIA FIRME.	MH A - 7 - 5 (26)		---
2.90							

Registro fotografico:



PROYECTO:	AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE HUACHUMA - AYABACA. PIURA. 2020	
UBICACIÓN:	: Huachuma, Prov. Ayabaca , Dpto. Piura	FECHA: 08 de enero del 2020

REGISTRO DE EXPLORACIÓN
(NTP 339.150)

CALICATA	C - 2	N.F. (m)	NO	COORDENADAS: 637250 - 9500113
Prof. Total (m)	1.40			Ramal 1

Prof. (m.)	Espesor del Estrato (m)	Muestra	N.F	Descripción Visual del Estrato	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Observación
0.10	0.10	S/M	NO	0.00 - 0.10,- MATERIAL CONTAMINADO.	---	---	---
1.40	1.30	M - 1	NO	0.10 - 1.40,- ARENA ARCILLOSA CON TRAZAS DE GRAVA. ESTADO HUMEDO, CONSISTENCIA DURO.	SC A - 6 (2)		---

Registro fotografico:



PROYECTO:	AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE HUACHUMA - AYABACA, PIURA, 2020	
UBICACIÓN:	: Huachuma, Prov. Ayabaca, Dpto. Piura	FECHA: 09 enero del 2020

REGISTRO DE EXPLORACIÓN
(NTP 339.150)

CALICATA	C - 3	N.F. (m)	NO	COORDENADAS: 636680 - 9500643
Prof. Total (m)	1.50			Linea de Aducción y Distribución

Prof. (m.)	Espesor del Estrato (m)	Muestra	N.F	Descripción Visual del Estrato	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Observación
0.05	0.05	S/M	NO	0.00 - 0.05.- MATERIAL CONTAMINADO.	---	---	---
1.50	1.45	M - 1	NO	0.05 - 1.50.- ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD, ESTADO HUMEDO, CONSISTENCIA DURO.	CH A - 7 - 6 (28)		---

Registro fotografico:



PROYECTO:	AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE HUACHUMA - AYABACA. PIURA. 2020	
UBICACIÓN:	: Huachuma, Prov. Ayabaca, Dpto. Piura	FECHA: 09 de enero del 2020

REGISTRO DE EXPLORACIÓN
(NTP 339.150)

CALICATA	C - 4	N.F. (m)	NO	COORDENADAS: 636355 - 9501298
Prof. Total (m)	1.30			Ramal 2

Prof. (m.)	Espesor del Estrato (m)	Muestra	N.F	Descripción Visual del Estrato	Clasificación SUCS	Simbología Grafica	Observación
0.10	0.10	S/M	NO	0.00 - 0.10.- MATERIAL CONTAMINADO.	---	---	---
1.30	1.20	M - 1	NO	0.15 - 1.30.- ARENA ARCILLOSA CON GRAVA, ESTADO HUMEDO, CONSISTENCIA DURO	SC A - 2 - 6 (0)		---

Registro fotografico:



PROYECTO:	AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE HUACHUMA - AYABACA. PIURA. 2020	
UBICACIÓN:	Huachuma, Prov. Ayabaca, Dpto. Piura	FECHA: 09 de enero del 2020

REGISTRO DE EXPLORACIÓN

(NTP 339.150)

CALICATA	C - 5	N.F. (m)	NO	COORDENADAS: 636081 - 9501344
Prof. Total (m)	1.50			Ramal 3

Prof. (m.)	Espesor del Estrato (m)	Muestra	N.F.	Descripción Visual del Estrato	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Observación
0.05	0.05	S/M	NO	0.00 - 0.05, MATERIAL CONTAMINADO.	---	---	---
1.50	1.45	M - 1	NO	0.05 - 1.50, ARENA ARCILLOSA CON GRAVA, ESTADO HUMEDO, CONSISTENCIA DURO	SC A - 2 - 7 (1)		---

Registro fotografico:



Anexo 5.2. Ensayo para determinar el contenido de humedad de C-1 a C-5

Proyecto	AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE HUACHUMA - AYABACA. PIURA. 2020
Ubicación	Huachuma, Prov. Ayabaca, Dpto. Piura

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

(MTC E108)

Ubicación	Huachuma
	Fecha De Ensayo: 13 de enero del 2020

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	PESO SUELO SECO + TARA (gr)	PESO TARA (gr)	PESO AGUA (gr)	PESO SUELO SECO (gr)	% DE HUMEDAD
C - 1	M - 1	0.10 - 2.90	157.26	135.23	37.95	22.03	97.28	22.6
C - 2	M - 1	0.10 - 1.40	147.97	132.25	34.70	15.72	97.55	16.1
C - 3	M - 1	0.05 - 1.50	161.67	144.96	25.98	17.31	118.38	14.6
C - 4	M - 1	0.10 - 1.30	175.25	156.30	25.65	18.95	130.65	14.5
C - 5	M - 1	0.05 - 1.50	138.63	123.32	36.70	15.31	86.82	17.7

Observación:

Ensayos efectuados al material en estado natural

Anexo 5.3. Ensayo de granulometria de C-1 a C-5

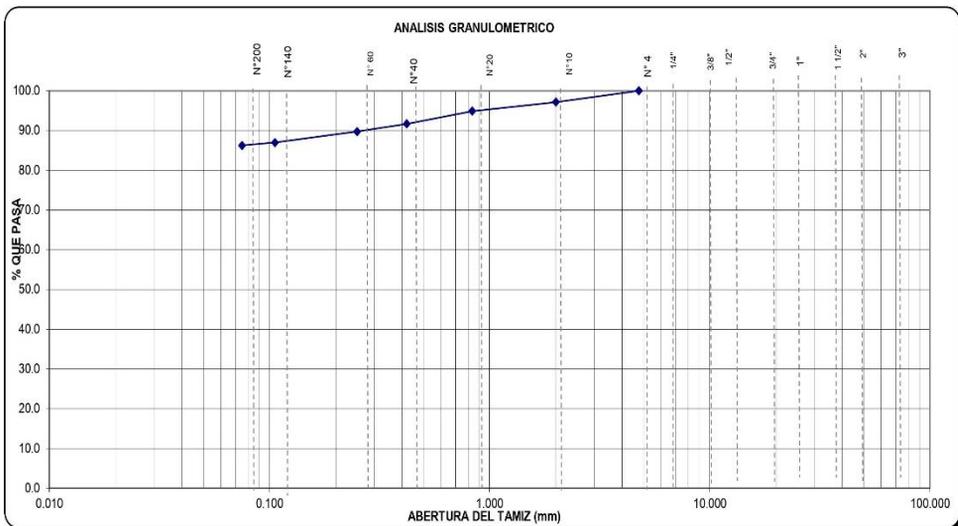
Proyecto	AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE HUACHUMA - AYABACA. PIURA. 2020
Departamento	: Huachuma, Prov. Ayabaca , Dpto. Piura

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (MTC E107)

Ubicación	:Huachuma	Muestra: M1	Coordenadas: 637598 - 9500054
Calicata	:C-1 Reservoirio		Fecha De Ensayo: 13 de enero del 2020
Profundidad (m)	:0.10 - 2.90		

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)	PESO INICIAL (gr)			
						150.00			
						22.60			

						0.0			
						13.7			
						86.3			
						61			
						37			
						24			
						MH			
						A-7-5 (26)			
						-	C _u		
						-	C _c		
						-			
							OBSERVACIONES:		
							LIMO DE ALTA PLASTICIDAD		
BANDEJA		129.4	86.3	100.0					



Observacion: Ensayo efectuado al material en estado natural.

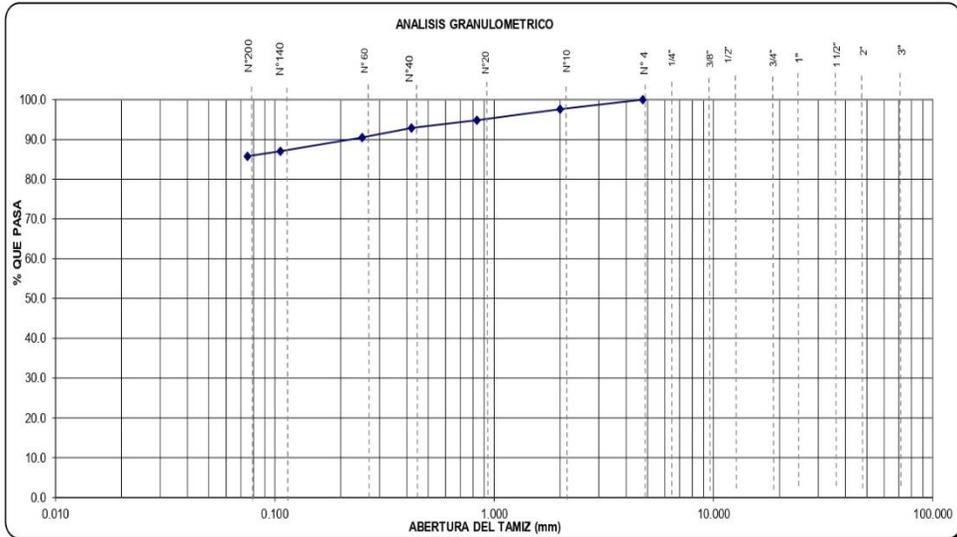
Proyecto	AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE HUACHUMA - AYABACA. PIURA. 2020
Ubicación	: Huachuma, Prov. Ayabaca , Dpto. Piura

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(NTP 339.128)

Ubicación	:Huachuma	Muestra: M1	Coordenadas: 636680 - 9500643
Calicata	:C-3 Línea de Aduccion y Distribucion		Fecha De Ensayo: 13 de enero del 2020
Profundidad	:0.05 - 1.50		

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)	PESO INICIAL (gr)			
						150.00			
						14.60			

						0.0			
						14.2			
						85.8			
						55			
						25			
						30			
						CH			
						A-7-6 (28)			
							C _u		
							C _c		
OBSERVACIONES:						ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD			
		0.0	0.0	0.0	100.0				
		3.7	2.4	2.4	97.6				
		4.2	2.8	5.2	94.8				
		2.9	1.9	7.1	92.9				
		3.6	2.4	9.5	90.5				
		5.2	3.5	13.0	87.0				
		1.9	1.2	14.2	85.8				
BANDEJA		128.7	85.8	100.0					



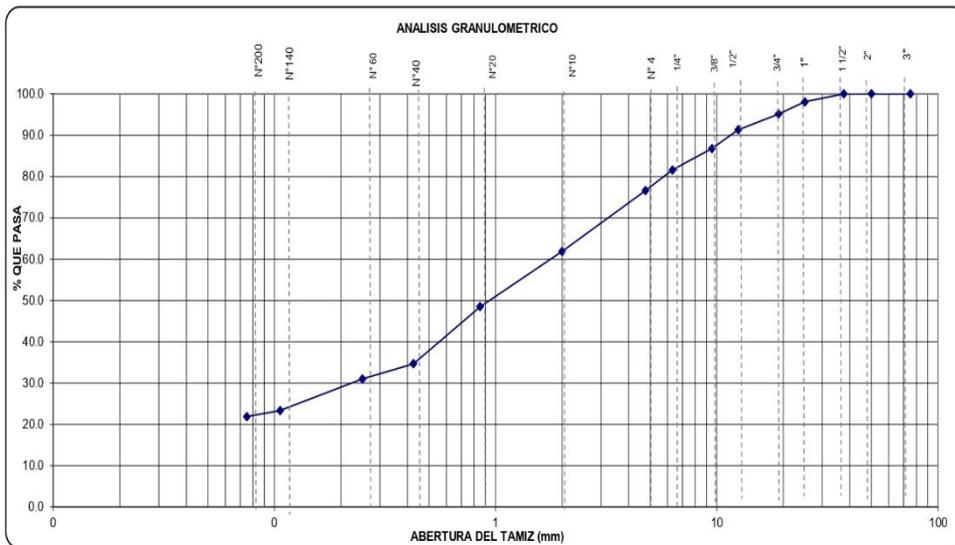
Observación: Ensayo efectuado al material en estado natural.

Proyecto	AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE HUACHUMA - AYABACA. PIURA. 2020
Departamento	: Huachuma, Prov. Ayabaca, Dpto. Piura

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(MTC E107)

Ubicación	:Huachuma	Muestra: M1	Coordenadas: 636355 - 9501298
Calicata	:C-4 Ramal 2		Fecha De Ensayo: 13 de enero del 2020
Profundidad	:0.10 - 1.30		

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)	PESO INICIAL (gr)			
						8,214.00			
						150.00			
						14.50			
						1 1/2"			
						23.4			
						54.7			
						21.9			
						36			
						19			
						17			
						SC			
						A-2-6 (0)			
							C _u		
							C _c		
							#REF!		
OBSERVACIONES:									
ARENA ARCILLOSA CON GRAVA									



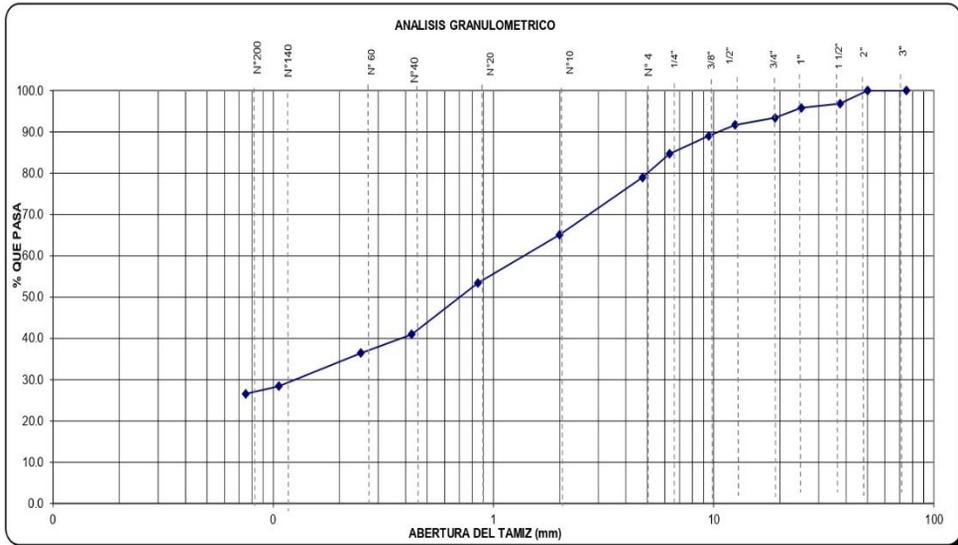
Observación: Ensayo efectuado al material en estado natural.

Proyecto	AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE HUACHUMA - AYABACA. PIURA. 2020
Departamento	: Huachuma, Prov. Ayabaca , Dpto. Piura

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(MTC E107)

Ubicación	:Huachuma	Muestra: M1	Coordenadas: 636081 - 9501344
Calicata	:C-5 Ramal 3		Fecha De Ensayo: 13 de enero del 2020
Profundidad	:0.05 - 1.50		

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)	PESO INICIAL (gr)	19,614.00		
						PORCION DE FINOS (gr)	150.00		
						% DE HUMEDAD	17.70		
3"	75	0.0	0.0	0.0	100.0	TAMAÑO MAXIMO	2"		
2"	50	0.0	0.0	0.0	100.0	% DE GRAVA	21.1		
1 1/2"	37.5	623.0	3.2	3.2	96.8	% DE ARENA	52.4		
1"	25.0	204.0	1.0	4.2	95.8	% PASANTE N° 200	26.5		
3/4"	19.0	469.0	2.4	6.6	93.4	LL	42		
1/2"	12.5	334.0	1.7	8.3	91.7	L.P.	22		
3/8"	9.5	523.0	2.7	11.0	89.0	I.P.	20		
1/4"	6.3	852.0	4.3	15.3	84.7	CLASIFIC. SUCS	SC		
4	4.75	1125.0	5.7	21.1	78.9	CLASIFIC. AASHTO	A-2-7 (1)		
10	2.00	26.3	13.9	34.9	65.1	D10	-	C _u	-
20	0.850	22.3	11.7	46.6	53.4	D30	0.257	C _c	-
40	0.425	23.6	12.4	59.1	40.9	D60	#REF!		
60	0.250	8.6	4.5	63.6	36.4	OBSERVACIONES:			
140	0.106	15.2	8.0	71.6	28.4	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA			
200	0.075	3.5	1.9	73.5	26.5				
BANDEJA			26.5	100.0					



Observacion: Ensayo efectuado al material en estado natural.

Anexo 5.4. Ensayo de limites de Atterberg de C-1 a C-5

Proyecto	AMPLIACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE HUACHUMA - AYABACA. PIURA. 2020
Ubicación	Huachuma, Prov. Ayabaca , Dpto. Piura

MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

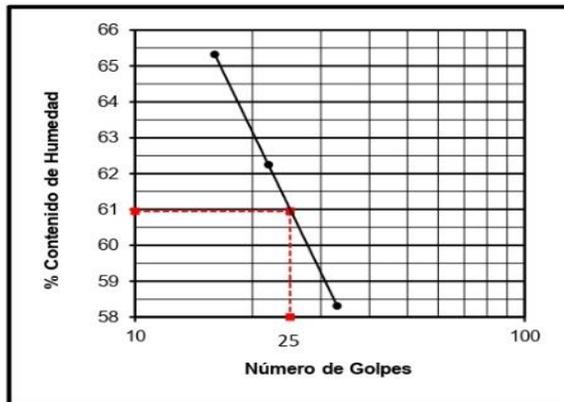
Ubicación	:Huachuma		Coordenadas:	637598 - 9500054	
Calicata	:C-1 Reservoirio	Muestra:	M1	Fecha De Ensayo:	13 de enero del 2020
Profundidad	:0.10 - 2.90				

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E110)

N°	MUESTRA	1	2	3
1	Tara N°	88T	23T	109T
2	Peso de la Tara grs.	12.28	11.63	12.05
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	24.28	25.21	26.02
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	19.86	20.00	20.50
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	4.42	5.21	5.52
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	7.58	8.37	8.45
7	Humedad (5) / (6) x 100 %.	58.3	62.2	65.3
8	De Golpes	33	22	16

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (MTC E111)

N°	MUESTRA	1	2	3	4
1	Tara N°	18T	99T		
2	Peso de la Tara grs.	9.24	12.16		
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	14.40	17.74		
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	13.01	16.24		
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	1.39	1.50		
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	3.77	4.08		
7	Humedad (5) / (6) x 100 %.	36.9	36.8		
	Promedio de Límite Plástico :	37			



RESULTADOS:

L.L. : 61
L.P. : 37
I.P. : 24

Observacion:

Ensayo efectuado al material en estado natural.

Proyecto	AMPLIACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE HUACHUMA - AYABACA. PIURA. 2020
Ubicación	: Huachuma, Prov. Ayabaca , Dpto. Piura

MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

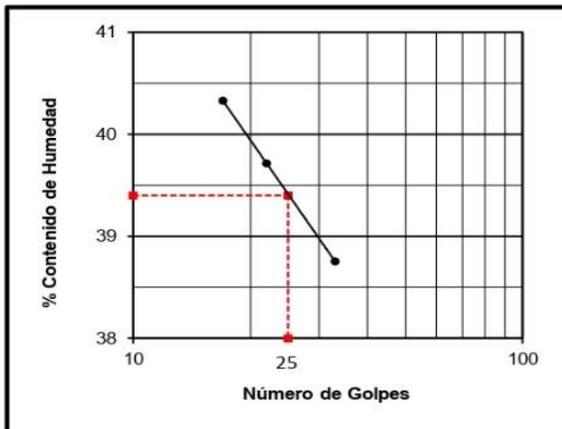
Ubicación	:Huachuma	Muestra: M1
Calicata	:C-2 Ramal 1	Coordenadas: 637250 - 9500113
Profundidad	:0.10 - 1.40	Fecha De Ensayo: 13 de enero del 2020

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E110)

Nº	MUESTRA	1	2	3
1	Tara N°	88	74	69
2	Peso de la Tara grs.	9.16	9.04	9.31
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	27.42	26.70	25.56
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	22.32	21.68	20.89
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	5.10	5.02	4.67
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	13.16	12.64	11.58
7	Humedad (5) / (6) x 100 %.	38.8	39.7	40.3
8	De Golpes	33	22	17

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (MTC E111)

Nº	MUESTRA	1	2	3	4
1	Tara N°	32	41		
2	Peso de la Tara grs.	12.16	12.39		
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	16.92	17.70		
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	16.08	16.76		
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	0.84	0.94		
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	3.92	4.37		
7	Humedad (5) / (6) x 100 %.	21.4	21.5		
	Promedio de Limite Plástico :			21	



RESULTADOS:		
L.L.	:	39
L.P.	:	21
I.P.	:	18

Observacion:

Ensayo efectuado al material en estado natural.

Proyecto	AMPLIACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE HUACHUMA - AYABACA. PIURA. 2020
Ubicación	: Huachuma, Prov. Ayabaca , Dpto. Piura

MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

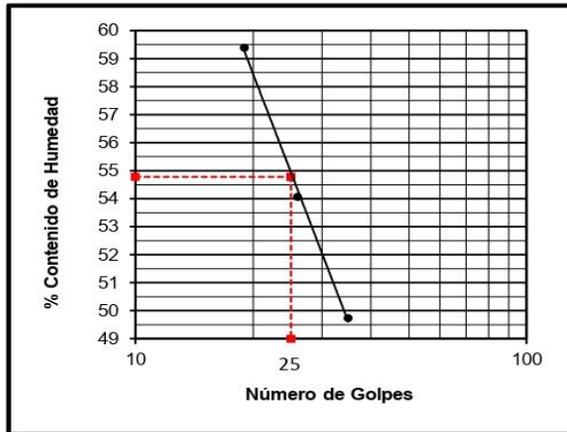
Ubicación	:Huachuma	Muestra: M1
Calicata	:C-3 Línea Aduccion y Distribucion	Coordenadas: 636680 - 9500643
Profundidad	:0.05 - 1.50	Fecha De Ensayo: 13 de enero del 2020

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E110)

N°	MUESTRA	1	2	3
1	Tara N°	33	5	45
2	Peso de la Tara grs.	8.87	9.15	9.15
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	26.18	24.51	23.67
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	20.43	19.12	18.26
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	5.75	5.39	5.41
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	11.56	9.97	9.11
7	Humedad (5) / (6) x 100 %.	49.7	54.1	59.4
8	De Golpes	35	26	19

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (MTC E111)

N°	MUESTRA	1	2	3	4
1	Tara N°	73	104		
2	Peso de la Tara grs.	12.19	12.02		
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	18.37	16.72		
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	17.10	15.80		
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	1.27	0.92		
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	4.91	3.78		
7	Humedad (5) / (6) x 100 %.	25.9	24.3		
	Promedio de Límite Plástico :	25			



RESULTADOS:		
L.L.	:	55
L.P.	:	25
I.P.	:	30

Observacion:

Ensayo efectuado al material en estado natural.

Proyecto	AMPLIACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE HUACHUMA - AYABACA. PIURA. 2020
Ubicación	: Huachuma, Prov. Ayabaca , Dpto. Piura

MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

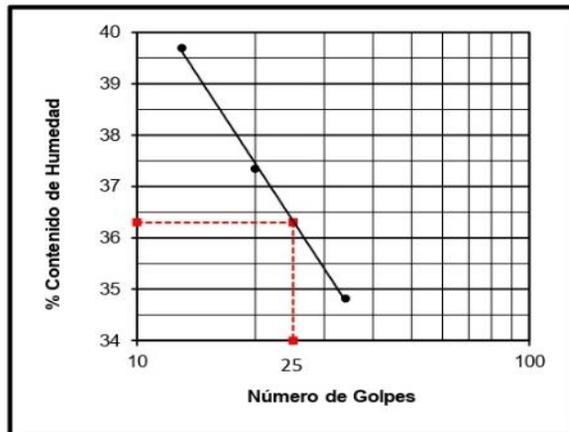
Ubicación	:Huachuma	Muestra: M1
Calicata	:C-4 Ramal 2	Coordenadas: 636355 - 9501298
Profundidad	:0.10 - 1.30	Fecha De Ensayo: 13 de enero del 2020

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E110)

Nº	MUESTRA	1	2	3
1	Tara N°	31	36	30
2	Peso de la Tara grs.	9.33	9.34	9.59
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	26.87	25.78	26.80
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	22.34	21.31	21.91
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	4.53	4.47	4.89
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	13.01	11.97	12.32
7	Humedad (5) / (6) x 100 %.	34.8	37.3	39.7
8	. De Golpes	34	20	13

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (MTC E111)

Nº	MUESTRA	1	2	3	4
1	Tara N°	S	62		
2	Peso de la Tara grs.	12.35	11.99		
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	16.37	16.72		
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	15.72	15.95		
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	0.65	0.77		
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	3.37	3.96		
7	Humedad (5) / (6) x 100 %.	19.3	19.4		
	Promedio de Límite Plástico :	19			



RESULTADOS:		
L.L.	:	36
L.P.	:	19
I.P.	:	17

Observacion:

Ensayo efectuado al material en estado natural.

Proyecto	AMPLIACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE HUACHUMA - AYABACA. PIURA. 2020
Ubicación	: Huachuma, Prov. Ayabaca , Dpto. Piura

MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

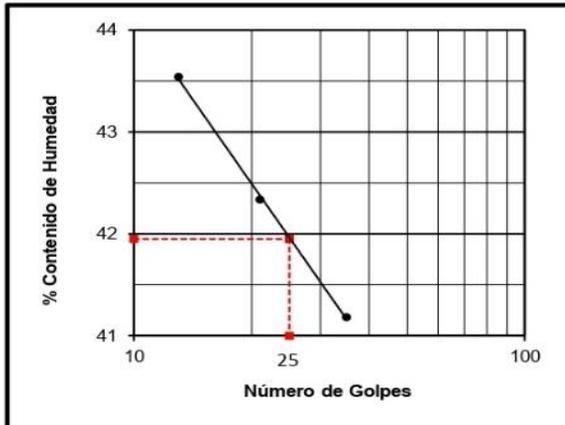
Ubicación	:Huachuma	Muestra:	M1
Calicata	:C-5 Ramal 3	Coordenadas:	636081 - 9501344
Profundidad	:0.05 - 1.50	Fecha De Ensayo:	13 de enero del 2020

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E110)

Nº	MUESTRA	1	2	3
1	Tara N°	8	37	31
2	Peso de la Tara grs.	9.26	8.95	9.33
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	25.27	26.13	26.44
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	20.60	21.02	21.25
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	4.67	5.11	5.19
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	11.34	12.07	11.92
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	41.2	42.3	43.5
8	. De Golpes	35	21	13

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (MTC E111)

Nº	MUESTRA	1	2	3	4
1	Tara N°	92	73		
2	Peso de la Tara grs.	12.19	12.17		
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	17.82	17.95		
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	16.85	16.89		
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	0.97	1.06		
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	4.66	4.72		
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	20.8	22.5		
	Promedio de Límite Plástico :			22	



RESULTADOS:		
L.L.	:	42
L.P.	:	22
I.P.	:	20

Observacion:

Ensayo efectuado al material en estado natural.

Anexo 5.5. Ensayo de sales solubles totales C-1, reservorio

Proyecto	AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE HUACHUMA - AYABACA. PIURA. 2020
Ubicación	: Huachuma, Prov. Ayabaca , Dpto. Piura

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PAR LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS
(NTP 339.152)

Ubicación	:Huachuma	Muestra: M-1	Coordenadas: 637598 - 9500054
Calicata	:C-1 Reservorio		
Profundidad	:0.10 - 2.90		Fecha De Ensayo: 13 de enero del 2020

ENSAYO DE DESTILACION

ENSAYO N°	1	2
PIREX N°	203	226
1.- NIVEL PIREX + SOLUCION	50mL	50mL
2.- PESO PIREX + SOLUCION	81.49	78.05
3.- PESO PIREX + SAL RESIDUAL	32.46	32.21
4.- PESO PIREX	32.42	32.17
5.- PESO SAL RESIDUAL (3-4)	0.04	0.04
6.- PESO AGUA EVAPORADA (2-3)	49.03	45.84
7.- % SALES SOLUBLES (5/6)	0.082	0.087
PROMEDIO %	0.084	

CONSIDERACIONES DEL ENSAYO: 3) RESIDUO POR DESTILACION A MAYOR DE 100° C
7) PORCENTAJE POR DIFERENCIA DE VOLUMENES

Observacion: Ensayo efectuado al material en estado natural.

Anexo 5.6. Ensayo corte directo C-1, reservorio

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (NTP 339.171)

PROYECTO	PROPUESTA DE AMPLIACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE HUACHUMA - AYABACA. PIURA. 2020		
FECHA	:13 de enero del 2020	Estructura	reservorio
CALICATA	:C-6		
PROFUND.	:0.10 - 2.90	Coordenadas	637598 - 9500054

Dimensiones del Material			
Nro Ensayo	Altura de la Muestra (cm)	Diámetro de la Muestra (cm)	Tipo de la Muestra
1	2.000	6.000	Prisma
2	2.000	6.000	Prisma
3	2.000	6.000	Prisma

Parámetros Iniciales				
Nro Ensayo	Peso Suelo Humedo + Contenedor (g)	Peso Suelo Seco + Contenedor (g)	Peso Contenedor (g)	% Humedad
1	178.200	149.400	20.800	22.40
2	157.900	134.000	25.900	22.11
3	170.600	143.200	20.540	22.34

Parámetros Finales					
Nro Ensayo	Peso Suelo Humedo + Anillo (g)	Peso Anillo (g)	Peso Suelo (g)	β Humed.	β Seca
1	261.000	155.000	106.000	1.472	1.203
2	264.000	155.000	109.000	1.514	1.240
3	263.000	155.000	108.000	1.500	1.226
			β Promedio.	1.495	1.223

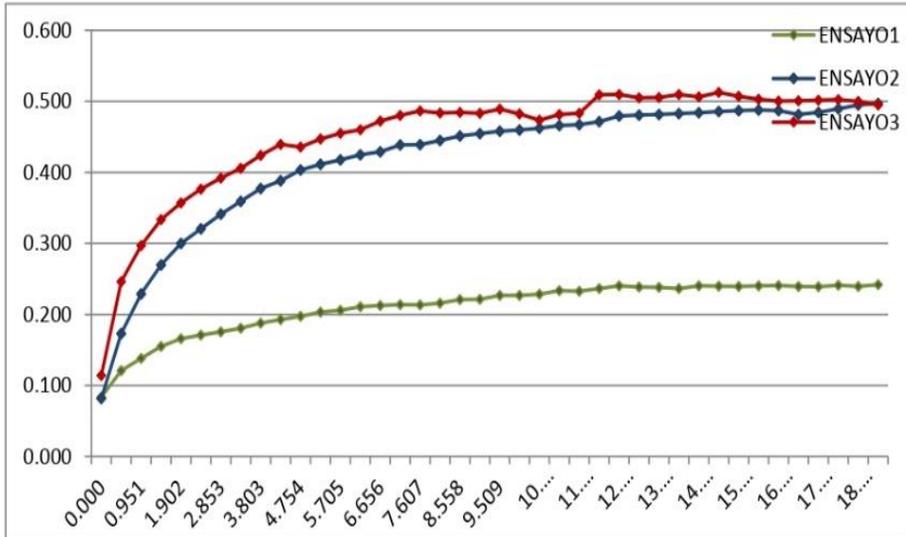
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

	ENSAYO 1		ENSAYO 2		ENSAYO 3	
Esfuerzo Normal (Kg/Cm ²)	0.5		1		2	
Etapa	Resis.	Resid.	Resis.	Resid.	Resis.	Resid.
Esfuerzo Cortante (Kg/Cm ²)	0.242	0.213	0.328	0.298	0.513	0.472
Fuerza Cortante (Kg)	7.564	6.648	10.257	9.318	16.026	14.768
	Ángulo Fricción (°)				10.259	9.830
	Cohesión				0.150	0.125

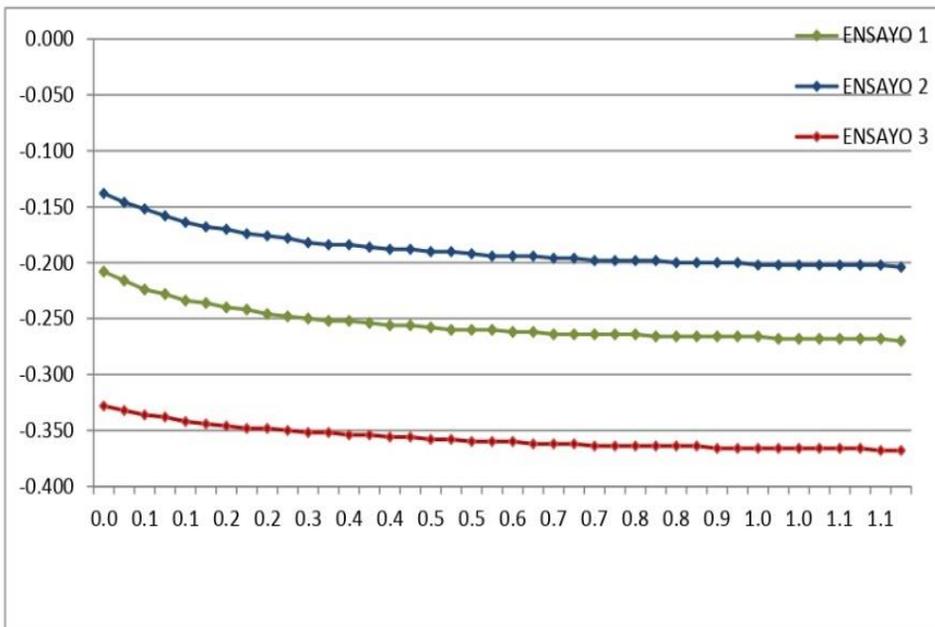
ENSAYO 1			ENSAYO 2			ENSAYO 3		
Def. Horiz. (%)	Esf. Cort. (Kg/Cm2)	Def. Vert. (%)	Def. Horiz. (%)	Esf. Cort. (Kg/Cm2)	Def. Vert. (%)	Def. Horiz. (%)	Esf. Cort. (Kg/Cm2)	Def. Vert. (%)
0.000	0.084	0.000	0.000	0.082	0.000	0.000	0.114	0.000
0.475	0.121	-0.400	0.475	0.173	3.100	0.475	0.246	-6.200
0.951	0.138	-0.800	0.951	0.229	2.800	0.951	0.297	-6.400
1.426	0.155	-1.000	1.426	0.270	2.500	1.426	0.334	-6.500
1.902	0.166	-1.300	1.902	0.300	2.200	1.902	0.357	-6.700
2.377	0.171	-1.400	2.377	0.320	2.000	2.377	0.377	-6.800
2.853	0.176	-1.600	2.853	0.341	1.900	2.853	0.392	-6.900
3.328	0.181	-1.700	3.328	0.359	1.700	3.328	0.406	-7.000
3.803	0.188	-1.900	3.803	0.377	1.600	3.803	0.424	-7.000
4.279	0.193	-2.000	4.279	0.388	1.500	4.279	0.440	-7.100
4.754	0.198	-2.100	4.754	0.403	1.300	4.754	0.436	-7.200
5.230	0.203	-2.200	5.230	0.411	1.200	5.230	0.447	-7.200
5.705	0.206	-2.200	5.705	0.418	1.200	5.705	0.455	-7.300
6.181	0.211	-2.300	6.181	0.425	1.100	6.181	0.460	-7.300
6.656	0.213	-2.400	6.656	0.429	1.000	6.656	0.472	-7.400
7.132	0.214	-2.400	7.132	0.439	1.000	7.132	0.480	-7.400
7.607	0.213	-2.500	7.607	0.439	0.900	7.607	0.487	-7.500
8.082	0.216	-2.600	8.082	0.445	0.900	8.082	0.484	-7.500
8.558	0.221	-2.600	8.558	0.451	0.800	8.558	0.485	-7.600
9.033	0.221	-2.600	9.033	0.455	0.700	9.033	0.483	-7.600
9.509	0.227	-2.700	9.509	0.458	0.700	9.509	0.489	-7.600
9.984	0.227	-2.700	9.984	0.460	0.700	9.984	0.482	-7.700
10.460	0.228	-2.800	10.460	0.462	0.600	10.460	0.474	-7.700
10.935	0.233	-2.800	10.935	0.466	0.600	10.935	0.481	-7.700
11.410	0.233	-2.800	11.410	0.467	0.500	11.410	0.483	-7.800
11.886	0.237	-2.800	11.886	0.471	0.500	11.886	0.509	-7.800
12.361	0.240	-2.800	12.361	0.479	0.500	12.361	0.510	-7.800
12.837	0.239	-2.900	12.837	0.481	0.500	12.837	0.505	-7.800
13.312	0.238	-2.900	13.312	0.482	0.400	13.312	0.506	-7.800
13.788	0.236	-2.900	13.788	0.483	0.400	13.788	0.510	-7.800
14.263	0.240	-2.900	14.263	0.484	0.400	14.263	0.506	-7.900
14.739	0.240	-2.900	14.739	0.486	0.400	14.739	0.513	-7.900
15.214	0.239	-2.900	15.214	0.487	0.300	15.214	0.507	-7.900
15.689	0.240	-3.000	15.689	0.488	0.300	15.689	0.503	-7.900
16.165	0.241	-3.000	16.165	0.487	0.300	16.165	0.500	-7.900
16.640	0.239	-3.000	16.640	0.481	0.300	16.640	0.501	-7.900
17.116	0.239	-3.000	17.116	0.484	0.300	17.116	0.502	-7.900
17.591	0.241	-3.000	17.591	0.489	0.300	17.591	0.503	-7.900
18.067	0.239	-3.000	18.067	0.495	0.300	18.067	0.500	-8.000
18.542	0.242	-3.100	18.542	0.497	0.200	18.542	0.495	-8.000

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESFUERZO CORTANTE(Kg/Cm²) vs DEFORMACIÓN HORIZONTAL(%)

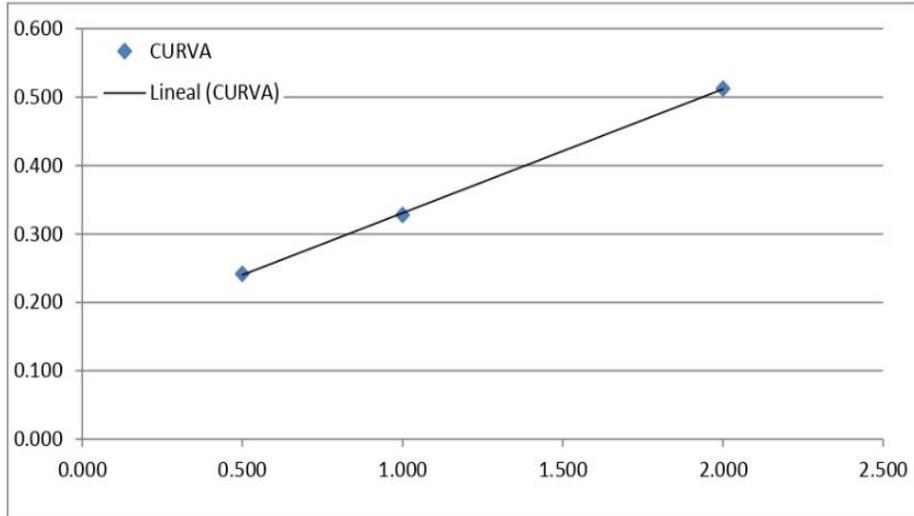


DEFORMACIÓN VERTICAL(Cm) vs DEFORMACION HORIZONTAL(%)



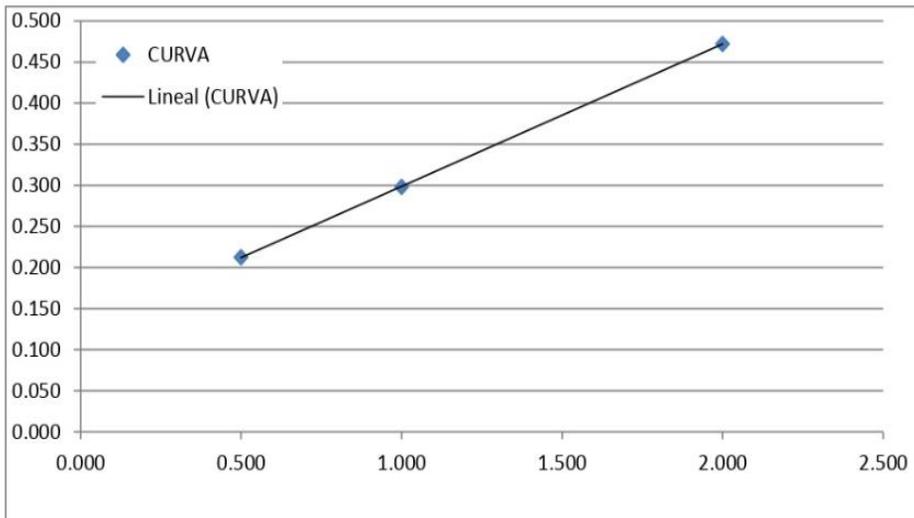
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESFUERZO CORTANTE(Kg/Cm²) vs ESFUERZO NORMAL MÁXIMO(Kg/Cm²)



Angulo de Fricción (°)	10.259
Cohesión	0.150

ESFUERZO CORTANTE(Kg/Cm²) vs ESFUERZO NORMAL MÍNIMO(Kg/Cm²)



Angulo de Fricción (°)	9.830
Cohesión	0.125

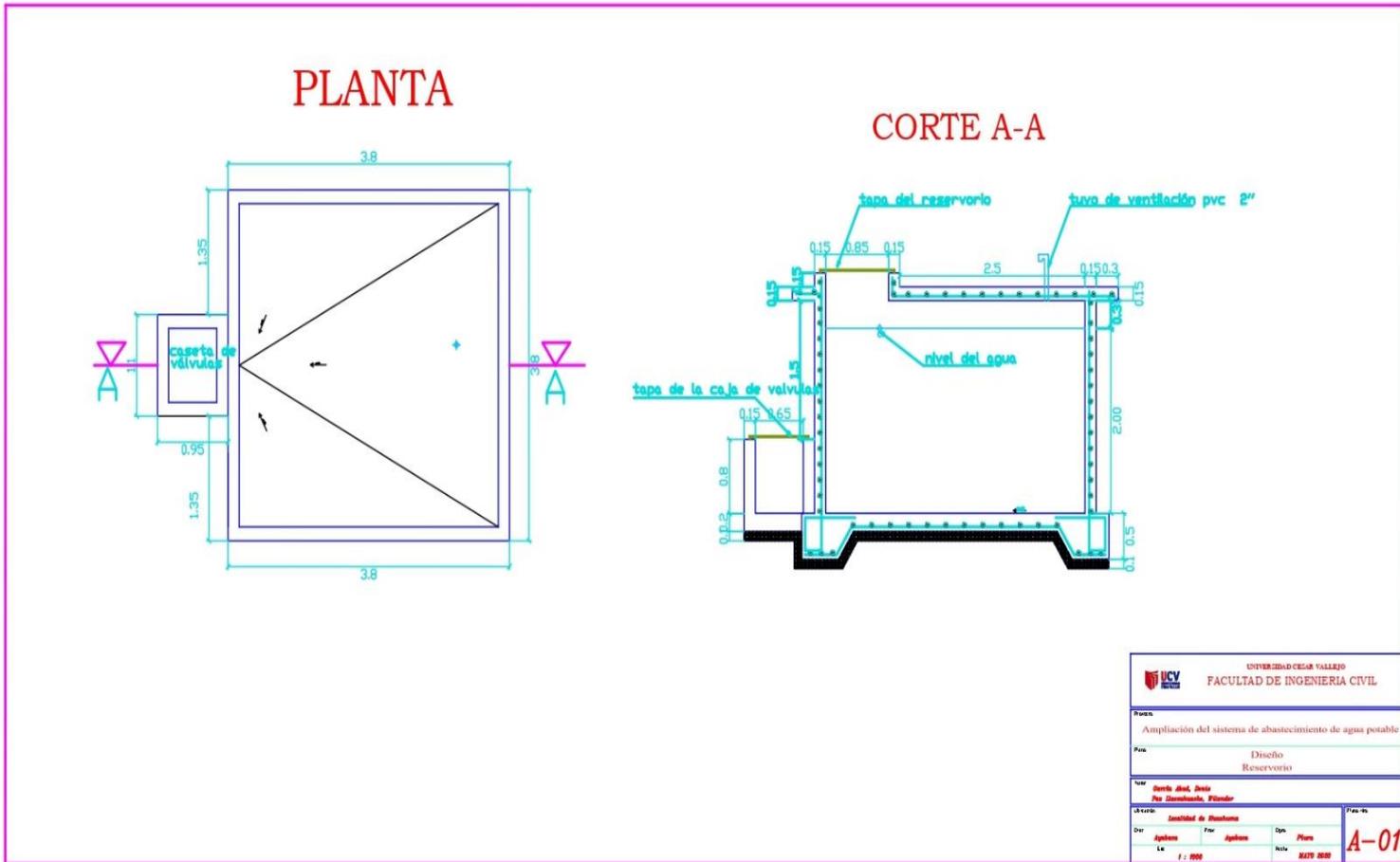
Anexo 5.7. Capacidad portante C-1, reservorio

CAPACIDAD PORTANTE Y PRESION DE TRABAJO

PROYECTO	AMPLIACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE HUACHUMA - AYABACA. PIURA. 2020		
Ubicación	:Huachuma Prov. Ayabaca, Dep. Piura	Estructura	: C-1 reservorio
PROFUNDIDAD	:0.10 - 2.90	Coordenadas:	637598 - 9500054

PROF. 0.10 - 2.90	ANG. FRIC. INT.		LARGO	CLASIFIC. SUCS		MH	LL	61	Sc	Sq	Sy	Qc	Pt
	Df	10°		ANCHO	CLASIFIC. AASHTO		A-7-5(26)	IP					
TIPO	Df	ANCHO	LARGO	Peso	C	Nc	Nq	N _γ					
CIMENTACION	(m)	B (m)	L (m)	Volumetrico (gr/cm ³) γ	(kg/cm ²)							(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
PLATEA	0.60	8.00	24.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.09	1.04	0.87	1.42	0.47
	0.60	8.00	32.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.07	1.03	0.90	1.41	0.47
	0.60	4.00	21.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.05	1.02	0.92	1.24	0.41
	0.60	8.00	15.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.14	1.07	0.79	1.44	0.48
	0.60	8.00	17.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.12	1.06	0.81	1.43	0.48
	0.60	7.00	10.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.18	1.09	0.72	1.43	0.48
	0.80	8.00	24.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.09	1.04	0.87	1.46	0.49
	0.80	8.00	32.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.07	1.03	0.90	1.45	0.48
	0.80	4.00	21.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.05	1.02	0.92	1.29	0.43
	0.80	8.00	15.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.14	1.07	0.79	1.49	0.50
	0.80	8.00	17.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.12	1.06	0.81	1.48	0.49
	0.80	7.00	10.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.18	1.09	0.72	1.48	0.49
	1.00	8.00	24.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.09	1.04	0.87	1.51	0.50
	1.00	8.00	32.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.07	1.03	0.90	1.50	0.50
	1.00	4.00	21.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.05	1.02	0.92	1.33	0.44
	1.00	8.00	15.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.14	1.07	0.79	1.54	0.51
	1.00	8.00	17.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.12	1.06	0.81	1.53	0.51
	1.00	7.00	10.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.18	1.09	0.72	1.53	0.51
	1.20	8.00	24.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.09	1.04	0.87	1.56	0.52
	1.20	8.00	32.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.07	1.03	0.90	1.55	0.52
	1.20	4.00	21.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.05	1.02	0.92	1.38	0.46
	1.20	8.00	15.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.14	1.07	0.79	1.59	0.53
	1.20	8.00	17.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.12	1.06	0.81	1.58	0.53
	1.20	7.00	10.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.18	1.09	0.72	1.58	0.53
	1.50	8.00	24.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.09	1.04	0.87	1.63	0.54
	1.50	8.00	32.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.07	1.03	0.90	1.62	0.54
	1.50	4.00	21.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.05	1.02	0.92	1.45	0.48
	1.50	8.00	15.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.14	1.07	0.79	1.66	0.55
	1.50	8.00	17.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.12	1.06	0.81	1.65	0.55
	1.50	7.00	10.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.18	1.09	0.72	1.65	0.55
	1.80	8.00	24.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.09	1.04	0.87	1.70	0.57
	1.80	8.00	32.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.07	1.03	0.90	1.69	0.56
	1.80	4.00	21.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.05	1.02	0.92	1.52	0.51
	1.80	8.00	15.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.14	1.07	0.79	1.73	0.58
	1.80	8.00	17.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.12	1.06	0.81	1.72	0.57
	1.80	7.00	10.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.18	1.09	0.72	1.73	0.58
	2.00	8.00	24.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.09	1.04	0.87	1.75	0.58
	2.00	8.00	32.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.07	1.03	0.90	1.74	0.58
	2.00	4.00	21.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.05	1.02	0.92	1.57	0.52
	2.00	8.00	15.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.14	1.07	0.79	1.78	0.59
	2.00	8.00	17.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.12	1.06	0.81	1.77	0.59
	2.00	7.00	10.00	1.223	0.125	7.16	1.88	0.71	1.18	1.09	0.72	1.78	0.59

Anexo 6. Diseño de reservorio en Autocad 2d



Anexo 7. Cálculo de la demanda de agua por cada nodo

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA EN CADA TUBERÍA				
TRAMO	LOTES	DEMANDA (L/d)	DEMANDA (L/s)	DEMANDA TOTAL (L/s)
R1-J1	--	0.00	0	0.000
J1-J2	L1	100.00	0.001	0.005
	L2	100.00	0.001	
	L3	100.00	0.001	
	L4	100.00	0.001	
J1-J3	--	100.00	0	0.000
J3-J4	L5	100.00	0.001	0.002
	L6	100.00	0.001	
J3-J5	--	100.00	0.001	0.001
J5-J6	L7	100.00	0.001	0.003
	L8	100.00	0.001	
	L9	100.00	0.001	
J5-J7	--	100.00	0.001	0.001
J7-J8	L-10	100.00	0.001	0.001
J8-J9	--	100.00	0.001	0.001
J9-J10	L11	100.00	0.001	0.017
	L12	100.00	0.001	
	L13	100.00	0.001	
	L14	100.00	0.001	
	L15	100.00	0.001	
	L16	100.00	0.001	
	L17	100.00	0.001	
	L18	100.00	0.001	
	L19	100.00	0.001	
	L20	100.00	0.001	
	L21	100.00	0.001	
	L22	100.00	0.001	
	L23	100.00	0.001	
J9-J11	L24	100.00	0.001	0.007
	L25	100.00	0.001	
	L26	100.00	0.001	
	L27	100.00	0.001	
J9-J11	L28	100.00	0.001	0.007
	L29	100.00	0.001	

	L30	100.00	0.001	
	L31	100.00	0.001	
J11-J12	--	100.00	0.001	0.001
J12-J13	L32	100.00	0.001	0.013
	L33	100.00	0.001	
	L34	100.00	0.001	
	L35	100.00	0.001	
	L36	100.00	0.001	
	L37	100.00	0.001	
	L38	100.00	0.001	
	L39	100.00	0.001	
	L40	100.00	0.001	
	L41	100.00	0.001	
J11-J14	L42	100.00	0.001	0.016
	L43	100.00	0.001	
	L44	100.00	0.001	
	L45	100.00	0.001	
	L46	100.00	0.001	
	L47	100.00	0.001	
	L48	100.00	0.001	
	L49	100.00	0.001	
	L50	100.00	0.001	
	L51	100.00	0.001	
J14-J15	L52	100.00	0.001	0.010
	L53	100.00	0.001	
	L54	100.00	0.001	
	L55	100.00	0.001	
	L56	100.00	0.001	
	L57	100.00	0.001	
	L58	100.00	0.001	
	L59	100.00	0.001	
	L60	100.00	0.001	
	L61	100.00	0.001	
J15-J16	L62	100.00	0.001	0.008
	L63	100.00	0.001	
	L64	100.00	0.001	
	L65	100.00	0.001	
J15-J17	L66	100.00	0.001	0.008
	L67	100.00	0.001	
	L68	100.00	0.001	
	L69	100.00	0.001	
	L70	100.00	0.001	

	L71	100.00	0.001	
	L72	100.00	0.001	
	L73	100.00	0.001	
J17-J18	L74	100.00	0.001	0.022
	L75	100.00	0.001	
	L76	100.00	0.001	
	L77	100.00	0.001	
	L78	100.00	0.001	
	L79	100.00	0.001	
	L80	100.00	0.001	
	L81	100.00	0.001	
	L82	100.00	0.001	
	L83	100.00	0.001	
	L84	100.00	0.001	
	L85	100.00	0.001	
	L86	100.00	0.001	
	L87	100.00	0.001	
	L88	100.00	0.001	
	L89	100.00	0.001	
	L90	100.00	0.001	
	L91	100.00	0.001	
	L92	100.00	0.001	
	J18-J19	L93	100.00	
J18-J20	L94	100.00	0.001	0.006
	L95	100.00	0.001	
	L96	100.00	0.001	
	L97	100.00	0.001	
	L98	100.00	0.001	
J20-J21	L99	100.00	0.001	0.001
J20-J22	--	100.00	0.001	0.001
J22-J23	L100	100.00	0.001	0.001
J23-J24	L101	100.00	0.001	0.001
J23-J25	L102	100.00	0.001	0.001
J22-J26	L103	100.00	0.001	0.001
			TOTAL(L/s):	0.125

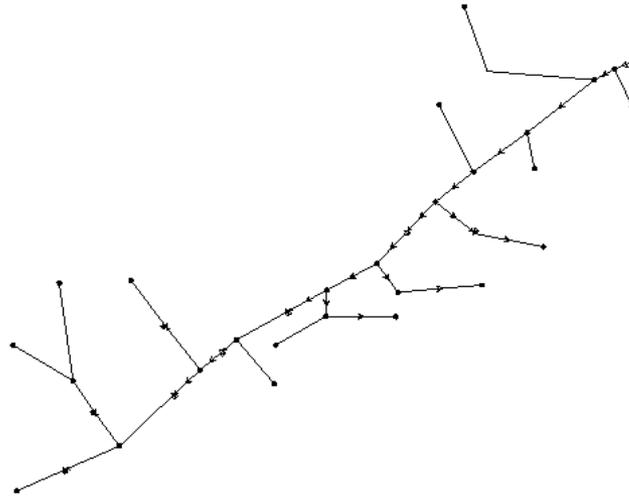
DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA EN CADA NODO

NODO	TRAMOS CONCURRENTES	DEMANDA (L/s)	DEMANDA TOTAL (L/s)
J1	R1-J1	0.000	0.0046 l/s
	J1-J2	0.005	
	J1-J3	0.000	
J2	J1-J2	0.005	0.005 l/s
J3	J3-J4	0.002	0.006 l/s
	J3-J5	0.001	
J4	J3-J4	0.002	0.002 l/s
J5	J3-J5	0.001	0.006 l/s
	J5-J6	0.003	
	J5-J7	0.001	
J6	J5-J6	0.003	0.003 l/s
J7	J7-J5	0.001	0.002 l/s
	J7-J9	0.001	
J8	J7-J8	0.001	0.001 l/s
J9	J9-J10	0.017	0.024 l/s
	J9-J11	0.007	
J10	J9-J10	0.017	0.017 l/s
J11	J11-J12	0.001	0.017 l/s
	J11-J14	0.016	
J12	J12-J13	0.013	0.013 l/s
J13	J13-12	0.013	0.013 l/s
J14	J14-J15	0.001	0.023 l/s
	J14-J18	0.022	
J15	J15-J16	0.010	0.019 l/s
	J15-J17	0.008	
J16	J16-J15	0.010	0.010 l/s
J17	J17-J15	0.008	0.008 l/s
J18	J18-J19	0.001	0.007 l/s
	J18-J20	0.006	
J19	J19-J18	0.001	0.001 l/s
J20	J20-J21	0.001	0.002 l/s
	J20-J22	0.001	
J21	J20-J21	0.001	0.001 l/s
J22	J22-J23	0.001	0.001 l/s
	J23-J26	0.001	

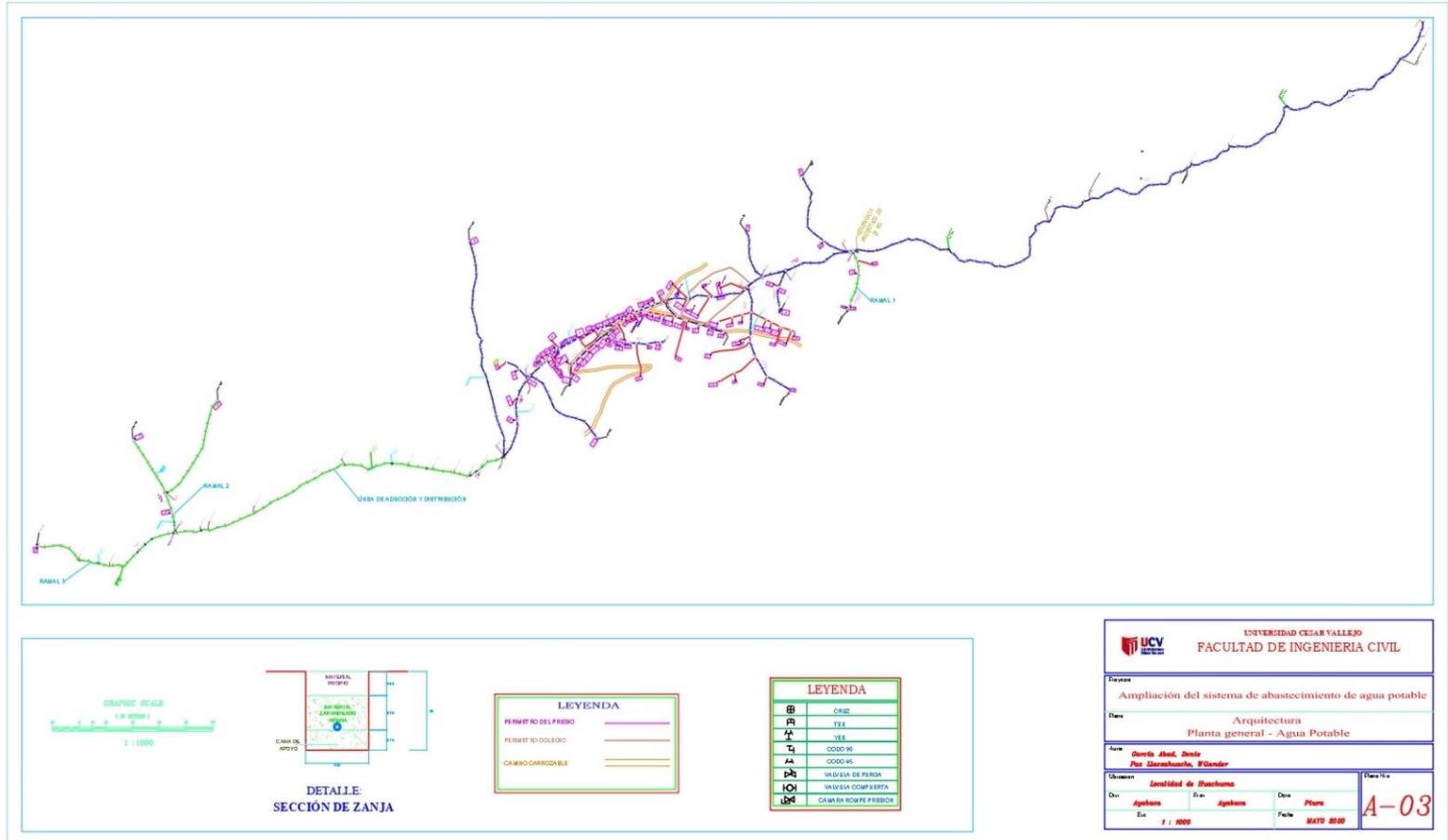
J23	J22-J23	0.001	0.003	l/s
	J23-J24	0.001		
	J23-J25	0.001		
J24	J24-J23	0.001	0.001	l/s
J25	J25-J23	0.001	0.001	l/s
J26	J26-J22	0.001	0.001	l/s

Anexo 8. Diseño de ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en el Software WaterCAD

Scenario: diseño huachuma



Anexo 9. Plano final de arquitectura



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Divisione
Ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable

Area
Arquitectura
Planta general - Agua Potable

Auto
García José, Denis
Pico Elasmachante, Elvander

Observacion
Incidencia de Insectos

Diseño	Auto	Fecha	Revisión
Apalomo	Apalomo	MAYO 2010	A-03
Escala	1 : 1000	Fecha	MAYO 2010