

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Ampliación del servicio de agua potable e instalación de alcantarillado en la localidad de
Huangashanga Alta, distrito de Huasmin – Celendín – Cajamarca**

LINEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERIA CIVIL
SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: SANEAMIENTO

Autores:

Culqui Reyna, Fernando
Llamoctanta Aquino, Jessica Roxana

Jurado Evaluador:

Presidente: Vertiz Malabrigo, Manuel Alberto
Secretario: Panduro Alvarado, Elka
Vocal: Rodriguez Ramos, Mamerto

Asesor:

PERRIGO SARMIENTO, FELIX GILBERTO
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1818-6654>

TRUJILLO – PERU – 2023

Fecha de Sustentación: 2023/11/10

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Ampliación del servicio de agua potable e instalación de alcantarillado en la localidad de Huangashanga Alta, distrito de Huasmin – Celendín – Cajamarca

LINEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERIA CIVIL
SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: SANEAMIENTO

Autores:

Culqui Reyna, Fernando
Llamoctanta Aquino, Jessica Roxana

Jurado Evaluador:

Presidente: Vertiz Malabrigo, Manuel Alberto
Secretario: Panduro Alvarado, Elka
Vocal: Rodriguez Ramos, Mamerto

Asesor:

PERRIGO SARMIENTO, FELIX GILBERTO
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1818-6654>

TRUJILLO – PERU – 2023

Fecha de Sustentación: 2023/11/10

Ampliación del servicio de agua potable e instalación de alcantarillado en la localidad de Huangashanga Alta, distrito de Huasmin – Celendín – Cajamarca

INFORME DE ORIGINALIDAD


FELIX GILBERTO HERRERO SARMENTO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 20940

16%	15%	3%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.ana.gob.pe Fuente de Internet	5%
2	repositorio.uprit.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	NAVARRO RUBIÑOS JOSE MIGUEL. "DIA del Proyecto Instalación de Estación de Servicios La Conquista-IGA0015650", R.D.R. N° 141-2017-GRSM/DREM, 2022 Publicación	3%
4	www.investinperu.pe Fuente de Internet	3%
5	documents.mx Fuente de Internet	2%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Activo

Declaración de originalidad

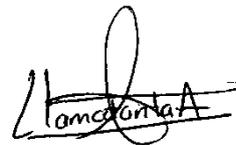
Yo,**PERRIGO SARMIENTO FELIX GILBERTO**....., docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada: **AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE E INSTALACIÓN DE ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE HUANGASHANGA ALTA, DISTRITO DE HUASMIN – CELENDÍN – CAJAMARCA**, autores**CULQUI REYNA, FERNANDO**..... y**LLAMOCTANTA AQUINO, JESSICA ROXANA**....., dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de ...16...%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día; 14 DE OCTUBRE DEL 2023
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

TRUJILLO, 03 DE NOVIEMBRE DEL 2023



CULQUI REYNA, FERNANDO
DNI: 71539707



LLAMOCTANTA AQUINO, JESSICA ROXANA
DNI: 74026384



FELIX GILBERTO PERRIGO SARMIENTO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 29401

PERRIGO SARMIENTO FELIX GILBERTO
DNI: 16484330

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1818-6654>

DEDICATORIA

A DIOS, por acompañarme en cada momento de mi vida, le debo todo a él por todo lo que tengo y todo lo que he logrado. Y por permitirme llegar a estas instancias de la vida.

A MI PADRE, Víctor Raúl Por sus consejos y motivarme a seguir con mis sueños; a su gran esfuerzo y sacrificio dando ejemplo a seguir y conseguir los objetivos.

A MIS MADRES, Gregoria y Loli por acompañarme en cada momento de mi vida, enseñarme a no rendirme, enseñándome lo bello de la vida, por su apoyo incondicional, sacrificio, cariño y ser mi ejemplo y guía en la vida.

A MIS AMIGOS Y ALMA MATER, por estar en los momentos que los necesitaba y a los docentes de nuestra alma mater la Universidad Privada Antenor Orrego – Escuela Profesional de Ingeniería Civil por su tiempo y paciencia.

Br. Culqui Reyna, Fernando

DEDICATORIA

A DIOS, porque gracias a el he logrado concluir mi carrera y haber estado conmigo en cada paso que doy; cuidándome y dándome fortaleza para continuar

A MI MADRE, gracias mamita por todo el esfuerzo que hiciste para que logre estudiar y ser una profesional, por tus palabras de aliento, tus consejos, tu amor, por haberme formado una mujer de bien y por que siempre serás mi ejemplo de lucha

A MI ESPOSO, por su sacrificio, esfuerzo y cariño. Por haberme ayudado a concluir mi carrera en los momentos más difíciles

A MI HIJO, por haber sido la fuente de mi motivación e inspiración para poder superarme cada día y así poder luchar para un futuro mejor

Br. Llamoctanta Aquino, Jessica Roxana

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a DIOS por la vida de cada día, la salud, por su guía y bendición de cada día, a toda mi familia en general por brindarme su confianza, su persistencia en seguir adelante y sobre todo su amor incondicional. Durante toda la etapa de mi formación universitaria, a los docentes de la universidad por sus enseñanzas y consejos que han despertado la curiosidad por aprender.

Agradecer a nuestro asesor Ms. FELIX GILBERTO PERRIGO SARMIENTO por el apoyo, acompañamiento, enseñanzas y la experiencia brindada durante la elaboración de nuestra tesis

Br. Culqui Reyna, Fernando

Primero, a agradecer a dios por todos los días que me da de vida y por bendecirme con este logro, fue mi principal apoyo y motivador para no rendirme en este camino. gracias a mi familia por su apoyo condicional.

Agradecer a nuestro asesor Ms. FELIX GILBERTO PERRIGO SARMIENTO por darnos la oportunidad de apoyarnos con su capacidad, conocimiento y enseñanzas para poder lograr nuestra tesis.

Br. Llamoctanta Aquino, Jessica Roxana

RESUMEN

El estudio de esta investigación se ha generado en 3 partes, un estudio previo de conceptos y teoría, la segunda parte de un proceso de recopilación de datos de manera de trabajo de campo y el tercero punto fue de una manera de interpretación de resultado como un trabajo de gabinete y tomando las decisiones importantes con un previo estudio anteriormente.

Este estudio tiene como principal objetivo el poder mejorar la calidad de servicios básicos ya que en las localidades donde se realizará la investigación no cuentan con un buen sistema privando a la población de satisfacer sus necesidades más elementales.

Si hablamos de manera metodológica, se dice que esta investigación se realizó de manera: aplicada, descriptiva y de diseño no experimental ya que para la recolección de los datos se utilizaron 3 métodos: técnicas de observación directa, análisis documental y ensayos de laboratorio.

Finalizamos realizando el diseño de todas las partes o componentes de ambos sistemas: agua potable y alcantarillado de la localidad en mención, fundamentado en perspectivas técnicas y lógicas junto con estándares aceptables por parte de la ingeniería, garantizando así un funcionamiento óptico, eficaz y eficiente para los pobladores de las zonas.

Palabras Claves: Investigación, aplicada, observación, técnicas, lógicas.

ABSTRACT

The study of this research has been generated in 3 parts, a previous study of concepts and theory, the second part of a data collection process in a field work manner and the third point was a way of interpreting the result as an office work and making important decisions with prior study.

The main objective of this study is to improve the quality of basic services since the localities where the research will be carried out do not have a good system, depriving the population of satisfying their most basic needs.

If we speak methodologically, it is said that this research was carried out in an applied, descriptive and non-experimental design since 3 methods were used to collect data: direct observation techniques, documentary analysis and laboratory tests.

We finish by carrying out the design of all the parts or components of both systems: drinking water and sewage of the town in question, based on technical and logical perspectives along with acceptable engineering standards, thus guaranteeing optimal, effective and efficient operation for the residents of the areas.

Keywords: Research, applied, observation, techniques, logic.

PRESENTACION

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO:

Dando conformidad y cumplimiento de los requisitos establecidos en el Reglamento de grados y títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento interno de la facultad de ingeniería para obtener el título profesional de ingeniero civil, ponemos a su disposición la presente tesis titulada:

Ampliación del servicio de agua potable e instalación de alcantarillado en la localidad de Huangashanga Alta, distrito de Huasmin – Celendín – Cajamarca

El contenido del presente trabajo ha sido desarrollado tomándose en cuenta los conocimientos adquiridos durante nuestra formación profesional, apoyándonos en la información de otras investigaciones, y además con el asesoramiento del Ing. Perrigo Sarmiento, Félix Gilberto.

Consideramos señores miembros del jurado que con sus observaciones y recomendaciones este trabajo pueda mejorarse y contribuir a la difusión de la investigación de nuestra universidad.

Br. Culqui Reyna, Fernando

Br. Llamoctanta Aquino, Jessica Roxana

INDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria	i
Agradecimiento	iii
Resumen	iv
Abstract	v
Presentación	vi
Índice o tabla de contenidos	vii
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.....	1
1.2. Objetivos	3
1.3. Justificación del estudio	3
II. MARCO REFERENCIAL	4
2.1. Antecedentes	4
2.2. Marco Teórico	6
2.3. Marco Conceptual	8
2.4. Variables e Indicadores	9
III. Metodología Empleada	11
3.1. Tipo de investigación	11
3.2. Población y muestreo del estudio	11
3.3. Diseño de la investigación	12
3.4. Instrumentos y técnicas de investigación	12
3.5. Procesamiento y análisis de los datos recolectados ...	13
IV. Presentación de resultados	14
V. Discusión de resultados	117
Conclusiones	119
Recomendaciones	120
Referencias Bibliográficas	121
Anexos	123

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: Operacionalización de variables	10
TABLA 2: Ubicación de la zona de estudio	14
TABLA 3: Límites de la zona de estudio	14
TABLA 4: Acceso a la localidad Huangashanga Alta	15
TABLA 5: Registro sísmico – Cajamarca (2010 – 2013)	20
TABLA 6: Parámetros de suelo y factor de zona	21
TABLA 7: Ubicación y descripción de calicatas	23
TABLA 8: Clasificación de suelos (sucs)	27
TABLA 9: Ensayo de granulometría C – 2	28
TABLA 10: Ensayo de granulometría C – 3	29
TABLA 11: Ensayo de granulometría C – 4	30
TABLA 12: Ensayo de granulometría C – 5	31
TABLA 13: Perfil estratigráfico C – 1	32
TABLA 14: Perfil estratigráfico C – 2	33
TABLA 15: Perfil estratigráfico C – 3	34
TABLA 16: Perfil estratigráfico C – 4	35
TABLA 17: Perfil estratigráfico C – 5	36
TABLA 18: Perfil estratigráfico C – 6	37
TABLA 19: Perfil estratigráfico C – 7	38
TABLA 20: Perfil estratigráfico C – 8	39
TABLA 21: Perfil estratigráfico C – 9	40
TABLA 22: Perfil estratigráfico C – 10.....	41
TABLA 23: Perfil estratigráfico C – 11.....	42
TABLA 24: Perfil estratigráfico C – 12	43
TABLA 25: Perfil estratigráfico C – 13	44
TABLA 26: Clasificación del terreno según su capacidad de percolación ...	45
TABLA 27: Ubicación de la calicata para el test 1	46
TABLA 28: Resultados del test de percolación 1	47

TABLA 29: Clasificación del terreno 1	47
TABLA 30: Ubicación de la calicata para el test 2	47
TABLA 31: Resultados del test de percolación 2	48
TABLA 32: Clasificación del terreno 2	49
TABLA 33: Ubicación de la calicata para el test 3	49
TABLA 34: Resultados del test de percolación 3	50
TABLA 35: Clasificación del terreno 3	50
TABLA 36: Resumen de los valores obtenidos	51
TABLA 37: Factor de seguridad	58
TABLA 38: Métodos de cálculo de asentamiento	59
TABLA 39: Resumen de resultados de capacidad	60
TABLA 40: Levantamiento Topográfico de Obras Lineales	63
TABLA 41: Levantamiento Topográfico de Obras No Lineales	63
TABLA 42: Levantamiento Topográfico de Redes	64
TABLA 43: Tolerancia de Poligonales Topográficas	64
TABLA 44: Código y descripción	66
TABLA 45: Punto y coordenadas	66
TABLA 46: Compensación de los ángulos internos	68
TABLA 47: Calculo de azimuts	68
TABLA 48: Cálculo de coordenadas	69
TABLA 49: Compensación de coordenadas	70
TABLA 50: Calculo de coordenadas	70
TABLA 51: Libreta de puntos topográficos	74
TABLA 52: Libreta de puntos topográficos	75
TABLA 53: Libreta de puntos topográficos	76
TABLA 54: Libreta de puntos topográficos	77
TABLA 55: Ubicación de los pases aéreos existente en la línea de conducción en la localidad de Huangashanga Alta.....	79
TABLA 56: Dispone de un servicio higiénico, baño o similar	81
TABLA 57: Tipo de sistema de disposición de excretas empleadas por el encuestado de la localidad	82
TABLA 58: Metas del sistema de agua potable y alcantarillado	85

TABLA 59: Balance oferta – demanda captación – con proyecto	86
TABLA 60: Balance oferta – demanda redes de distribución – con proyecto	86
TABLA 61: Balance oferta – demanda almacenamiento – con proyecto	87
TABLA 62: Balance oferta – demanda de unidades básicas de saneamiento	87
TABLA 63: Evaluación de la Población de la localidad de Huangashanga Alta	88
TABLA 64: Tasa de crecimiento poblacional	89
TABLA 65: Comportamiento histórico de las ecuaciones	90
TABLA 66: Información Base y Parámetros	91
TABLA 67: Consumo por institución	91
TABLA 68: Demanda del servicio de agua potable	92
TABLA 69: Demanda del servicio de saneamiento	93
TABLA 70: Simulación hidráulica – Hidrantes	94
TABLA 71: Simulación hidráulica – Nodos	95
TABLA 72: Simulación hidráulica – Tubería	96
TABLA 73: Simulación hidráulica – Tubería	97
TABLA 74: Simulación hidráulica – CRP	98
TABLA 75: Ubicación de RAP -01	107
TABLA 76: Número de conexiones domiciliarias y lavaderos a instalar	110
TABLA 77: Unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico	111

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Determinación de la Capacidad de Absorción del Suelo	51
FIGURA 2: Capacidad de carga	52
FIGURA 3: Modos de falla	54
FIGURA 4: Formas típicas de falla en arena	54
FIGURA 5: Mecanismo de falla para una zapata continua y uniformemente Cargada	55
FIGURA 6: Relación entre el ángulo de fricción y los factores	57
FIGURA 7: Asentamiento máximo permisible	61
FIGURA 8: Ficha de BM's – 1	71
FIGURA 9: Ficha de BM's – 2	72
FIGURA 10: Ficha de BM's – 3	73
FIGURA 11: Datos del Biodigestor 700 L	92
FIGURA 12: Calculo del Biodigestor 700 L	93
FIGURA 13: Datos del Biodigestor 1600 L	94
FIGURA 14: Calculo del Biodigestor 1600 L	95
FIGURA 15: Datos del pozo de percolación – viviendas	96
FIGURA 16: Detalle del pozo de percolación – viviendas	97
FIGURA 17: Datos del pozo de percolación – jardín	98
FIGURA 18: Detalle del pozo de percolación – jardín	99
FIGURA 19: Datos del pozo de percolación – primaria	100
FIGURA 20: Detalle del pozo de percolación – primaria	101

I. INTRODUCCION

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACION

El agua es un elemento fundamental para el desarrollo humano y ácido durante la existencia humana fundamental para su existencia. Por lo que es necesario proponer nuevos proyectos para dar un mayor servicio por el crecimiento poblacional. (JIMÉNEZ, 2006).

En algunos casos la población almacena el agua en recipientes abiertos sujetos a contaminación, y sin ningún tratamiento alguno, lo cual es la causa principal de enfermedades parasitarias, gastrointestinales.

La localidad de “Huangashanga Alta” cuenta con un sistema de agua por gravedad sin tratamiento (SGST), construido por colaboración Peruano - Alemana y los pobladores en el año 2005, el mismo que capta el agua del manantial denominado “**Pachachaca – Las Posadas**”. Actualmente no todos los pobladores tienen conexión de agua a sus viviendas, la captación no ha recibido el mantenimiento necesario y la tubería de conducción no trabaja correctamente, además no cuenta con un control sanitario para poder asegurar la calidad del agua que se distribuye a las familias.

El servicio abastece al 88.9% de las viviendas, por lo que el 11% de las viviendas que no cuentan con conexión domiciliaria se ven en la necesidad de acarrear agua de otras fuentes, especialmente de conexiones del vecino que se encuentra más próximo, en promedio tienen que caminar 300 metros a la fuente de agua, en promedio 03 integrantes de la familia (01 menor y 02 mayores de 18 años) son los responsables del acarreo del agua a la vivienda. En los hábitos del consumo de agua. Las familias con conexión y sin conexión el 75.0% no realizan ningún tratamiento del agua antes de consumir el agua.

En lo referido al saneamiento de la localidad el 93.3% de las viviendas cuenta con el sistema de hoyo seco - letrinas que tienen una antigüedad promedio de 3.4 años y se encuentran deterioradas y el 6.7% de las viviendas no cuentan con sistema de eliminación de excretas.

Del total de viviendas que tienen letrinas, respecto a las condiciones en que se encuentran tenemos que el 100.0% no tienen caseta adecuada, 64.3% no tienen piso seguro y el 100.0% no tienen tubo de ventilación, y el 100.0% de ellas no tienen inodoro, lavatorio y ducha. Así mismo, al observar las letrinas, encontramos que 96.4% están sucias, el 57.1% presentan mal olor y el 92.9% de las letrinas no tenían un depósito para botar el material utilizado.

Referente a la eliminación de residuos sólidos, según la información obtenida de las encuestas, el 36.7% de las familias queman sus residuos sólidos, el 30.0% lo arrojan a la chacra; mientras que una menor proporción de familias la arrojan al cerco (16.7%) y el mismo porcentaje (16.7%) entierran sus residuos sólidos.

Respecto a la frecuencia en que arrojan la basura, encontramos que la mayoría de las familias eliminan la basura diariamente (93.3%) y una menor proporción de familias lo eliminan cada dos días (6.7%) y no realizan pago por servicio de recojo de basura, debido a que no se le brindan dicho servicio.

Lo caracterizado respecto a los hábitos de higiene personal conlleva a que se genera incidencias de enfermedades de origen hídrico, entre ellas las enfermedades parasitarias, gastrointestinales y las diarreas agudas (EDAS).

Por estas razones la localidad necesita contar con los servicios de agua y saneamiento adecuado que le permitan mejorar su calidad de vida. Mediante el proyecto se brindará a los pobladores capacitaciones en educación sanitaria lo cual permitirá que las familias beneficiarias eleven sus niveles de vida y salubridad.

1.2. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los parámetros de diseño para la ampliación del servicio de agua potable e instalación de alcantarillado en la localidad de Huangashanga Alta, distrito de Huasmin – Celendín – Cajamarca

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar los parámetros de diseño para la ampliación del servicio de agua potable e instalación de alcantarillado en la localidad de Huangashanga Alta, distrito de Huasmin – Celendín – Cajamarca

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Efectuar un estudio de mecánica de suelos para conocer el terreno de la localidad
- Elaborar un estudio topográfico para determinar la posición relativa de uno o más puntos sobre un plano horizontal.
- Realizar un diagnóstico situacional de ambos sistemas, tanto de agua potable como alcantarillado
- Diseñar los sistemas de agua potable y alcantarillado bajo reglamento

1.4. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

Justificación académica: La realización del presente proyecto servirá como guía base puesto que usaremos todos los conocimientos aprendidos a lo largo de la carrera universitaria. Siendo de interés no solo a futuros ingenieros que se inclinen por el diseño de redes de abastecimiento de agua potable y alcantarillado

Justificación social: Se justifica socialmente porque será la base de la futura ejecución del proyecto en nuestra zona de estudio, puesto que el planeamiento de las redes de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario, son elementos que cambiarán la manera de adquirir estos servicios, mejorando de manera colectiva a los pobladores.

Justificación Técnica: Una vez realizado el proyecto de investigación, los resultados finales de diseño servirán como cimientos en la elaboración del perfil técnico de la obra de saneamiento siguiendo las normativas del actualizado Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Justificación Económica: El proyecto de investigación es rentable socioeconómico para la población permitiendo las posibilidades de crecimiento y desarrollo económico

II. MARCO REFERENCIAL

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Según Andrade (2017) en la investigación titulada “Diseño del Sistema de abastecimiento y red matriz de agua potable de los sectores: Barrio Polar – Hueco Dulce, el Eneal I y II, el Mirador, el Islita y la Ceibita ubicados en el Municipio Simón Bolívar Barcelona, estado Anzoátegui”, el presente estudio se realizó el diseño del sistema de abastecimiento y red matriz de agua potable de los bordes Barrio Polarhueco Dulce, El Eneal I y II, El Mirador, La Islita y La Ceibita. Esta deriva del esquema de Sistema Integral de Abastecimiento de Agua Potable para los Sector Los Machos, Barrio Polar-el Eneal, situados en Barcelona, el cual nace debido a la inconveniencia de abastecimiento de agua potable que presentan dichos sectores. En el desarrollo del diseño del sistema primeramente se recaudó información de sitio, complementándola con antecedentes suministrados por los entes competentes en el área y se realizó a su vez un registro poblacional, elaborando así un estudio demográfico de los sectores con el objetivo de acordar, a través del método geométrico, la proyección futura de la zona para un tiempo de proyecto de 30 años, obteniendo así el consumo requerido por la población para el año 2038. Posteriormente se efectuó un establecimiento topográfico para registrar los accidentes y variaciones de cotas del terreno. Una sucesión obtenida la nota, se determinó el sistema de abastecimiento por medio del 6 Software Watercad, a través del cual se simuló el sistema que hidráulicamente cumple con los parámetros establecidos en las Normas Sanitarias Venezolanas para este tipo de proyecto. El trabajo se clasificó en seis capítulos, los cuales presentan la siguiente escena lógica: El capítulo uno, muestra las características generales de la superficie en estudio, así como el planteamiento del problema y los objetivos. El capítulo dos, establece el cerco teórico relacionado con el tema de este proyecto. En el capítulo tres, se señala el comportamiento actual del método. En el capítulo cuatro, se describe el ámbito metodológico empleado y una muestra de los cálculos. En el capítulo cinco, se discuten los resultados y se proponen soluciones y en el capítulo seis se muestran las conclusiones y recomendaciones.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Según García (2018) en la investigación titulada "Diseño del Abastecimiento de Agua y Alcantarillado para La Localidad de Omas– Yauyos-Lima" presente la investigación del diseño de una red de distribución de agua potable y alcantarillado para La Localidad 9 de Omas – Yauyos – Lima, para lo cual es importante conocer el área de estudio y sus correspondientes datos básicos de la cual se abastecerá de agua potable, para este caso, cabe hacer notar que el proyecto de abastecimiento de agua es para un distrito en una zona rural, y por lo tanto tendrá necesidades especiales que habrá que satisfacer. Asimismo, el trabajo presenta aspectos teóricos del diseño de una red de agua potable, como son: fuentes de abastecimiento, planeación de la red, población proyecto, dotación, gastos de diseño, coeficientes de variación de gasto, también se presenta la metodología para el cálculo de la red. En general el transporte de este importante líquido se logra mediante una fuente de abastecimiento y una línea de conducción para su posterior distribución con calidad, cantidad y presión adecuada, proporcionando así un servicio eficiente y que permita llevar el vital líquido hasta las viviendas. La fuente de abastecimiento será un Manantial concentrado de tipo ladera llamado "Panca", ubicado unos 2 km aproximadamente del poblado, y abastecerá a unos 1809 habitantes. Se realizó de acuerdo a los lineamientos del Reglamento Nacional de Edificaciones.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Según Pedraza (2019) en su investigación titulada "Diseño de saneamiento básico rural en la localidad de Miraflores distrito de Santo Tomas, Cutervo, Cajamarca – 2019", tuvo como objetivo diseñar el sistema de agua potable y alcantarillado sanitario para la localidad de Miraflores. Fue una investigación descriptiva, de diseño no experimental; para la recolección de datos se hizo de la técnica de la observación directa, estudios de mecánica de suelos, topografía, entre otros. Obteniéndose como resultados que, en el estudio topográfico se levantaron un total de 3386 puntos con pendientes entre 1% y 20%, para el estudio de mecánica de suelos se realizaron 5 calicatas donde predominan los suelos tipo arcilla. Concluyéndose que, se diseñó el sistema de agua potable con 1 captación de tipo ladera, una línea de conducción de

1752.08m, el reservorio tendrá una capacidad de 16m³, un total de 12983m de redes de distribución, diseñada con velocidades entre 0.6 y 3.50 m/s. Asimismo, se implementó sistemas de UBS con arrastre hidráulico con el uso de letrinas con biodigestores para un total de 124 beneficiarios.

2.2. MARCO TEORICO

2.2.1. RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

Se considera que la red de distribución está formada por tuberías con diámetros diferentes, requiriendo de válvulas, grifos y otros accesorios cuyo origen se considera desde el reservorio y su distribución por las calles de la localidad. En el diseño hidráulico se considera inicialmente la ubicación del reservorio según la topografía en el punto más alto. El caudal se determina en función a la dotación considerando los coeficientes de dotación y la población futura, calculando el caudal promedio, Caudal máximo diario y caudal máximo horario. Se debe tener en cuenta las presiones de servicio según la norma, considerando el punto más desfavorable, es decir el más alejado. Por lo tanto, se debe considerar presiones de servicio mínimas para dar la seguridad del abastecimiento de agua a las viviendas. Al igual que las presiones mínimas también se debe considerar no tener controlar las presiones máximas con el cual se va a elegir la clase de tubería en la red de distribución.

2.2.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE UNA RED DE AGUA POTABLE

Toda red de distribución debe controlarse la velocidades y presión en los diferentes nudos de la red de distribución. Según la normatividad se considera una velocidad mínima de 0.6 m/s y máxima de 3.0 m/s. En el caso de presentarse velocidades menores a 0.6 m/s pueden presentar fenómenos de sedimentación; y con velocidades es mayor a 3.0 m/s. se producirá gasto superficial por erosión de los accesorios y tuberías. Para las presiones según la normatividad se considera presiones mínimas de 5mca. y la presión estática no sea mayor a 50 mca. con la finalidad de poder tener un diseño óptimo de la red de distribución. También se considera en la normatividad que el diámetro mínimo de la red de distribución en los puntos más alejados para conducir un caudal de servicio es de 3/4". La ubicación de válvulas, se deben colocar

en tramos no mayores de 300m. o en tramos cuyo funcionamiento de la red permita realizar mantenimiento mediante el cierre de las válvulas. Con estos criterios se realiza el diseño hidráulico de la red de distribución considerando tuberías de PVC. Para el cálculo hidráulico se empleará las expresiones experimentales de Hazen-Williams.

Sistema Abierto o Ramificado, Este caso es cuando las tuberías están ubicadas linealmente debido a la topografía y ubicación de las viviendas, teniendo como factor negativo que cuando hay interrupción todo un sector se queda sin agua.

Sistema Cerrado, Este tipo de distribución de tuberías es más eficaz para el diseño de una red de distribución de agua potable considerando unas mallas, siendo la principal la red matriz que están conectadas a una red secundaria dando un mejor servicio a la población.

Red Matriz, establece que la red matriz es una red de tuberías que inicia desde el reservorio hasta un punto de la red de distribución la cual abarca una zona adecuada para la distribución de agua potable, por lo general es de tuberías de PVC, con un coeficiente de rugosidad (C) de 150.

2.2.3. SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Un sistema de alcantarillado está formado por tuberías, buzones y sistemas de tratamiento que ayudan a eliminar las aguas residuales. Tiene como finalidad eliminar la contaminación en suelos y fuentes de agua al arrojar sus aguas negras por lo que no se permiten el tipo de descarga directa debiendo pasar por un tratamiento adecuado, y en algunos casos reutilizar estas aguas para riego de cultivos de tallo alto. El sistema de alcantarillado comprende un conjunto de tuberías y obras generalmente enterradas que tiene por finalidad evacuar las aguas residuales de la población. Sus principales componentes son:

- Redes: Estructuras especiales:

 - Principales (Emisores) -. Buzones

 - Secundarios (Colectores) -. Planta de tratamiento

La red de alcantarillado, además de las tuberías, está constituida por otras estructuras hidráulicas diseñadas para permitir el correcto funcionamiento del sistema; entre otras, se pueden mencionar las siguientes:

- Cámaras de caída.

- Interceptores y Conexiones domiciliarias

2.3. MARCO CONCEPTUAL

- Pozo

Un pozo es un agujero, excavación o túnel vertical que perfora la tierra, hasta una profundidad suficiente para alcanzar lo que se busca, sea una reserva de agua subterránea del nivel freático o fluidos como el petróleo.

- Aguas subterráneas.

Es el agua que se aloja y circula en el subsuelo, conformando los acuíferos. La fuente de aporte principal es el agua de lluvia, mediante el proceso de infiltración.

- Acuífero.

Se llama formación acuífera a cualquier estrato geológico capaz de almacenar y transmitir agua.

- Cuenca Hidrográfica.

La cuenca hidrográfica es el espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas hacia un mismo punto de salida.

- Pre Filtro.

Material sedimentario, granulométricamente seleccionado, predominantemente de cuarzo, aplicado en el espacio anular entre la perforación y la columna de revestimiento (tubos y filtros), que tiene como objetivo retener las partículas del área productora del acuífero.

- Filtros.

Tubería especialmente construida con el objetivo de permitir el flujo de agua proveniente del acuífero hacia el pozo.

- Infiltración.

Se entiende por infiltración el volumen de agua procedente de las precipitaciones, que, en un determinado tiempo, atraviesa la superficie del terreno y ocupa total o parcialmente los poros del suelo o de las formaciones geológicas subyacentes.

- Caudal.

El caudal se define como el volumen del líquido que pasa por una sección normal de una corriente de agua en una unidad de tiempo se mide en m³/s, l/s, etc.

- **Profundidad**

Distancia de un elemento con respecto a un plano horizontal de referencia cuando dicho elemento se encuentra por debajo de la referencia.

- **Recubrimiento**

Es la desigualdad de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz superior externa de la tubería

- **Dotación**

Se le dice así al volumen o cantidad total de agua que es necesaria para poder cubrir la demanda del proyecto

- **Arrastre Hidráulico**

Es la fuerza de tracción para evacuar aguas residuales y disposiciones sanitarias de excretas hacia los pozos de percolación o pozo sépticos.

2.4. SISTEMA DE HIPOTESIS

2.4.1. HIPOTESIS

Con el desarrollo de todas las medidas para la ampliación del servicio de agua potable e instalación de alcantarillado en la localidad de Huangashanga Alta, distrito de Huasmin – Celendín – Cajamarca, se logrará obtener dimensiones óptimas que cumplan las Normas de Saneamiento básico

2.4.2. VARIABLES

VARIABLE DEPENDIENTE

Dimensiones del sistema de agua potable y alcantarillado

VARIABLE INDEPENDIENTE

Características topografías y poblacional de la zona en estudio

TABLA 1

Operacionalización de variables

TITULO DE LA		ESCALA DE			
VARIABLES	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICION	INSTRUMENTOS
VARIABLE DEPENDIENTE	Características topográficas y poblacional	LONGITUDINAL	ALTURA - PROFUNDIDAD - LONGITUD – NUMERO DE VIVIENDAS	KM - M - HAB	WINCHA - TEODOLITO - MIRA - CENSOS - FICHAS INFORMATIVAS
	Dimensiones del sistema de agua potable y alcantarillado	CANTIDAD Y CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES DE LA ZONA	CAUDAL - DIAMETRO - PRESION - VELOCIDAD - PENDIENTE - PERDIDA DE CARGA	M/S - M.C.A - M/KM	AUTOCAD - EXCEL - CIVIL 3D - NORMAS TECNICAS - REGLAMENTO

Nota: Descripción de la operación de variables en la investigación

FUENTE: Elaboración Propia

III. METODOLOGIA EMPLEADA

3.1. TIPO Y NIVEL DEL ESTUDIO

3.1.1. DE ACUERDO A LA ORIENTACION O FINALIDAD

En este estudio, la investigación será APLICADA, es decir, recie este nombre “investigación empírica o practica” ya que busca la utilización o aplicación de conocimientos previos adquiridos, para poder adquirir nuevos, utilizar el conocimiento y los resultados de la investigación conduce a una forma rigurosa, organizada y sistemática de estudiar la realidad.

3.1.2. DE ACUERDO A LA TECNICA DE CONTRASTACION

El estudio también tiene un diseño NO EXPERIMENTAL, ya que esta no ejecuta la manipulación de las variables y solo se utiliza la observación

3.2. POBLACION Y MUESTRA

3.2.1. POBLACION

Como nos dice Sampieri, la población viene a ser el conjunto de casos enlazados a una serie de especificaciones

La población en esta investigación sería los sistemas de agua potable y alcantarillado de la provincia de Celendín

3.2.2. MUESTRA

Como nos indica Sampieri, la muestra es el subconjunto de componentes que pertenecen a un mismo circulo, es decir, un mismo conjunto por sus características, este subconjunto debe ser representativo de la población en sí.

La muestra de este estudio vendría a ser los sistemas de agua potable y alcantarillado de la zona elegida, es decir, la localidad de HUANGASHANGA ALTA

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

La investigación de diseño es No Experimental porque permite realizar los estudios sin que haya una manipulación en las variables y en la que observamos los fenómenos en su medio natural los mismos que luego serán analizados.

Teniendo en cuenta que la investigación es de tipo no experimental y descriptivo, usaremos el siguiente esquema:

M – O

Donde:

- M: Ámbito en donde se desarrollará el proyecto teniendo en cuenta a la cantidad de población beneficiaria.
- O: Datos obtenidos para la realización del estudio.

3.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DEL ESTUDIO

Para este estudio, se recolectará información que demuestre el uso de herramientas tecnológicas y técnicas de recolección de datos en la investigación, ofreciendo amplias oportunidades para su dirección y desarrollo, en nuevas situaciones sociales. Las técnicas incluyen:

- Observación: Se empleará la observación por medio de visitas, donde recogeremos los datos en el lugar específico de estudio y los elementos seleccionados y realizar una caracterización de los componentes.
- Entrevista: Realizaremos entrevistas personales sobre todo a quienes se ven involucrados con el uso del sistema de saneamiento rural de eliminación de excretas del centro poblado.
- Análisis Documental: Con esta técnica, se obtuvo información mediante el estudio de documentos que contenían datos, símbolos, procedimientos, etc.
- Como herramientas tenemos:

Fichas y Formatos

Se utilizó fichas, resumen, bibliográficos y formatos para ordenar la información.

3.5. PROCESAMIENTO Y ANALISIS DEL ESTUDIO

En este punto analizaremos mediante softwares todos los datos obtenidos en campo o en libros, junto con normas, resoluciones, etc.

Software como:

- CIVIL 3D
- ARCGIS
- AUTOCAD
- LIBROS EN EXCEL

En esta parte ya con los datos recopilados en un trabajo de campo tenemos que usar el procesamiento mediante las técnicas de observación, entrevistas, encuestas y análisis documental. Elegimos separa en 2 partes:

RECORRIDO DE CAMPO

Es la primera parte para así poder tener un alcance del proyecto de estudio, debemos realizar una visita a campo donde observamos de forma directa la problemática que viene afrontando los pobladores de la zona en estudio

COLECCIÓN DE DATOS

Después de hacer todo el trabajo en campo, pasamos al análisis de datos junto con el desarrollo de la investigación, donde junto con las diversas bibliografías donde obtendremos información

IV. PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1. DATOS GENERALES

TABLA 2

Ubicación de la zona de estudio

Departamento /Región:	Cajamarca
Región	Cajamarca
Provincia	Celendín
Distrito	Huasmin
Localidad	Huangashanga Alta
Altitud:	3456 m.s.n.m
Código de Ubigeo:	0603040064
Orden de Prioridad:	2377

FUENTE: Elaboración Propia

La localidad Huangashanga Alta, pertenece al distrito de Huasmin, provincia de Celendín, departamento de Cajamarca. Se ubica a una altitud de 3456 msnm., en las coordenadas WGS84 – 18S –UTM 798756m E; 9240059m N, siendo sus límites:

TABLA 3

Límites de la zona de estudio

LIMITES DE LA LOCALIDAD	
Norte	Limita con la localidad de San Francisco y Carhuaconga, del distrito Huasmín provincia de Celendín, departamento de Cajamarca.
Sur	Limita con la localidad de Toro Cocha y la Pauca, del distrito de Huasmín provincia de Celendín, departamento de Cajamarca.
Este	Limita con la localidad de Dos de Mayo y Lucma, del distrito de Huasmín provincia de Celendín, departamento de Cajamarca.
Oeste	Limita con la localidad de Carhuaconga, del distrito de Huasmín provincia de Celendín, departamento de Cajamarca.

FUENTE: Elaboración Propia

Para llegar a la localidad de Huangashanga Alta, partiendo como punto de partida la ciudad de Cajamarca es a través de la siguiente ruta. Se parte desde Cajamarca con dirección hasta Celendín a través de una vía asfaltada de 140km por un periodo de 2 horas con 30 minutos.

De Celendín se parte hasta Huasmín a través de una trocha afirmada, hasta Huasmín por un recorrido aproximado de 120 Km tomando un tiempo de 3 horas. De Huasmín se parte hasta Jerez a través de una trocha carrosable hasta Jerez por un recorrido aproximado de 40 km, tomando un tiempo de 1 hora. De Jerez se parte hasta Huangashanga Alta a través de una trocha afirmada hasta la localidad de Huangashanga Alta haciendo un recorrido de 12 km, tomando un tiempo de 30 minutos.

TABLA 4

Acceso a la localidad Huangashanga Alta

TRAYECTORIA		TIPO DE VIA	VEHICULO	DSITANCIA (km)	TIEMPO
DE	A				
Lima	Cajamarca	Asfaltada	Camioneta 4x4 transporte publico	850	14hrs.
Cajamarca	Celendín	Asfaltada		140	02hrs. 30 min.
Celendín	Huasmín	Carretera afirmada	Camioneta 4x4 transporte publico	120	03hrs.
Huasmín	Jerez	Carretera afirmada – trocha carrosable	camioneta	40	01 h.
Jerez	Huangashanga Alta	Carretera afirmada	camioneta	12	30 minutos

FUENTE: Elaboración Propia

Según información verificada durante el empadronamiento en la fase de exploración en campo, la población total del área de influencia es de 393 habitantes, distribuidos en 111 viviendas, además la localidad cuenta con dos instituciones educativas (I.E.Inicial - Jardin N° 821516, I.E.Primaria N° 821516), 01 institución social (Iglesia Evangélica) y dos locales multiusos lo que hacen un total de 116 lotes empadronados.

Según la recopilación de datos obtenidos en campo, se han encontrado los siguientes resultados:

Respecto al tiempo que las familias residen en sus viviendas, encontramos que en promedio la habitan hace 11.2 años; según rangos, encontramos que la mayoría de

las familias ocupan las viviendas entre 1 a 10 años (56.7%), lo que evidencia el asentamiento de familias jóvenes y en expansión poblacional en la zona en estudio. Así mismo, encontramos que, en la localidad, la totalidad de familias le dan un uso exclusivamente para vivienda (100.0%). Los jefes de familias en un 3.3% mencionan que poseen título de propiedad y un 96.7% no poseen título de propiedad de sus viviendas, por lo que de estos últimos no están inscritos sus viviendas en registros públicos. Eso demuestra el desinterés de la localidad al formalizar su terreno y de la municipalidad distrital por no brindar el apoyo de gestión.

Las variables económicas influyen directamente en el nivel de desarrollo que alcancen las familias en la localidad, dado que ellas determinan los niveles de vida que alcanza la población en su bienestar individual y colectivo. Por esta razón se analiza las variables económicas de las familias de Huangashanga Alta.

Agricultura

Esta actividad económica es la de mayor importancia en los pobladores de esta localidad, se dedican a ella la mayor parte de la población. Los productos que se cultivan principalmente son: papa, ocas, ollucos, cebada, etc., que son básicamente para consumo y en menor cantidad amistarón que son vendidos en el mercado interno del centro poblado de Santa Rosa. El jornal por día para un peón varía entre los S/ 15.00 y S/ 20.00 nuevos soles, dependiendo de la edad y sexo.

Ganadería

Esta actividad se centra en la crianza de ganado vacuno y de aves domésticas, las cuales sirven como para el autoconsumo familiar. No hay presencia de empresas acopiadoras de leche por lo que los productores transforman la leche en queso y este derivado es comercializado.

Comercio

En cuanto al comercio no se nota con frecuencia, pero a pesar de eso existen una reducida cantidad de familias que compran leche y este son vendido a la quesería a un sol cincuenta (S/. 1.50 Nuevos Soles), las familias que tienen sus vacas producen un promedio de 8 a 12 litros y otros complementaria tienen en su casa una pequeña bodega que ofrecen básicamente bebidas (gaseosas) y golosinas (galletas).

4.2. OBJETIVO 1: EFECTUAR UN ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA CONOCER EL TERRENO DE LA LOCALIDAD

La Localidad de Huangashanga Alta pertenece geográfica y políticamente al Distrito de Huasmin, y a su vez a la Jurisdicción de la Provincia de Celendín, Departamento de Cajamarca. Las instancias Administrativas, Ejecutivas y Judiciales de las Instituciones del Estado se encuentran jerárquicamente centralizadas en esta capital.

Departamento: Cajamarca

Provincia: Celendín

Distrito: Huasmin

Localidad: Huangashanga Alta

La Localidad de Huangashanga Alta está ubicada a 3,456 m.s.n.m. y en las coordenadas UTM – WGS-84 (17M) 798,756 m. (E) y 9'240,059 m. (N).

4.2.1. GEOLOGIA REGIONAL

El escenario para la Geología Regional del Área de Estudio se sustenta en la interpretación del levantamiento geológico de los cuadrángulos de Jayanca (13-d), Incahuasi (13-e), Cutervo (13-f), Chiclayo (14-d), Chongoyape (14-e), Chota (14-f), Celendín (14-g), Pacasmayo (15-d) y Chepén (15-e), desarrollado como parte del levantamiento de la Carta Geológica Nacional a escala 1:100,000. La Cordillera Occidental constituye la divisoria de aguas cuya parte más alta es una superficie ondulada a 4,000 m.s.n.m., disectada profundamente por ríos de corto recorrido y poco caudal que desembocan al Océano Pacífico. Los ríos de la Cuenca Amazónica ubicados en la superficie interandina corren casi perpendiculares a los anteriores y parecen tener un control estructural. Los depósitos glaciáricos son escasos. En el reconocimiento e inspección del terreno, se fijaron puntos estratégicos en toda el área de influencia del estudio, para obtener las características morfológicas, lito-estratigráficas y los perfiles de suelos, los mismos que fueron forjados en base a los resultados de las pruebas de laboratorio realizadas con muestras del suelo obtenidas, mediante la realización de calicatas a cielo abierto.

4.2.2. GEOMORFOLOGIA

A continuación, se describirán, en forma breve, los fenómenos geomorfológicos y geoformas más importantes, los cuales predominan en la zona estudiada y son los que han dado la configuración topográfica que observamos en la actualidad.

Superficies de Erosión

Estas superficies fueron reconocidas en el campo como planicies altas delimitadas por escarpas o como grupos de cumbres de aproximadamente la misma altura, que evidentemente representan superficies ya casi destruidas

Glaciación

Los fenómenos glaciares no son ni extensos ni de gran magnitud dentro de la región de estudio. Se encuentran generalmente por encima de los 3,500 m. y, como la mayor extensión del terreno alto está en el sector meridional del área, es en este sector donde los efectos glaciares son más pronunciados. Es así como las partes sureñas de los cuadrángulos de Chota y Celendín tienen muchos ejemplos de lagunas glaciares, morrenas, depósitos fluvioglaciares y pequeños valles profundizados por la acción del hielo. Empero, aun en esta área, la intensidad de la glaciación fue relativamente baja.

4.2.3. UNIDADES LITO – ESTRATIGRAFICAS

Las unidades lito-estratigráficas que se encuentran en el área comprenden un rango desde el Pre-cambriano (Complejo del Marañón) hasta el Cuaternario Reciente.

El área de estudio que comprende la Localidad de Huangashanga Alta, se presentan Depósitos Aluviales (Q- al) y Depósitos Fluvioglaciales (Qr-Fg), descritos a continuación:

Depósitos Aluviales y Fluvioglaciales: Se ubican a lo largo de la costanera, constituidos por conglomerados, gravas, arenas, limos. En la Cordillera Occidental, están restringidos a pisos de valles, desembocadura de quebradas, algunas terrazas y áreas planas sin mayor importancia.

En la región Cajamarca, la frecuencia de peligros naturales varía de media a alta. Según su composición litológica y características geomorfológicas la zona en estudio presenta una susceptibilidad moderada y/o media a la ocurrencia de deslizamientos y/o derrumbes.

4.2.4. ASPECTOS SISMICOS

Perú forma parte de una de las regiones de más alta actividad sísmica en la Tierra, por lo que se encuentra expuesto al peligro que ella representa. Por esta razón es imprescindible, para la planificación y diseño de obras de ingeniería, efectuar estudios de sismicidad y peligro sísmico en zonas de movimientos en masa. El monitoreo de la actividad sísmica que ocurre en el territorio peruano lo realiza el Instituto Geofísico del Perú (IGP), el cual opera una red sísmica nacional compuesta por 31 estaciones, de las cuales 20 son de periodo corto y 11 de banda ancha.

La región Cajamarca se encuentra bajo la acción de tres ambientes sísmicos:

- El ambiente sísmico como efecto de colisión y subducción de la placa Nazca por debajo de la placa Sudamericana, relación explicada por la tectónica de placas, el cual produce sismos de poca profundidad, pero muy destructores a lo largo de toda la costa, la misma que tiene influencia en la Región Cajamarca.
- El ambiente sísmico de reajuste cortical, asociado con fallas geológicas activas, el cual afecta a todo el país. Estas fallas son consecuencia de la tectónica de placas. Este tipo de sismos son de poca profundidad y, por lo tanto, muy destructores.
- El ambiente sísmico volcánico afecta a la zona volcánica en la Cordillera de los Andes y, por lo tanto, también afecta a la Región Cajamarca.
- Existe información de sismos históricos importantes que han producido diversos niveles de daño en la región de Cajamarca. Por ejemplo, tenemos al sismo ocurrido el 14 de mayo de 1,928, el cual tuvo una intensidad máxima de X en la escala modificada de Mercalli, con coordenadas epicentrales en 05°00' Latitud Sur y 78°00' Latitud Oeste. Dicho sismo fue devastador y produjo muertes en varias poblaciones interandinas en el Norte del Perú. También se vieron gravemente afectadas las ciudades de Huancabamba en las sierras de Piura; las de Cutervo, Chota y Jaén en Cajamarca; hacia el Oriente, en Moyobamba, donde cayeron alrededor de 150 casas.

De acuerdo a la Información Sismológica y al cuadro, en los últimos cuatro años en el departamento de Cajamarca se han producido sismos cuya Magnitud Local varía entre 3.9 y 4.2 (ML), obteniéndose en promedio una magnitud Local de 4.1 (ML). La intensidad máxima de sismos ocurridos fue frecuentemente de II en la escala de Mercalli Modificada.

TABLA 5*Registro sísmico – Cajamarca (2010 – 2013)*

REGISTRO DE SISMOS OCURRIDOS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS EN EL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA						
EPICENTRO		FECHA UTC	PROFUNDIDAD (Km.)	REFERENCIA	MAGNITUD LOCAL (ML)	INTENSIDAD MÁXIMA (MM)
Latitud	Longitud					
-06.62°	-78.56°	21/06/2013	8.00	9 Km. al NO de Bambamarca	3.90	II
-05.66°	-78.66°	20/05/2013	21.00	17 Km. al Este de Jaén	4.10	II
-06.93°	-79.40°	10/09/2010	55.00	37 Km. al Oeste de San Miguel de Pallaques	4.20	II
-06.09°	-78.82°	26/06/2010	36.00	32 Km. al Norte Cutervo	4.00	II

FUENTE: Elaboración Propia

Los Andes son un claro ejemplo de cordillera formada como resultado del proceso de subducción de una placa oceánica bajo una continental. Las principales unidades estructurales formadas como resultado de la evolución de la Cordillera Andina son la Zona Costera, la Cordillera Occidental, la Cordillera Oriental, el Altiplano y la Zona Subandina (Audebaud et al, 1973; Dalmayrac et al, 1987). Estas unidades se han formado como resultado de una tectónica activa cuya principal fuente de energía radica en el proceso de subducción de la placa oceánica bajo la continental.

El riesgo sísmico está en función de la vulnerabilidad y el peligro. Es por ello que, de acuerdo a análisis obtenidos en función de la geodinámica de la tierra, los tipos frecuentes de suelos existentes en la Región Cajamarca son suelos intermedios y flexibles, los cuales no garantizan una resistencia adecuada del terreno con fines de cimentación de estructuras.

Además, existe un alto porcentaje de viviendas ubicadas en zona de fuerte pendiente que, durante un movimiento sísmico, tiene mayor riesgo por la inestabilidad de taludes y deslizamientos de tierras por la falta de orientación técnica adecuada.

Puede decirse, entonces, que el riesgo de la población en Cajamarca es de Medio a Alto, lo cual significa que éstos pueden sufrir daños severos ante la ocurrencia de un sismo no muy severo (entre 5 y 6 en la Escala de Magnitudes de Richter).

De acuerdo al Estudio de Impacto Ambiental, en la Localidad de Huangashanga Alta se ha identificado antecedentes de peligros sísmicos que han afectado los

componentes del sistema existente, los mismos que podrían afectar los componentes del sistema proyectado. Mediante el método de ponderación o asignación de valores a los factores de evaluación tales como: tipo de suelo, pendiente, estado de conservación, mantenimiento de sistemas, obras de protección, nivel de organización y vulnerabilidad institucional, se pudo estimar que el sistema existente en el área de estudio presenta una vulnerabilidad media.

Por estas razones, deben tomarse medidas técnicas correctivas para evitar pérdidas humanas y materiales. Se propone la construcción de cercos perimétricos para la protección de las estructuras no lineales; así mismo, se debe realizar el mantenimiento y limpieza periódica de los componentes del sistema.

El territorio nacional se considera dividido en tres zonas sísmicas según la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en información neotectónica. De acuerdo a la Norma Técnica E.030 - Diseño Sismorresistente, la localidad en estudio se encuentra ubicada en la Zona 3, en donde la sismicidad es alta, y a la que corresponde un valor de Factor de Zona (Z) igual a 0.4.

De acuerdo con la nueva Norma Técnica E.030, referida al Diseño Sismorresistente, y con el predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda adoptar en los diseños sismorresistentes de las Obras No Lineales y Obras Menores, los parámetros indicados en el cuadro, el cual es mostrado a continuación:

TABLA 6

Parámetros de suelo y factor de zona

DESCRIPCIÓN	T _p (s)	S
S ₁ : Roca o suelo muy rígidos	0.4	1.0
S ₂ : Suelos intermedios	0.6	1.2
S ₃ : Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	0.9	1.4
S ₄ : Condiciones excepcionales	*	*

FUENTE: Elaboración Propia

(*) Los valores de T_p y S para este caso serán establecidos por el especialista, pero en ningún caso serán menores que los especificados para el perfil tipo S3.

La fuerza horizontal o cortante en la base debido a la acción sísmica, según la Norma de Diseño Sismorresistente E.030, se determina por la siguiente fórmula:

$$V = \frac{Z \times U \times S \times C \times P}{R}$$

En donde:

Z = Factor de Zona.

U = Coeficiente de uso e importancia.

S = Factor de Amplificación del Suelo.

C = Factor de Amplificación Sísmica, definido por la expresión, en donde T_p es el período predominante y T corresponde al período fundamental de la estructura, el cual depende de la altura de la construcción y de sus características estructurales.

P = Peso de la estructura.

R = Coeficiente de reducción dimensional.

Para el cálculo de la fuerza horizontal en la base debe considerarse el siguiente valor mínimo para C/R:

4.2.5. TRABAJO DE CAMPO: CALICATAS

Se realizaron cuatro (13) calicatas o exploraciones con la finalidad de definir las características del subsuelo, distribuidas convenientemente en el área de estudio.

TABLA 7*Ubicación y descripción de calicatas*

CÓD.	DESCRIPCIÓN	PROF. (m.)	NIVEL FREÁTICO (m.)	COORDENADAS UTM		ALTITUD (m.s.n.m.)
				ESTE (m.)	NORTE (m.)	
C-1	Reservorio Apoyado Existente	1.80	No presenta	798,229	9'239,772	3,637
C-2	Red de Distribución Proyectada	1.80	No presenta	798,949	9'239,674	3,457
C-3	Red de Distribución Proyectada	1.80	No presenta	798,864	9'240,287	3,469
C-4	Red de Distribución Proyectada	1.80	No presenta	798,640	9'240,451	3,493
C-5	Red de Distribución Proyectada	0.50	No presenta	799,215	9'240,462	3,455
C-6	Red de Distribución Proyectada	0.80	No presenta	799,399	9'239,278	3,415
C-7	Red de Distribución Proyectada	0.70	No presenta	798,116	9'240,716	3,538
C-8	Red de Distribución Proyectada	1.10	No presenta	798,908	9'239,688	3,466
C-9	Red de Distribución Proyectada	0.80	No presenta	798,607	9'240,057	3,473
C-10	Captación existente	2.00	No presenta	793,672	9'236,774	3,728
C-11	Línea de Conducción Proyectada	1.50	No presenta	794,888	9'237,758	3,704
C-12	Línea de Conducción Proyectada	1.50	No presenta	795,785	9'238,685	3,688
C-13	Línea de Conducción Proyectada	1.50	No presenta	796,968	9'239,414	3,588

FUENTE: Elaboración Propia**4.2.6. DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO**

Las calicatas que se realizaron en la Localidad de Huangashanga Alta fueron a cielo abierto.

De acuerdo a estas perforaciones de estudio, podemos describir cada calicata como sigue:

CALICATA N° 01: Reservoirio Apoyado Existente

De 0.00 m. – 0.20 m.: Arcillas orgánicas de baja plasticidad, de color marrón, con presencia de humedad y de raicillas (OL).

De 0.20 m. – 1.80 m.: Arcillas inorgánicas de mediana plasticidad con presencia de arena en un 5.20 % y presencia nula de gravas, de color beige y de tonalidad amarillenta, en estado compacto y con 19.45 % de contenido de humedad (CL).

CALICATA N° 02: Red de Distribución Proyectada

De 0.00 m. – 0.80 m.: Arcillas orgánicas de baja plasticidad, de color marrón y de tonalidad negruzca, con presencia de humedad y de raicillas (OL).

De 0.80 m. – 1.80 m.: Arcillas inorgánicas de mediana plasticidad con presencia de arena en un 11.20 % y de grava en un 1.40 %, de color anaranjado y de tonalidad rojiza, en estado semi-compacto y con 19.98 % de contenido de humedad (CL).

CALICATA N° 03: Red de Distribución Proyectada

De 0.00 m. – 1.00 m.: Limos orgánicos de baja plasticidad, de color marrón y de tonalidad amarillenta, en condición húmeda y con presencia de raicillas (OL).

De 1.00 m. – 1.80 m.: Mezcla de limos y arcillas de mediana plasticidad con presencia de arena en un 40.80 % y de gravas en un 1.00 %, de color beige y de tonalidad grisácea, de consistencia media, en estado semi-compacto y con 23.22 % de contenido de humedad (ML-CL).

CALICATA N° 04: Red de Distribución Proyectada

De 0.00 m. – 1.80 m.: Arcillas inorgánicas de mediana plasticidad con presencia de arena en un 5.00 %, de color anaranjado y de tonalidad grisácea, de consistencia media, en estado semi-compacto y con 13.86 % de contenido de humedad (CL).

Presencia de rocas fracturadas angulosas de diámetro aprox. de 3”.

CALICATA N° 05: Red de Distribución Proyectada

De 0.00 m. – 0.20 m.: Suelo de cobertura, compuesto por material orgánico de baja plasticidad, con presencia de raicillas (OL)

De 0.20 m. – 0.50 m.: Mezcla de limos y arcillas de mediana plasticidad, con presencia de gravas y arenas de tonalidad oscura, consistencia media, semi-

compactado, húmedo (ML-CL). Presencia de rocas fracturadas angulosas de diámetro en superior de 4”.

CALICATA N° 06: Red de Distribución Proyectada

De 0.00 m. – 0.30 m.: Arcillas orgánicas de baja plasticidad, consistencia media, de color marrón, con presencia de humedad y de raicillas (OL).

De 0.30 m. – 0.80 m.: Mezcla de limos y arcillas inorgánicas con presencia de gravas y arenas, de tonalidad clara, suelo compactado, sin presencia de humedad (CL)

Presencia de rocas fracturadas angulosas de diámetro aprox. de 4”.

CALICATA N° 07: Red de Distribución Proyectada

De 0.00 m. – 0.20 m.: Suelo de cobertura, compuesto por material orgánico de alta plasticidad, con presencia de raicillas (OH)

De 0.20 m. – 0.70 m.: Mezcla de arcillas con limos de mediana plasticidad con presencia de arenas de tonalidad oscura, estado semi-compactado, sin presencia de humedad (CL)

CALICATA N° 08: Red de Distribución Proyectada

De 0.00 m. – 1.10 m.: Presencia de arcillas limosas, de mediana plasticidad con presencia de arenas de tonalidad grisácea, en estado de semi-compactación, con un pequeño porcentaje de arenas (CL).

CALICATA N° 09: Red de Distribución Proyectada

De 0.00 m. – 0.40 m.: Suelo con presencia de limos y arcillas, de mediana plasticidad, de tonalidad rojiza clara, con presencia de raicillas, sin presencia de humedad (OL)

De 0.40 m. – 0.80 m.: Mezcla de arcillas con gravas en menor proporción, el suelo presenta mediana plasticidad, tiene tonalidad rojiza oscura por presencia de humedad, se encuentra semi-compactado (CL).

CALICATA N° 10: Captación existente

De 0.00 m. – 0.50 m.: Mezcla de arcillas orgánicas con menor proporción de arenas, el suelo presenta mediana plasticidad, presenta raicillas, tiene tonalidad marrón oscuro por presencia de humedad, de consistencia media, (OL)

De 0.50 m. – 2.00 m.: Mezcla de arcillas y limos de mediana plasticidad, de tonalidad oscura, de alta consistencia y con presencia de humedad (ML-CL)

CALICATA N° 11: Línea de Conducción Proyectada

De 0.00 m – 1.30 m.: Mezcla de arcillas orgánicas de mediana plasticidad, presenta raicillas, de tonalidad oscura por la presencia de material orgánico, de consistencia media. (OL)

De 1.30 m. – 1.50 m.: Mezcla de arcilla con limos, de mediana plasticidad, de tonalidad clara, de consistencia media, poca presencia de arenas. (ML-CL).

CALICATA N° 12: Línea de Conducción Proyectada

De 0.00 m. – 0.20 m.: Mezcla de arcillas con material orgánico, de tonalidad marrón blanquecina debido al mal lavado de minerales del suelo, de mediana consistencia, con presencia de raicillas. (OL)

De 0.20 m. – 1.50 m.: Mezcla de arcillas con limos de mediana plasticidad con presencia de arenas de tonalidad oscura, estado semi-compactado, sin presencia de humedad (CL)

CALICATA N° 13: Línea de Conducción Proyectada

De 0.00 m. – 0.20 m.: Mezcla de arcillas con material orgánico, de tonalidad marrón blanquecina debido al más lavado de minerales del suelo, de mediana consistencia, con presencia de raicillas. (OL)

De 0.20 m. – 1.50 m.: Presencia de arcillas, limos y arenas, de tonalidad grisácea, su estado de compactación es medio, sin presencia de humedad. (CL). Presenta rocas fracturadas angulosas de diámetros aprox. de 5”.

Paralelamente al muestreo se realizó el registro de cada una de las calicatas, anotándose las principales características físicas de los tipos de suelos encontrados, tales como: textura, espesor, humedad, plasticidad, etc.

4.2.7. TRABAJO DE GABINETE

Con la información existente se ha podido realizar los trabajos de gabinete necesarios, los cuales consistieron en: elaboración de perfiles estratigráficos, elaboración del plano de calicatas, clasificación de los suelos indicándose el tipo de suelo encontrado, todo mediante el análisis visual-manual.

Se han clasificado los suelos de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS (ASTM D 2487) y se establecieron sus principales características, tales como: Distribución Granulométrica, Límite Líquido, Límite Plástico e índice de Plasticidad, los cuales son mostrados a continuación:

TABLA 8

Clasificación de suelos (sucs)

CALICATA N°	C – 2	C – 3	C – 4	C – 5
Muestra	MAB - 2	MAB - 2	MAB - 2	MAB - 1
Prof. (m.)	0.20 – 1.80	0.80 – 1.80	1.00 – 1.80	0.00 – 1.80
GRAVA (%)	0.00	1.40	1.00	0.10
ARENAS (%)	5.20	11.20	40.80	5.00
FINOS (%)	94.80	87.40	58.10	94.80
W (%)	19.45	19.98	23.22	13.86
L.L. (%)	26.90	35.09	25.22	27.01
L.P. (%)	19.90	22.09	18.22	16.01
I.P. (%)	7.00	13.00	7.00	11.00
SUCS	CL	CL	ML-CL	CL

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 9

Ensayo de granulometría C – 2

MALLA AMERICANA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMBAÑO - ASTM #11						ESPECIFICACIONES
	ALBERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RET. FUNDAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)		
2"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
N° 4	4.750	-	0.0	0.0	100.0		
N° 6	3.350						
N° 8	2.360						
N° 10	2.000	0.1	0.0	0.0	100.0		
N° 16	1.190						
N° 20	0.850	0.2	0.1	0.1	99.9		
N° 30	0.600	0.3	0.1	0.2	99.8		
N° 40	0.425	0.3	0.1	0.4	99.6		
N° 50	0.297						
N° 60	0.250	0.8	0.3	0.7	99.3		
N° 100	0.149	0.6	0.2	0.9	99.1		
N° 200	0.074	10.8	8.3	3.2	99.0		
.200		211.0	94.8	100.0			

RESULTADOS DE ENSAYOS
 - LIMITE LIQUIDO (%) : 27
 - Límite en Líquido (%) : 20
 - INDICE PLASTICIDAD (%) : 7
 - CLASIFICACIÓN SUCS : CL
 - CLASIFICACIÓN AASHTO : A-4 (1.0)

OVER=0.0% ARENAS=5.2%
 GRAVA=0.0% FENSOS=94.8%

PESO TOTAL (g) : 254.1 100.0 %
 - PESO GRAVA (g) : 0.0 0.0 %
 - PESO + N° 4 (g) : 254.1 100.0 %
 - PESO FRACCION (g) : 254.1

LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA AASHTO T - 90 - ASTM D 4318)

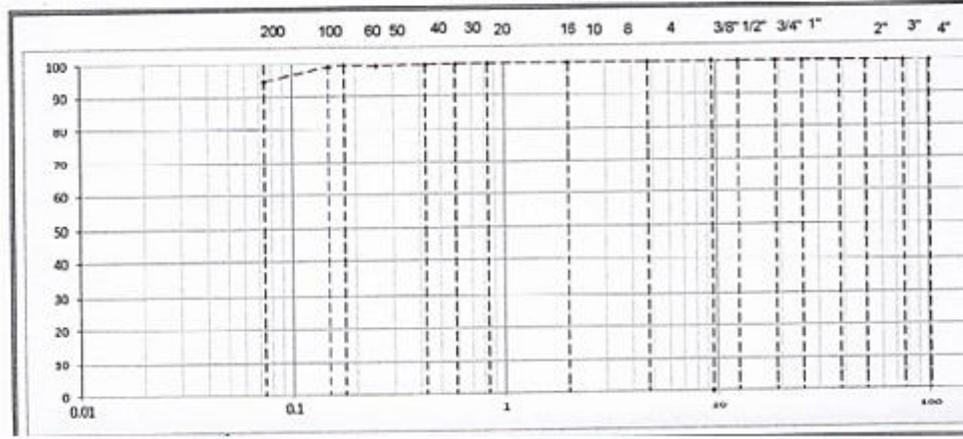
LIMITE LIQUIDO ASTM D-423

TARA	L-12	L-20	L-28
N° DE GOLPES	17	25	34
TARA+SUELO HUMEDO	38.25	36.49	37.98
TARA+SUELO SECO	35.70	34.39	35.48
PESO DEL AGUA	2.55	2.10	2.50
PESO DE LA TARA	26.60	26.73	26.17
PESO DEL SUELO SECO	9.10	7.66	9.31
HUMEDAD (%)	28.02	27.42	26.85

LIMITE PLASTICO ASTM D-424

	L-2	L-45
TARA+SUELO HUMEDO	27.58	31.12
TARA+SUELO SECO	26.35	29.65
PESO DEL AGUA	1.23	1.47
PESO DE LA TARA	20.31	22.09
PESO DEL SUELO SECO	6.04	7.56
HUMEDAD (%)	20.36	19.44
HUMEDAD PROMEDIO (%)	19.90	

CURVA GRANULOMETRICA

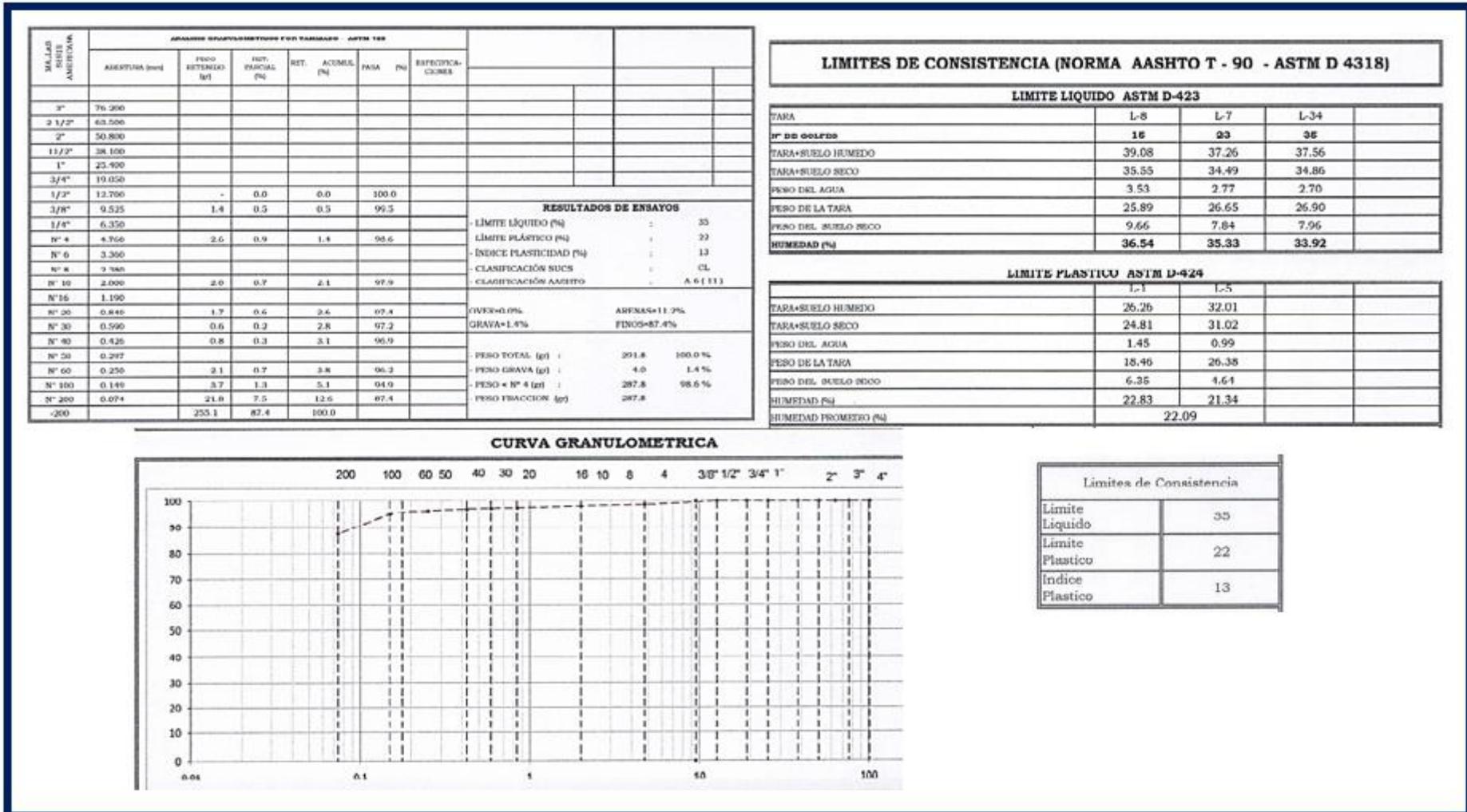


Límites de Consistencia	
Límite Líquido	27
Límite Plástico	20
Índice Plástico	7

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 10

Ensayo de granulometría C – 3



FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 11

Ensayo de granulometría C – 4

MALLAS TAMIZAS AMERICANA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM 422					EFECTIVA- CIONES
	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700	-	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.525	-	0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.350					
N° 4	4.750	3.8	1.0	1.0	99.0	
N° 6	3.360					
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	0.0	1.8	2.8	97.1	
N° 20	0.840	4.0	1.5	4.3	95.7	
N° 30	0.590	1.8	0.7	5.0	95.0	
N° 40	0.425	3.0	1.1	6.1	93.9	
N° 50	0.300					
N° 60	0.250	11.9	4.4	10.4	89.6	
N° 100	0.149	42.1	13.4	25.8	74.2	
N° 200	0.075	19.8	16.0	41.8	58.1	
-200		158.9	58.1	100.0		

RESULTADOS DE ENSAYOS

- LÍMITE LÍQUIDO (%)	:	25
- LÍMITE PLÁSTICO (%)	:	18
- ÍNDICE PLÁSTICIDAD (%)	:	7
- CLASIFICACIÓN SUCS	:	ML-CL
- CLASIFICACIÓN AASHTO	:	A-1 (2)

OVER-0.0%	ARENAS=10.8%
GRAVA-1.0%	FIENOS=28.1%

- PESO TOTAL (g)	:	273.3	100.0 %
- PESO GRAVA (g)	:	2.8	1.0 %
- PESO N° 4 (g)	:	370.5	99.0 %
- PESO FRACCIÓN (g)	:	219.2	

LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA AASHTO T - 90 - ASTM D 4318)

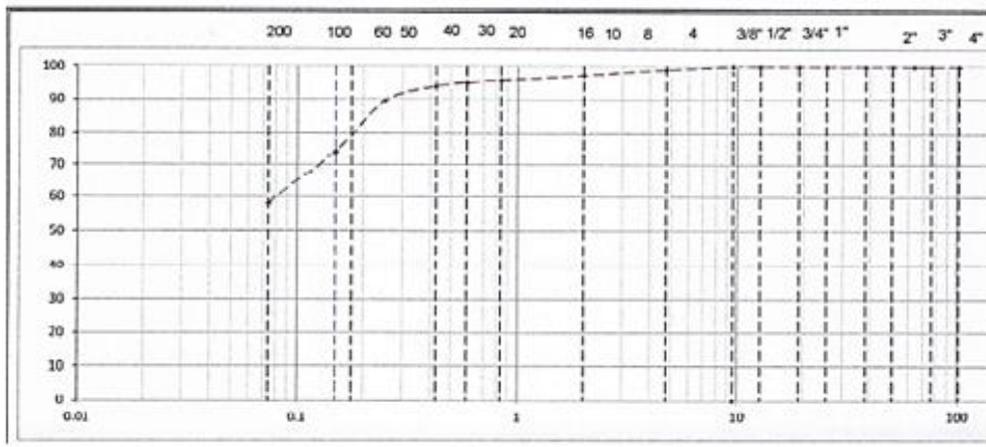
LIMITE LIQUIDO ASTM D-423

TARA	L-22	L-14	L-2
N° DE GOLPES	18	25	34
TARA+BUELO HUMEDO	40.55	40.37	37.83
TARA+BUELO SECO	37.82	37.71	35.36
PESO DEL AGUA	2.73	2.66	2.47
PESO DE LA TARA	27.43	27.16	25.17
PESO DEL BUELO SECO	10.39	10.55	10.19
HUMEDAD (%)	26.28	25.21	24.24

LIMITE PLASTICO ASTM D-424

TARA+BUELO HUMEDO	L-5	L-15
TARA+BUELO HUMEDO	33.78	32.75
TARA+BUELO SECO	32.63	31.90
PESO DEL AGUA	1.15	0.85
PESO DE LA TARA	26.38	27.19
PESO DEL BUELO SECO	6.25	4.71
HUMEDAD (%)	18.40	18.05
HUMEDAD PROMEDIO (%)	18.22	

CURVA GRANULOMETRICA

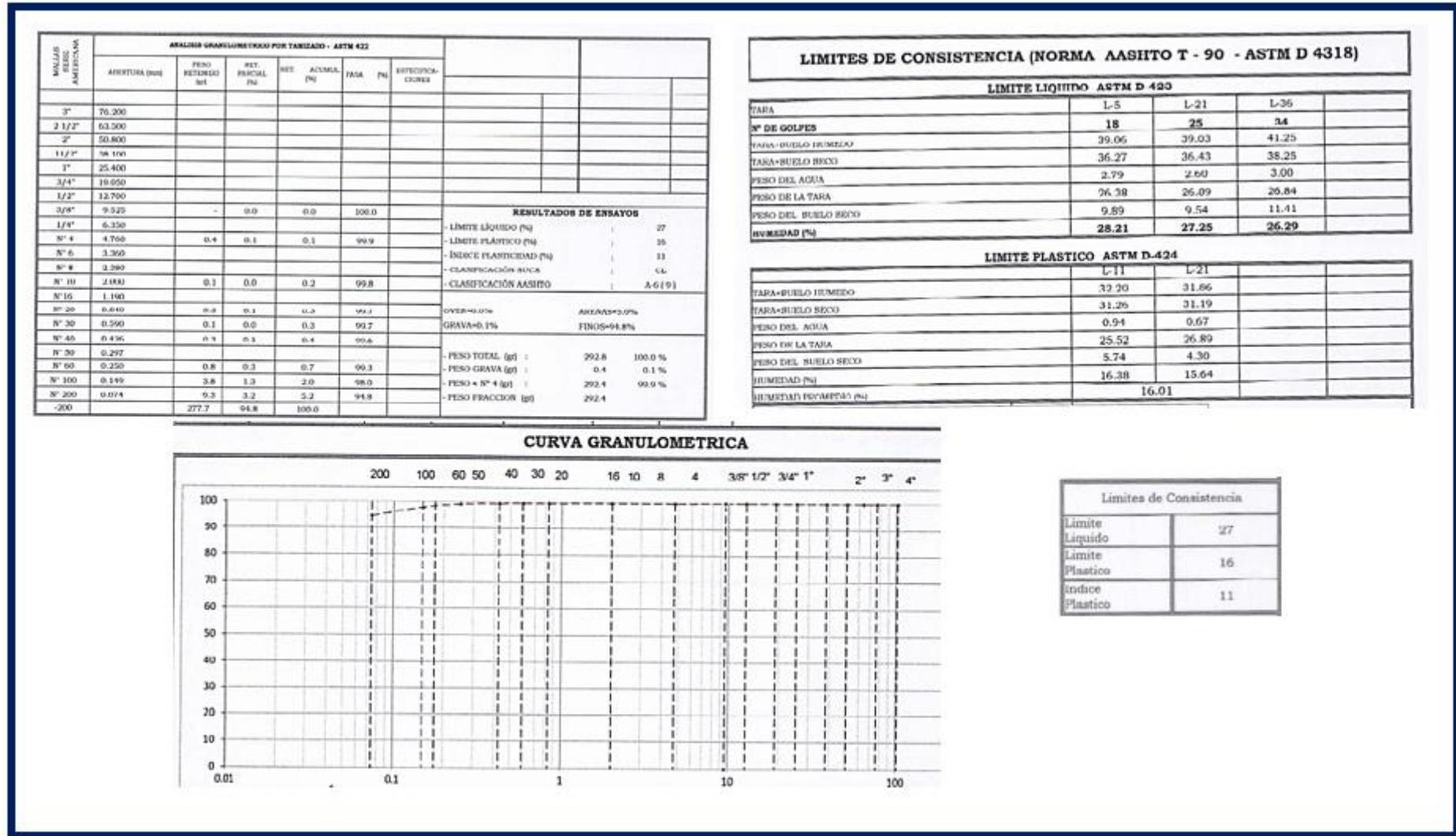


Limites de Consistencia	
Límite Líquido	25
Límite Plástico	18
Índice Plástico	7

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 12

Ensayo de granulometría C – 5

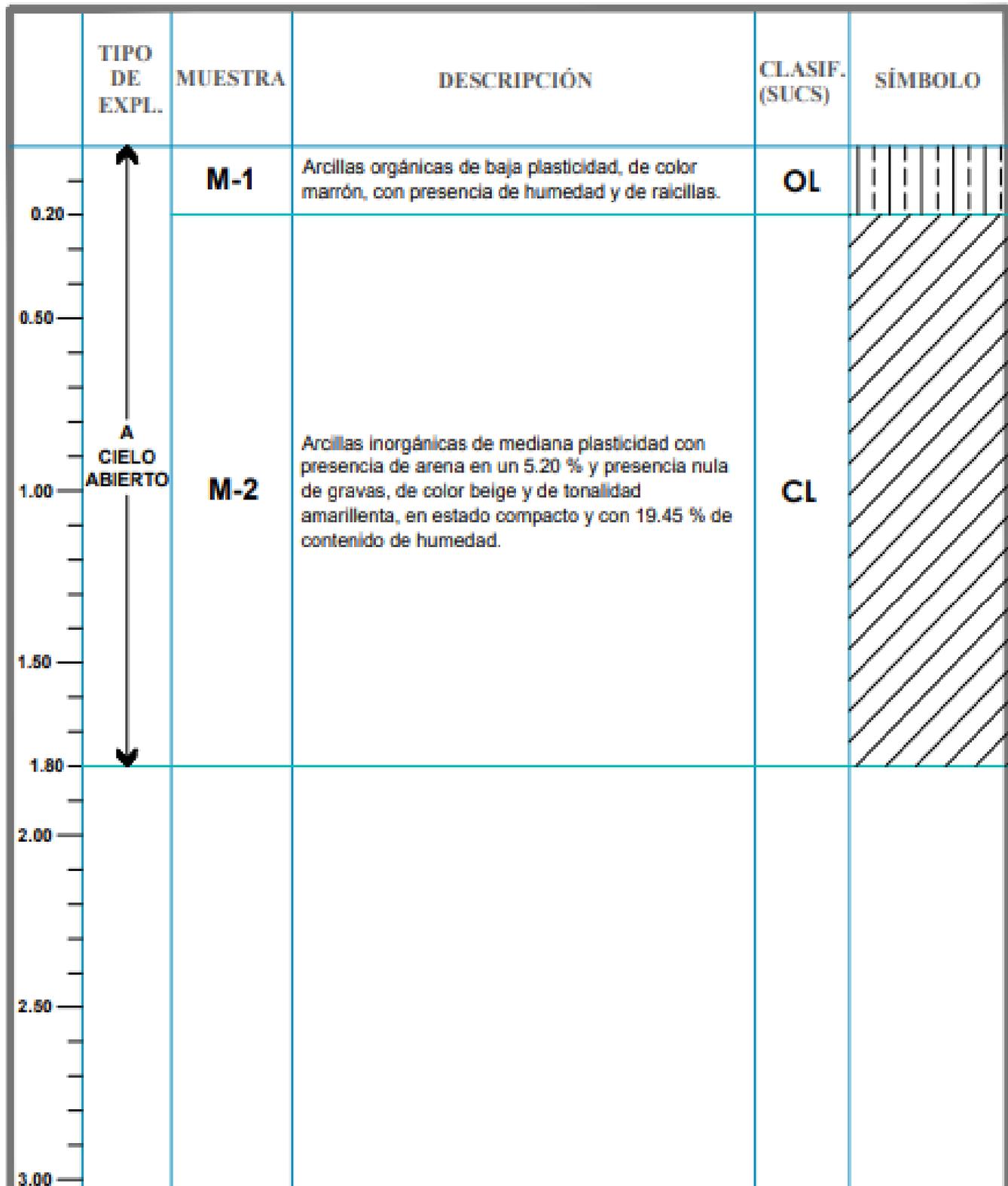


FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 13

Perfil estratigráfico C – 1

Prof: 1.80



FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 14

Perfil estratigráfico C – 2

Prof: 1.80

	TIPO DE EXPL.	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CLASIF. (SUCS)	SÍMBOLO
0.50		M-1	Arcillas orgánicas de baja plasticidad, de color marrón y de tonalidad negruzca, con presencia de humedad y de raicillas.	OL	
0.80		M-2	Arcillas inorgánicas de mediana plasticidad con presencia de arena en un 11.20 % y de grava en un 1.40 %, de color anaranjado y de tonalidad rojiza, en estado semi-compacto y con 19.98 % de contenido de humedad.	CL	
1.00					
1.50					
1.80					
2.00					
2.50					
3.00					

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 15

Perfil estratigráfico C – 3

Prof: 1.80

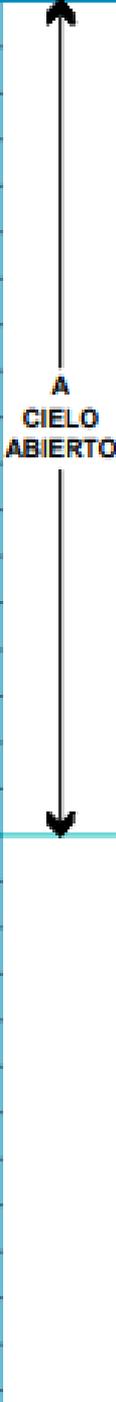
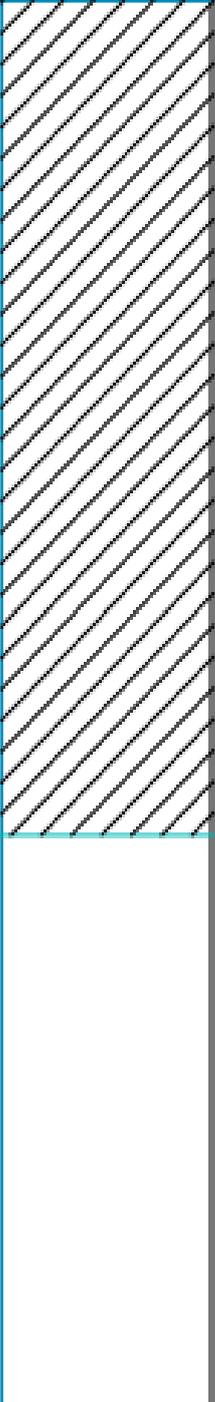
TIPO DE EXPL.	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CLASIF. (SUCS)	SÍMBOLO
	M-1	Limos orgánicos de baja plasticidad, de color marrón y de tonalidad amarillenta, en condición húmeda y con presencia de raicillas.	OL	
	M-2	Mezcla de limos y arcillas de mediana plasticidad con presencia de arena en un 40.80 % y de gravas en un 1.00 %, de color beige y de tonalidad grisácea, de consistencia media, en estado semi-compacto y con 23.22 % de contenido de humedad.	ML-CL	

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 16

Perfil estratigráfico C – 4

Prof: 1.80

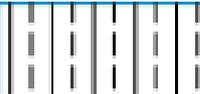
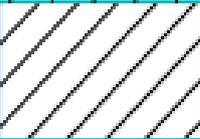
TIPO DE EXPL.	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CLASIF. (SUCS)	SÍMBOLO
	<p>M-1</p>	<p>Arcillas inorgánicas de mediana plasticidad con presencia de arena en un 5.00 %, de color anaranjado y de tonalidad grisácea, de consistencia media, en estado semi-compacto y con 13.86 % de contenido de humedad.</p>	<p>CL</p>	

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 17

Perfil estratigráfico C – 5

Prof: 0.50

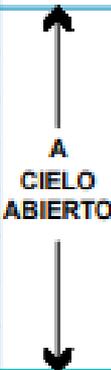
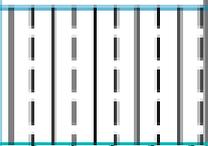
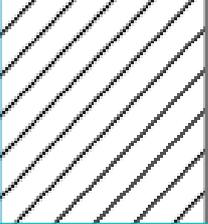
	TIPO DE EXPL.	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CLASIF. (SUCS)	SÍMBOLO
0.20	↑ A CIELO ABIERTO ↓	M-1	Suelo de cobertura, compuesto por material orgánico de baja plasticidad, con presencia de raicillas.	OL	
		M-2	Mezcla de limos y arcillas de mediana plasticidad, con presencia de gravas y arenas de tonalidad oscura, consistencia media, semi-compactado, húmedo.	CL	
0.50					
1.00					
1.50					
1.80					
2.00					
2.50					
3.00					

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 18

Perfil estratigráfico C – 6

Prof: 0.80

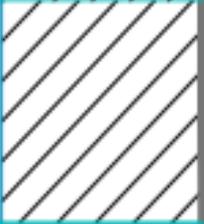
	TIPO DE EXPL.	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CLASIF. (SUCS)	SÍMBOLO
0.30		M-1	Arcillas orgánicas de baja plasticidad, consistencia media, de color marrón, con presencia de humedad y de raicillas.	OL	
0.50		M-2	Mezcla de limos y arcillas inorgánicas con presencia de gravas y arenas, de tonalidad clara, suelo compactado, sin presencia de humedad.	CL	
0.80					
1.00					
1.50					
1.80					
2.00					
2.50					
3.00					

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 19

Perfil estratigráfico C – 7

Prof: 0.70

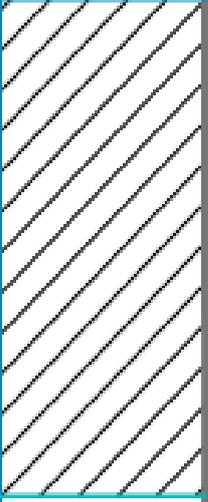
	TIPO DE EXPL.	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CLASIF. (SUCS)	SÍMBOLO
0.20	↑ A CIELO ABIERTO ↓	M-1	Suelo de cobertura, compuesto por material orgánico de alta plasticidad, con presencia de raicillas .	OH	
0.50		M-2	Mezcla de arcillas con limos de mediana plasticidad con presencia de arenas de tonalidad oscura, estado semi-compactado, sin presencia de humedad.	CL	
0.70					
1.00					
1.50					
1.80					
2.00					
2.50					
3.00					

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 20

Perfil estratigráfico C – 8

Prof: 1.10

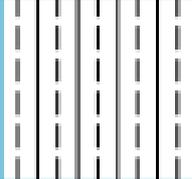
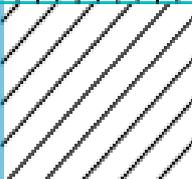
	TIPO DE EXPL.	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CLASIF. (SUCS)	SÍMBOLO
0.50	 <p>A CIELO ABIERTO</p>	M-1	Presencia de arcillas limosas, de mediana plasticidad con presencia de arenas de tonalidad grisácea, en estado de semi-compactación, con un pequeño porcentaje de arenas .	CL	
1.00					
1.10					
1.50					
1.80					
2.00					
2.50					
3.00					

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 21

Perfil estratigráfico C – 9

Prof: 0.80

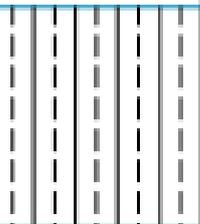
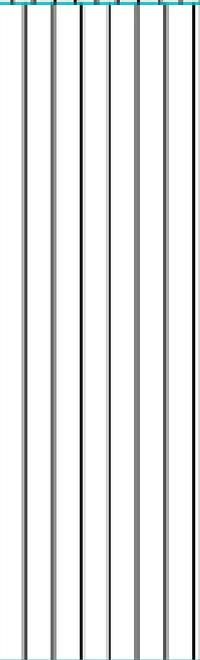
	TIPO DE EXPL.	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CLASIF. (SUCS)	SÍMBOLO
0.40 0.50 0.80 1.00 1.50 1.80 2.00 2.50 3.00	↑ A CIELO ABIERTO ↓	M-1	Suelo con presencia de limos y arcillas, de mediana plasticidad, de tonalidad rojiza clara, con presencia de raicillas, sin presencia de humedad.	OL	
		M-2	Mezcla de arcillas con limos de mediana plasticidad con presencia de arenas de tonalidad oscura, estado semi-compactado, sin presencia de humedad.	CL	

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 22

Perfil estratigráfico C – 10

Prof: 2.0

	TIPO DE EXPL.	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CLASIF. (SUCS)	SÍMBOLO
0.40	 <p>A CIELO ABIERTO</p>	M-1	Mezcla de arcillas orgánicas con menor proporción de arenas, el suelo presenta mediana plasticidad, presenta raicillas, tiene tonalidad marrón oscuro por presencia de humedad, de consistencia media.	OL	
0.50		M-2	Mezcla de arcillas y limos de mediana plasticidad, de tonalidad oscura, de alta consistencia y con presencia de humedad	ML-CL	
0.80					
1.00					
1.50					
1.80					
2.00					
2.50					
3.00					

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 23

Perfil estratigráfico C – 11

Prof: 1.50

	TIPO DE EXPL.	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CLASIF. (SUCS)	SÍMBOLO
0.40 0.50 0.80 1.00		M-1	Mezcla de arcillas orgánicas de mediana plasticidad, presenta raicillas de tonalidad oscura por la presencia de material orgánico, de consistencia media (OL)	OL	
1.50		M-2	Mezcla de arcillas con limos de mediana plasticidad, de tonalidad clara, consistencia media, poca presencia de arenas	ML-CL	
1.80 2.00 2.50 3.00					

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 24

Perfil estratigráfico C – 12

Prof: 1.50

	TIPO DE EXPL.	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CLASIF. (SUCS)	SÍMBOLO
0.40 0.50 0.80 1.00 1.50 1.80 2.00 2.50 3.00		M-1	Mezcla de arcillas con material orgánico, de tonalidad marrón blanquecina debido al mal lavado de minerales, de mediana consistencia con presencia de raicillas	OL	
		M-2	Mezcla de arcillas con limos de mediana plasticidad con presencia de arenas de tonalidad oscura, estado semi-compactado, sin presencia de humedad (CL)	CL	

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 25

Perfil estratigráfico C – 13

Prof: 1.50

	TIPO DE EXPL.	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CLASIF. (SUCS)	SÍMBOLO
0.40 0.50 0.80 1.00 1.50 1.80 2.00 2.50 3.00		M-1	Mezcla de arcillas con material orgánico, de tonalidad marrón blanquecina debido al mal lavado de minerales, de mediana consistencia y con presencia de raicillas	OL	
		M-2	Presencia de arcillas, limos y arenas, de tonalidad grisácea, su estado de compactación es medio, sin presencia de humedad.	CL	

FUENTE: Elaboración Propia

4.2.8. ENSAYO DE PERCOLACION

Los efluentes de sistemas de unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico no poseen las cualidades físico-químicas u organolépticas para ser descargados directamente a un cuerpo receptor. Para disminuir el riesgo de contaminación y daño a la salud pública se utiliza como tratamiento complementario las zanjas o pozos de percolación.

Por ello, para la presente investigación, es necesario realizar la prueba de percolación para determinar la permeabilidad del suelo de la localidad en mención.

TABLA 26

Clasificación del terreno según su capacidad de percolación

Clase de Terreno	Tiempo de infiltración para el descenso de 1 cm.
Rápidos	de 0 a 4 minutos
Medios	de 4 a 8 minutos
Lentos	de 8 a 12 minutos

FUENTE: Elaboración Propia

Para realizar el ensayo de percolación y determinar el coeficiente de infiltración, se ha utilizado el procedimiento indicado en la Norma Técnica I.S. 020 del Reglamento Nacional de Edificaciones, en donde se pueden presentar los casos A, B y C, los cuales se explicarán según corresponda.

Las actividades realizadas durante el test fueron las siguientes:

- Se realizaron calicatas de 1.30 m. x 1.30 m. de sección y 1.80 m. de profundidad.
- Luego se excavó un agujero cuadrado 0.30 m. x 0.30 m. Para preparar el agujero para la prueba se raspó con un cuchillo las paredes del mismo y se añadió 5 cm. de grava fina al fondo del agujero.
- Posteriormente se procedió a llenar el agujero con agua limpia hasta una altura de 0.30 m. sobre la capa de grava.

- Para efectuar el Test de Percolación, y en el caso en que no permanezca agua después del período nocturno, se midió en un periodo de 4 horas y cada 30 minutos el descenso producido por la infiltración en el terreno.
- En el caso en que sí permanece agua después del período nocturno, se ajustó el nivel del agua a 25 cm. sobre la base de grava, para luego medir el descenso del nivel de agua durante un período de 30 min.
- Para la determinación el tiempo de descenso se consideró el periodo de 30 minutos en el que el descenso es el más desfavorable, siendo generalmente el último período el escogido.

TABLA 27

Ubicación de la calicata para el test 1

COORDENADAS UTM		ALTITUD (m.s.n.m.)	FECHA
ESTE (m.)	NORTE (m.)		
798,949	9'239,674	3,457	2023

FUENTE: Elaboración Propia

Luego de realizada la excavación, según la Norma IS-020, se procedió a la saturación del suelo por un periodo de 24 horas, encontrando el siguiente resultado:

CASO B

Si no permanece agua en el agujero después del periodo nocturno de expansión, se añade agua hasta lograr una lámina de 15 cm. por encima de la capa de grava. Luego, utilizando un punto de referencia fijo, se mide el descenso del nivel de agua a intervalos de 30 min. Aproximadamente durante un periodo de 4 horas. Cuando se estime necesario se podrá añadir agua hasta lograr un nuevo nivel de 15 cm. por encima de la capa de grava. El descenso que ocurre durante el período final de 30 minutos se usa para calcular la tasa de absorción o infiltración. Los datos obtenidos en las primeras horas proporcionarán información para posibles modificaciones del procedimiento de acuerdo con las condiciones locales.

TABLA 28*Resultados del test de percolación 1*

MEDICIÓN						
N° REGISTRO	PERIODO (min.)			ALTURA (cm.)		
	INICIO	FINAL	INTERVALO	INICIO	FINAL	INTERVALO
1	0	30	30	15	8.7	6.3
2	30	60	30	8.7	2.5	6.2
3	60	90	30	15	8.9	6.1
4	90	120	30	8.9	2.9	6.0
5	120	150	30	15	9.1	5.9
6	150	180	30	9.1	3.4	5.7
7	180	210	30	15	9.6	5.4
8	210	240	30	9.6	4.2	5.4

FUENTE: Elaboración Propia**TASA DE INFILTRACION = 5.56 min/cm****TABLA 29**

Clasificación del terreno 1

CLASE DE TERRENO	TIEMPO DE INFILTRACIÓN PARA EL DESCENSO DE 1 cm.	(X)
Rápidos	de 0 a 4 minutos	
Medios	de 4 a 8 minutos	X
Lentos	de 8 a 12 minutos	

FUENTE: Elaboración Propia**TABLA 30**

Ubicación de la calicata para el test 2

COORDENADAS UTM		ALTITUD (m.s.n.m.)	FECHA
ESTE (m.)	NORTE (m.)		
798,864	9'240,287	3,469	2023

FUENTE: Elaboración Propia

Luego de realizada la excavación, según la Norma IS-020, se procedió a la saturación del suelo por un periodo de 24 horas, encontrando el siguiente resultado:

CASO B

Si no permanece agua en el agujero después del periodo nocturno de expansión, se añade agua hasta lograr una lámina de 15 cm. por encima de la capa de grava. Luego, utilizando un punto de referencia fijo, se mide el descenso del nivel de agua a intervalos de 30 min. aproximadamente durante un periodo de 4 horas. Cuando se estime necesario se podrá añadir agua hasta lograr un nuevo nivel de 15 cm. por encima de la capa de grava. El descenso que ocurre durante el período final de 30 minutos se usa para calcular la tasa de absorción o infiltración. Los datos obtenidos en las primeras horas proporcionarán información para posibles modificaciones del procedimiento de acuerdo con las condiciones locales.

TABLA 31

Resultados del test de percolación 2

MEDICIÓN						
N° REGISTRO	PERIODO (min.)			ALTURA (cm.)		
	INICIO	FINAL	INTERVALO	INICIO	FINAL	INTERVALO
1	0	30	30	15	9.8	5.2
2	30	60	30	9.8	4.7	5.1
3	60	90	30	15	10.1	4.9
4	90	120	30	10.1	5.3	4.8
5	120	150	30	15	10.4	4.6
6	150	180	30	10.4	5.9	4.5
7	180	210	30	15	10.5	4.5
8	210	240	30	10.5	6.1	4.4

FUENTE: Elaboración Propia

TASA DE INFILTRACION = 6.82 min/cm

TABLA 32

Clasificación del terreno 2

CLASE DE TERRENO	TIEMPO DE INFILTRACIÓN PARA EL DESCENSO DE 1 cm.	(X)
Rápidos	de 0 a 4 minutos	
Medios	de 4 a 8 minutos	X
Lentos	de 8 a 12 minutos	

FUENTE: Elaboración Propia**TABLA 33**

Ubicación de la calicata para el test 3

COORDENADAS UTM		ALTITUD (m.s.n.m.)	FECHA
ESTE (m.)	NORTE (m.)		
798,640	9'240,451	3,493	14-15/03/14

FUENTE: Elaboración Propia

Luego de realizada la excavación, según la Norma IS-020, se procedió a la saturación del suelo por un periodo de 24 horas, encontrando el siguiente resultado:

CASO B

Si no permanece agua en el agujero después del periodo nocturno de expansión, se añade agua hasta lograr una lámina de 15 cm. por encima de la capa de grava. Luego, utilizando un punto de referencia fijo, se mide el descenso del nivel de agua a intervalos de 30 min. aproximadamente durante un periodo de 4 horas. Cuando se estime necesario se podrá añadir agua hasta lograr un nuevo nivel de 15 cm. por encima de la capa de grava. El descenso que ocurre durante el período final de 30 minutos se usa para calcular la tasa de absorción o infiltración. Los datos obtenidos en las primeras horas proporcionarán información para posibles modificaciones del procedimiento de acuerdo con las condiciones locales.

TABLA 34*Resultados del test de percolación 3*

MEDICIÓN						
N° REGISTRO	PERIODO (min.)			ALTURA (cm.)		
	INICIO	FINAL	INTERVALO	INICIO	FINAL	INTERVALO
1	0	30	30	15.0	10.4	4.6
2	30	60	30	10.4	6.0	4.4
3	60	90	30	15.0	10.7	4.3
4	90	120	30	10.7	6.5	4.2
5	120	150	30	15.0	10.8	4.2
6	150	180	30	10.8	6.7	4.1
7	180	210	30	15.0	11.0	4.0
8	210	240	30	11.0	7.2	3.8

FUENTE: Elaboración Propia**TASA DE INFILTRACION = 7.89 min/cm****TABLA 35**

Clasificación del terreno 3

CLASE DE TERRENO	TIEMPO DE INFILTRACIÓN PARA EL DESCENSO DE 1 cm.	(X)
Rápidos	de 0 a 4 minutos	
Medios	de 4 a 8 minutos	X
Lentos	de 8 a 12 minutos	

FUENTE: Elaboración Propia

De los Test de Percolación realizados, elegimos el resultado más desfavorable tal y como se muestra a continuación:

TABLA36

Resumen de los valores obtenidos

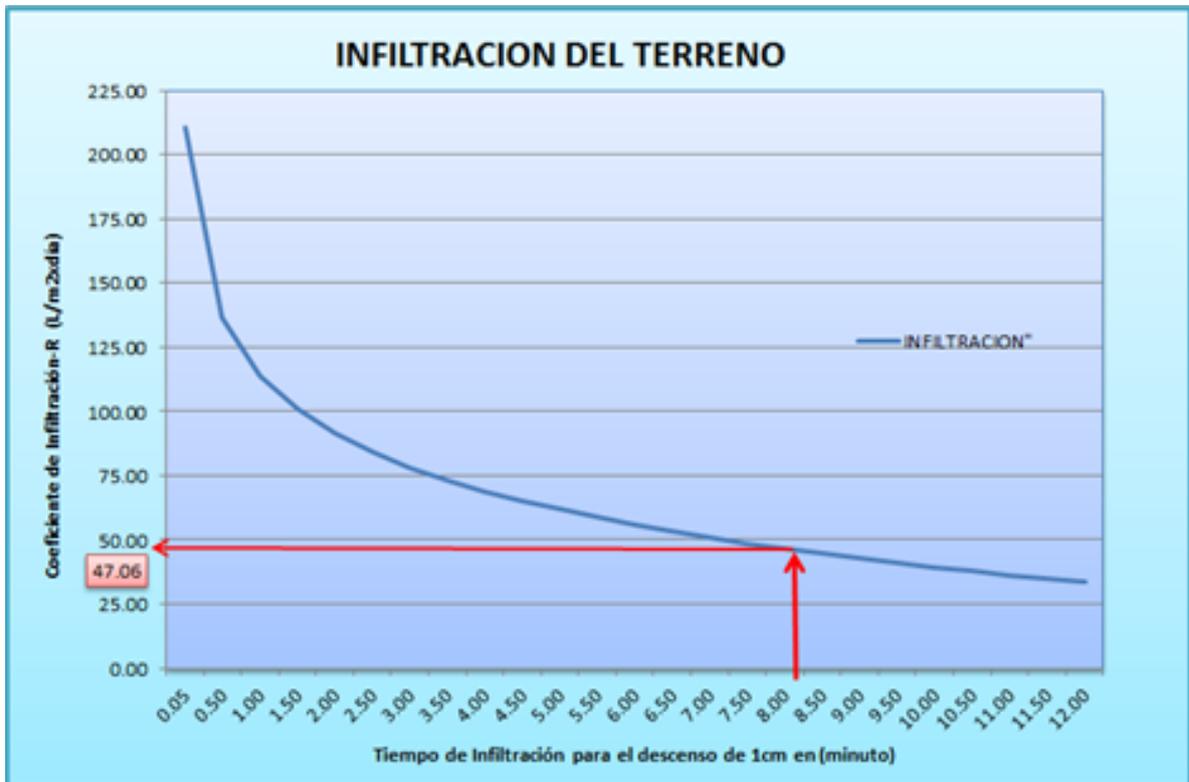
RESUMEN	
N° DE ENSAYO	INFILTRACIÓN (min/cm)
01	5.56
02	6.82
03	7.89
TASA DE INFILTRACIÓN FINAL	7.89

FUENTE: Elaboración Propia

Determinación de la Capacidad de Absorción del Suelo: Para obtener R (L/m²xdía), en la gráfica siguiente interpolamos el valor del tiempo de infiltración para el descenso de 1 cm. final (en min) obtenido, resultando:

FIGURA 1

Determinación de la Capacidad de Absorción del Suelo



FUENTE: Elaboración Propia

R = 47.06 L/m²día

Obras Lineales - Localidad de Huangashanga Alta

Las conexiones domiciliarias a realizar estarán apoyadas sobre estratos compuestos por arcillas inorgánicas de mediana plasticidad. En general se trata de suelos de permeabilidad muy baja, pero, debido a la presencia de arena en su composición, presenta una permeabilidad media.

Reservorio Apoyado Existente - Localidad de Huangashanga Alta

El emplazamiento del Reservorio Apoyado Existente está constituido por arcillas inorgánicas de mediana plasticidad, las cuales pueden presentar condiciones desfavorables al saturarse bajo carga.

4.2.9. ANALISIS DEL SUELO DE FUNDACION

Capacidad de carga

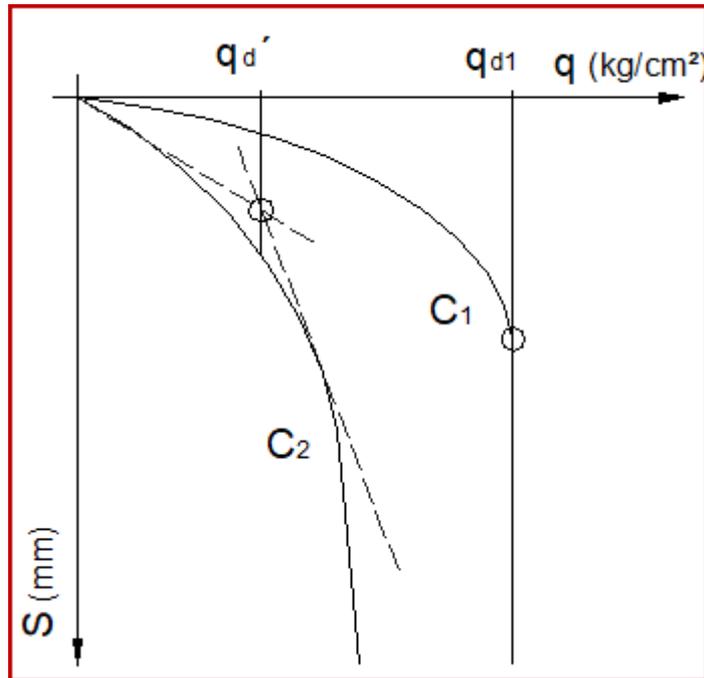
Se puede definir como capacidad de carga a la carga por unidad de área por debajo de la cimentación bajo la cual se produce la falla por corte, es decir, es la mayor presión unitaria que el suelo puede resistir sin llegar al estado plástico.

Al cargar un suelo de fundación, su superficie sufre asentamientos que se pueden graficar en función de la carga unitaria o presión media. Si el suelo es compacto la curva graficada resulta ser como la curva C1 y la presión q_{d1} representa su capacidad de carga. Si el suelo es blando la curva graficada resulta ser como la curva C2, en donde las deformaciones serán más importantes en función de la carga.

La capacidad de carga en este caso no queda bien definida. Existe más de una teoría para determinarla, en donde una de ellas consiste en establecer q'_d en forma gráfica como la intersección de dos tangentes: la primera en el punto de origen y la segunda en el punto en donde la curva adquiere la máxima pendiente. Las curvas representadas se obtienen con ensayos de carga directa.

FIGURA 2

Capacidad de carga



Nota: Curvas Carga vs. Asentamiento para suelos compactos (C₁) y suelos blandos (C₂).

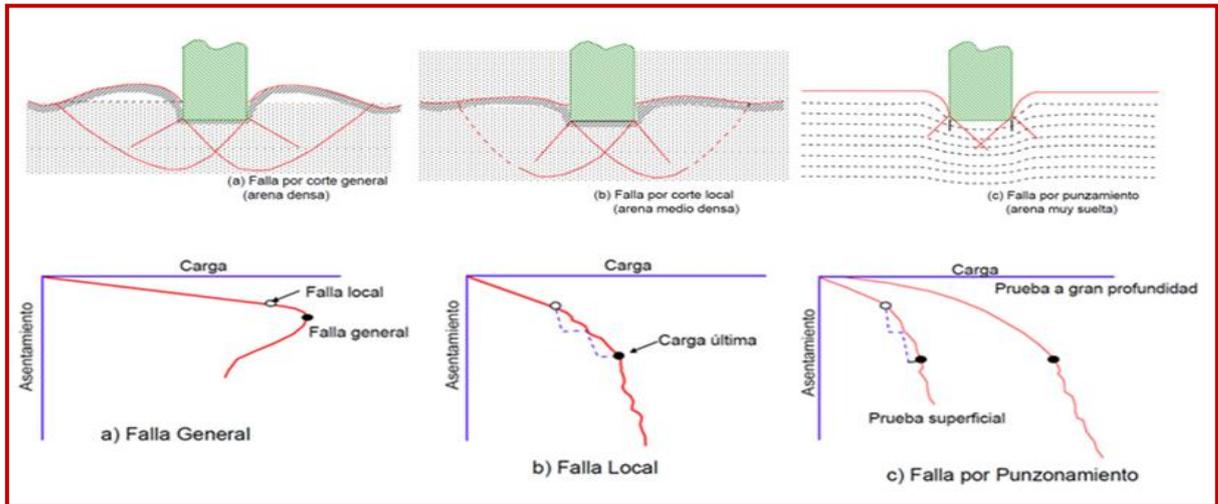
FUENTE: Elaboración Propia

La falla del suelo de fundación supone asentamientos importantes, giro y vuelco de la estructura. Según la estructura y el tipo de suelo, la falla puede producirse de tres formas:

- a) **Por Corte General:** Se produce una superficie de rotura continua, la cual arranca en la base de la zapata y aflora a un lado de la misma a cierta distancia. Esta es la rotura típica de arenas densas y arcillas blandas en condiciones rápidas y sin drenaje.
- b) **Por Corte Local:** Se plastifica el suelo en los bordes de la zapata y bajo la misma sin que lleguen a formarse superficies continuas de rotura hasta la superficie. Esto es típico en arcillas, limos blandos y en arenas medias a sueltas.
- c) **Por Corte por Punzonamiento:** La cimentación se hunde cortando el terreno en su periferia con un desplazamiento aproximadamente vertical. Esto se da en materiales muy compresibles y poco resistentes.

FIGURA 3

Modos de Falla



FUENTE: Elaboración Propia

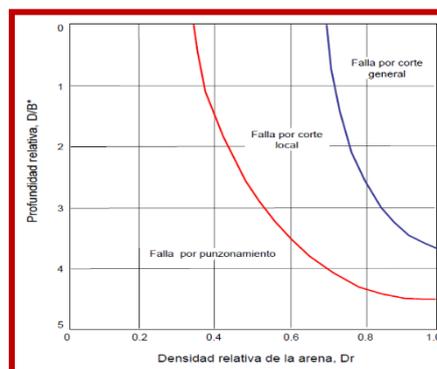
Los modelos teóricos desarrollados se aplican a la falla por corte general y por punzonamiento, mientras que para la falla por corte local existen factores empíricos de corrección. Para el caso específico de arenas, a continuación, se muestra el Gráfico de Vesic (1963), el cual representa las formas típicas de falla en las mismas, en función de la densidad relativa de la arena (D_r) y de la profundidad relativa (D_f/B^*), en donde:

$$B^* = B \text{ Para el caso de zapatas cuadradas o circulares.}$$

$$B^* = \frac{2BL}{B + L} \text{ Para el caso de zapatas rectangulares.}$$

FIGURA 4

Formas típicas de falla en arena



FUENTE: Elaboración Propia

Teoría de Terzaghi

Esta teoría se aplica a suelos con cohesión y fricción, cuya ley de resistencia al corte es:

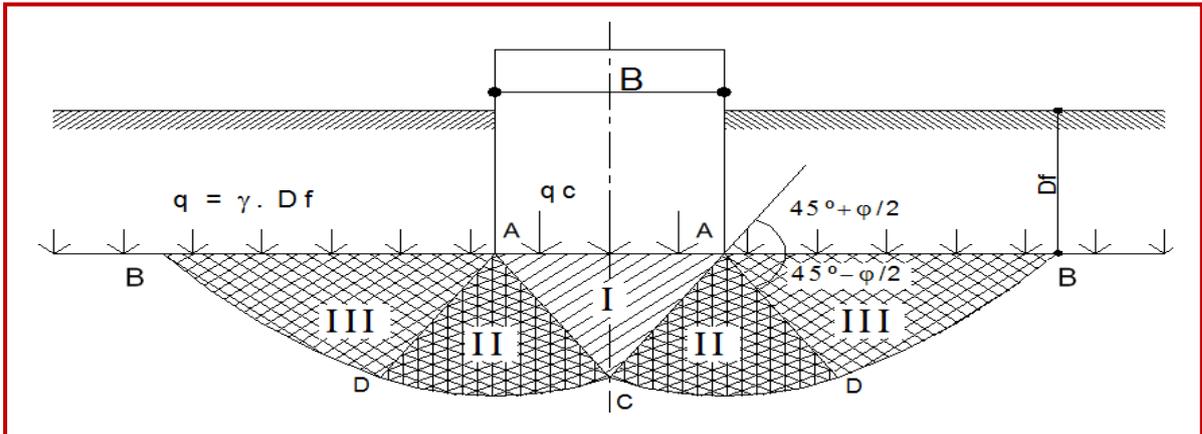
$$\tau = c + \sigma \cdot \operatorname{tg} \phi$$

Se supone una carga repartida uniformemente y lineal (zapata continua). Se desprecia la resistencia al corte del suelo situado sobre el nivel de fundación (D_f), al que se considera como una sobrecarga actuando sobre la fundación.

$$q = \gamma D_f$$

FIGURA 5

Mecanismo de falla para una zapata continua y uniformemente cargada.



FUENTE: Elaboración Propia

Se considera que la carga actuante es estática, vertical y centrada. La cimentación es del tipo superficial, rígida y continua. El comportamiento del suelo, en cuanto a su asentamiento, responde a la curva C_1 (ver Fig. N° 8), es decir, que se trata de arenas densas y arcillas compactas.

Se propone un mecanismo de falla (ver Fig. N° 11) para una zapata continua uniformemente cargada, dividiéndose el sector de fallas en tres zonas: zonas I, II y III.

- La **Zona I** es una cuña que actúa como si fuese parte de la zapata (estado activo). Sus límites forman ángulos de $45^\circ + \Phi/2$ con la horizontal.
- La **Zona II** es una cuña de corte radial dado que las líneas de falla son rectas con origen en A y espirales logarítmicas con centro en A. La frontera AD forma un ángulo de $45^\circ - \Phi/2$ con la horizontal.

- La **Zona III** es aquella zona en donde se desarrollan las superficies de deslizamientos que corresponden al estado pasivo de Rankine, pues sus límites forman ángulos de $45^\circ - \Phi/2$.

Bajo esta hipótesis, la capacidad de carga resulta:

$$q_u = cN_c + \gamma D_f N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \dots (1)$$

En donde:

c: Cohesión del suelo.

γ : Peso específico del suelo.

D_f : Profundidad de desplante de la cimentación.

B: Ancho de la zapata continua.

N_c, N_q, N_γ : Factores de Capacidad de Carga, los cuales son adimensionales y están en función del ángulo de fricción interna del suelo (Φ). El coeficiente N_c está relacionado con la cohesión del suelo, N_q con la sobrecarga y N_γ con el peso de las zonas II y III. Sus expresiones de cálculo son (Caquot y Kerisel, 1953):

$$N_c = \text{Cot} \phi (N_q - 1)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_\gamma = 2 \tan \phi (N_q + 1)$$

En la Calicata C-1, correspondiente al Reservorio Apoyado Existente, tenemos la presencia de arcillas inorgánicas de mediana plasticidad (CL según el SUCS). En dicho caso, así como también ocurre en limos blandos y arenas sueltas, la deformación crece mucho para cargas próximas a la falla, alcanzándose niveles de asentamiento en el cimiento que equivalen a la falla de la estructura (Falla Local). Para este caso, Terzaghi corrigió su teoría introduciendo nuevos valores de c y Φ en la fórmula de capacidad de carga, quedando como sigue:

$$c' = \frac{2}{3} c$$

$$\text{Tan} \phi' = \frac{2}{3} \text{Tan} \phi$$

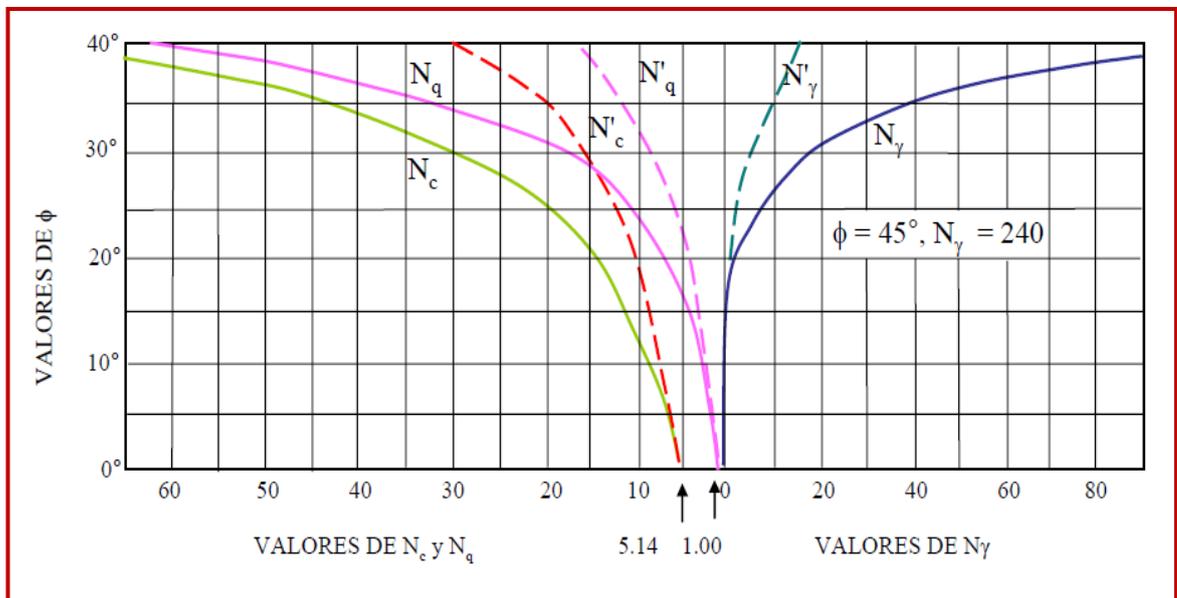
Entonces, la expresión para el cálculo de la capacidad de carga (Falla por Corte Local) queda así:

$$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + \gamma D_f N'_q + \frac{1}{2}\gamma B N'_y$$

En esta expresión, N'_c , N'_q , N'_y son los factores de **capacidad de carga modificada**, los cuales se calculan utilizando las mismas expresiones que para N_c , N_q , N_y , reemplazando Φ por Φ' .

FIGURA 6

Relación entre el ángulo de fricción y los factores



FUENTE: Elaboración Propia

Para cimientos cuadrados o circulares, Terzaghi modificó su expresión original basándose en resultados experimentales, resultando como sigue:

Para zapatas cuadradas: $q_u = 1.3cN_c + \gamma D_f N_q + 0.4\gamma B N_y$

Para zapatas circulares: $q_u = 1.3cN_c + \gamma D_f N_q + 0.3\gamma B N_y$

En donde B = lado del cimiento (para zapata cuadrada) y B = diámetro de zapata (para zapata circular).

Capacidad de carga admisible

Las capacidades de carga mencionadas corresponden a valores de falla. En la práctica se emplea la **capacidad de carga admisible**, calculándose como sigue:

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F_s}$$

En donde: F_s = Factor de Seguridad.

El coeficiente de seguridad cubre las incertidumbres sobre las propiedades de los suelos y su determinación, la teoría de capacidad de carga que se use, las desviaciones sobre la construcción, etc

TABLA 37

Factor de seguridad

FACTOR DE SEGURIDAD (F_s)	
Solicitaciones Estáticas	3.0
Solicitaciones Máximas de Sismo y Viento	2.5

FUENTE: Elaboración Propia

Profundidad y tipo de cimentación

Basado en los trabajos de campo, perfiles estratigráficos y características de las estructuras a construir, se proporcionan las siguientes recomendaciones referidas a la cimentación:

Obras Menores

Para las obras menores tales como caseta de bombeo, caseta de válvulas caja de registro de lodos, y dependiendo del emplazamiento de estas estructuras, se recomienda cimentar sobre suelo competente, considerando la profundidad de desplante de $D_f = 1.20$ m. y empleando zapatas de sección cuadrada.

Reservorio Apoyado Existente

Respecto a la cimentación de la estructura a ser mejorada y/o reconstruida, se recomienda cimentar sobre el estrato compuesto por arcillas inorgánicas de mediana plasticidad, considerando la profundidad de desplante (D_f) de 1.70 m. y empleando una zapata de sección cuadrada de 1.50 m. de lado.

Asentamiento total

El asentamiento total S es producto de la suma de sus tres componentes, tal y como se muestra a continuación:

$$S = S_i + S_{cp} + S_{cs}$$

En donde:

S_i : Asentamiento inmediato.

S_{cp} : Asentamiento por consolidación primaria.

S_{cs} : Asentamiento por consolidación secundaria.

TABLA 38

Métodos de cálculo de asentamientos

TIPO DE ASENTAMIENTO	MÉTODO	PARÁMETRO BASE	APLICACIÓN
Inmediato	Elástico	Propiedades Elásticas del Suelo	Arenas, Gravas, Suelos no Saturados, Arcillas Duras y Rocas.
Inmediato	Meyerhof	N (SPT)	Arenas, Gravas y similares.
Inmediato	Prueba de Carga	Prueba de Carga	Arenas, Gravas, Suelos no Saturados, Arcillas Duras y Rocas.
Consolidación Primaria	Teoría de la Consolidación	Ensayo de Consolidación	Arcillas Blandas a Medio Saturadas.
Consolidación Primaria y Secundaria	Teoría de la Consolidación	Ensayo de Consolidación	Arcillas Blandas a Muy Blandas, Turbas y Suelos Orgánicos y similares.

FUENTE: Elaboración Propia

En arenas, gravas, arcillas duras y suelos no saturados en general, el asentamiento total tiende a presentarse como un asentamiento inmediato. Debido a ello, el asentamiento de la cimentación se calculará en base a la Teoría de la Elasticidad (Lambe y Whitman, 1964).

El asentamiento elástico será calculado utilizando la siguiente fórmula:

$$S_i = \frac{qB(1-u^2)}{E_s} I_f$$

En donde:

Si: Asentamiento inmediato (cm.).

μ : Relación de Poisson.

Es: Módulo de Elasticidad (Ton/m²).

If: Factor de Forma (cm/m).

q: Capacidad de Carga Admisible (Ton/m²).

B: Ancho de la cimentación (m.).

Para una zapata de sección cuadrada, y considerando los diferentes valores para el Factor de Forma (If) según el punto de aplicación del peso de la estructura, se calcularon los asentamientos inmediatos, indicándose el asentamiento de mayor valor, el cual representa el caso más desfavorable.

TABLA 39

Resumen de resultados de capacidad

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	C-2
Pro. Cimentación (Dt)	m.	1.70
Ancho (m.) x Largo (m.)	m. x m.	1.50 x 1.50
Capacidad Admisible de Carga	Kg/cm ²	0.85
Es (Ton/m ²), μ (Poisson)	-	996; 0.26
Asentamiento	cm.	1.34
Factor seguridad	-	3

FUENTE: Elaboración Propia

De acuerdo al cuadro de resultados mostrado, el valor para el asentamiento totales obtenido es inferior al valor máximo permisible (caso más desfavorable) de 1 plg = 2.54 cm. Por lo tanto, decimos que no se presentarán problemas por asentamiento.

FIGURA 7

Asentamiento máximo permisible

Tipo de movimiento	Factor limitativo	Asentamiento máximo
Asentamiento total	Drenaje	6-12 plg.
	Acceso	12-24 plg.
	Probabilidad de asentamiento no uniforme	
	Estructuras con muros de mampostería	1-2 plg.
	Estructuras reticulares	2-4 plg.
	Chimeneas, silos, placas	3-12plg.

FUENTE: Elaboración Propia

4.3. OBJETIVO 2: ELABORAR UN ESTUDIO TOPOGRÁFICO PARA DETERMINAR LA POSICIÓN RELATIVA DE UNO O MÁS PUNTOS SOBRE UN PLANO HORIZONTAL.

4.3.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA

La Localidad de Huangashanga Alta, se ubica en la zona de la Sierra Oriental, por el desvío de la carretera Panamericana Norte en Lambayeque, camino a Ciudad de Dios, vía la Carretera hacia la Ciudad de Cajamarca, Provincia de Celendín, cuyas coordenadas promedio de ubicación son:

NORTE: 9240059

ESTE: 798756

ALTITUD: 3456 m.s.n.m.

El área del Proyecto se encuentra limitada de la siguiente manera:

Por el Norte :

Con la localidad de San Francisco y Carhuaconga del distrito Huasmin.

Por el Sur :

Con las localidades Toro Cocha y la Pauca del distrito Huasmin.

Por el Este :

Con las localidades Dos de Mayo y Lucma distrito de Huasmin.

Por el Oeste :

Con la localidad de Carhuaconga del distrito de Huasmin.

4.3.2. PROCEDIMIENTO Y METODOLOGIA DEL TRABAJO

El presente trabajo desarrolla un Estudio Topográfico con alcances de procedimientos Geodésicos en la Provincia de Celendín, Departamento de Cajamarca.

El Estudio consta de una red de alineamientos que forman una Poligonal cerrada de cuarto orden de precisión, que ofrece un procedimiento exacto para el enlace de datos de control de posición, al sistema UNIVERSAL TRANSVERSAL MERCATOR (U.T.M.), el cual rige los sistemas de coordenadas, en la mayoría de los países del mundo, incluido el Perú.

Para los trabajos de levantamiento topográfico; estos serán divididos en tres clases: obras lineales, no lineales y redes, se siguió el siguiente procedimiento:

Apoyados en los vértices de las Poligonales de Control, se levantaron en campo todos los detalles planimétricos compatibles con la escala de presentación de los servicios, tales como: vivienda, veredas, carreteras, postes, etc.

Toda la información obtenida se ha procesado empleando programas, con un software de cálculo en el caso de la Estación Total (indicado en el equipo de software utilizado).

Estos trazos que generan los planos, han sido procesados en dibujos Vectorizados en Auto CAD LAND y CIVL 3D. Los archivos están en unidades métricas. Los puntos son incluidos como bloques en la capa Puntos Topográficos y controlada en tres tipos de información básica (número de punto, descripción y elevación).

El levantamiento Planimétrico se ejecutó con los siguientes límites de precisión.

TABLA 40

Levantamiento Topográfico de Obras Lineales

Descripción	Escala	
	1:500	1:1000
Puntos por ha (en media) y todos los detalles planimétricos compatibles con la escala	50	36
Cuadrículado (o espacio entre secciones)	10 m	20 m
Tolerancia planimetría	0,2 m	0,3 m
Tolerancia altimétrica en Puntos Acotados	±5 cm	±10 cm

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 41

Levantamiento Topográfico de Obras No Lineales

Descripción	Escala	
	1:200	1:500
Puntos por ha (en media) y todos los detalles planimétricos compatibles con la escala	200	36
Cuadrículado (o espacio entre secciones)	5 m	10 m
Tolerancia Planimétrico	0,1 m	0,2 m
Tolerancia altimétrica en Puntos Acotados	±2 cm	±5 cm

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 42*Levantamiento Topográfico de Redes*

Descripción	Escala	
	1:1000	1:2000
Puntos por ha (en media) y todos los detalles planimétricos compatibles con la escala	36	16
Cuadrículado (o espacio entre secciones)	20 m	40 m
Tolerancia Planimétrico	0,3 m	1 m
Tolerancia altimétrica en Puntos Acotados	±10 cm	±20 cm

FUENTE: Elaboración Propia**TABLA 43***Tolerancia de Poligonales Topográficas*

Descripción	Control con Estación Total	
	Cuarto Orden	Poligonales Secundarias
Límite de error Acimutal	10" (N) [^] 1/2	20" (N) [^] 1/2
Máximo error en la medición de distancia	1:10,000	1:5,000
Cierre después del ajuste Acimutal	1:5,000	1:3,000
Criterio de cálculo y compensación	MC ó Crandall	MC ó Crandall

FUENTE: Elaboración Propia**4.3.3. TRABAJO DE CAMPO****Medición de Ángulos Horizontales y Verticales**

Se efectuó apoyado en la Estación Total marca Leica, con precisión al segundo, mediante observaciones a los prismas ubicados en cada vértice de dicha Poligonal; obteniéndose ángulos Internos (Horizontales), y ángulos Directos (Verticales).

Medición de Distancias y Taquimetría

Se efectuó la medición de los lados de la Poligonal apoyados en el Distanciómetro de la Estación Total cuya precisión es de 0.001 mts. Así mismo se realizó el respectivo levantamiento Taquimétrico para obtener los detalles del terreno en cuestión.

Ubicación de BMs

Se efectuó la ubicación estratégica de puntos de control verticales denominados BMs, teniendo como apoyo la estación total, la cual determino las cotas de los puntos de control a lo largo del área de estudio, tendiendo como premisa la existencia de una fuerte pendiente que minimiza los errores cometidos al utilizar este instrumento.

Cálculo de la poligonal de apoyo; lados y ángulos internos.

Para el caso de la poligonal de control se realizó con los equipos de Estación Total y un Tribach básicamente para poder obtener valores de posición y niveles de error mínimos. Para ello, se tomaron lecturas de distancia repetida y en modo fino del instrumento lo que significa que, en un intervalo de tiempo de 2,5 segundos por visada, utilizando de este tiempo el promedio de lecturas computarizadas, cada una de esas medidas con rayos infrarrojos de onda corta, viajando a la velocidad de la luz dan una cantidad considerable de precisión al desnivel resultante, el cual se resulta principalmente de los puntos fijos de la posición del Tribach utilizado. Además, se realizaron los ajustes por temperatura y presión en el momento de la colección de datos (datos promedios de las localidades obtenidos de CENAMI)

Para la compensación del cálculo de coordenadas, se utilizaron fórmulas de cálculo conocidas que ajusta las poligonales por el método de compensaciones lineales, el cual es un método preciso y de cierre lineal y angular, el mismo está señalado en los términos de referencia. La posibilidad de utilizar equipos digitales en topografía evita necesidad de hacer los cálculos manualmente.

Calculo de coordenadas

Estos puntos fueron levantados como nudos topográficos orientados generar las curvas de nivel. Se utilizó el equipo de Estación Total para poder ubicarlos en campo. Estos puntos fueron apoyados en coordenadas y cotas desde las estaciones de control para los levantamientos ya descritos.

La descripción de los puntos tomados en campo fue en coordinación con el técnico de campo y el técnico de gabinete que acordaron en una codificación para cada detalle encontrado en campo tales como:

TABLA 44

Código y descripción

CODIGO	DESCRIPCION	CODIGO	DESCRIPCION
R	Relleno Topográfico	RIO	Borde de Rio
LP	Límite de Propiedad	CANAL	Borde de Canal
ESQ	Esquina de Manzana	ACEQ	Borde de Acequia
PARED	Pared o Quiebre de Manzana	ESCA	Escalera
CASA	Esquina de Vivienda	TUB	Eje de Tubería
VER	Vereda	QBDA	Borde de Quebrada
PL	Poste de Alumbrado	FDO	Fondo de Quebrada
PT	Poste de Teléfono	OJO	Borde de Manantial
PALT	Poste de Media Tensión	CAPT	Caja de Captación
BZ	Buzón de Desagüe	RES	Lados de Reservorio
BZT	Buzón de Teléfono	CAMARA	Esquina de Cámara
CERCO	Cerco de Piedra y/o Madera	VAL	Válvula de Control
MURO	Muro de Concreto y/o Piedras	GRIFO	Grifo Contra Incendios
BORDE	Borde de Caída de Terreno	A	Conexión de Agua
PTE	Puente	D	Conexión de Desagüe
CAMI	Camino de Herradura	TORRE	Torre de Alta Tensión
CARR	Carretera	JARD	Jardines
ASFALT	Pista de Material Asfalto	SARD	Sardinell

FUENTE: Elaboración Propia

Luego de los trabajos de campo y de gabinete, se obtuvieron los siguientes resultados en las coordenadas de los vértices más importantes; así como los puntos de control (BMs.), dejados en la localidad:

TABLA 45

Punto y coordenadas

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
BM1	9240044.697	798458.56	3517.9
BM2	9239883.503	798806.3355	3493.8
BM3	9239991.012	799008.5914	3496.2
BM4	9240274.637	798713.692	3498.22
A1	9239701.586	798741.8236	3507.25
P1	9236751.254	793970.9827	3729.86
P2	9237727.329	794743.1837	3690.1
P3	9237901.526	795613.3162	3722.85
P4	9238058.28	795816.0493	3695.23
P5	9238638.984	795953.1388	3688.38
P6	9239375.753	797160.4017	3614.88
P7	9239736.299	798246.0195	3647.91
M1	9239781.885	798235.6144	3632.25
M2	9239979.452	799029.9859	3496.21
M3	9239890.985	798798.9075	3494.57
M4	9240092.412	798935.0189	3506.4

FUENTE: Elaboración Propia

4.3.4. CALCULO DE LA POLIGONAL HUANGASHANGA

Medición de distancias de la poligonal

$$BM1 / BM4 = 343.461m$$

$$BM4 / BM3 = 409.156m$$

$$BM3 / A-1 = 393.615m$$

$$A-1 / BM1 = 444.931m$$

$$\text{Total} = 1591.163m.$$

Cálculo de los ángulos internos de la poligonal

$$\angle BM1 = 92^{\circ}29'05''$$

$$\angle BM4 = 94^{\circ}05'21''$$

$$\angle BM3 = 91^{\circ}12'59''$$

$$\angle A-1 = 82^{\circ}12'34''$$

$$\text{Total} = 359^{\circ}59'59''$$

Calculo del error de cierre angular (Ea)

$$\text{Sabemos: } I = 180^{\circ} \cdot (N-2)$$

Siendo :

$$I = 180^{\circ} \cdot (4-2)$$

$$I = \text{Suma Real Angular.}$$

$$I = 360^{\circ}00'00''$$

$$I' = \text{Suma Angular de Campo.}$$

Tolerancia Angular:

$$Ta = A \cdot \sqrt{n}$$

Siendo:

$$Ta = 1'' \cdot \sqrt{4}$$

A = Precisión del

$$Ta = 0.00055556$$

Instrumento.

$$Ta = 0^{\circ}0'02''$$

n = # vértices.

Error Angular:

$$Ea = I' - I$$

$$Ea = 359^{\circ}59'59'' - 360^{\circ}00'00''$$

$$Ea = - 00^{\circ}00'01'' \text{ (Error por Defecto)}$$

El error es menor a la tolerancia por lo que se realizara la compensación respectiva.

Compensación de los ángulos internos de la poligonal

Se compensará teniendo en cuenta la suma de distancia del centro del ángulo de rotación hacia los lados de los mismos, siendo el orden de precisión y/o donde se cometerá el mayor error, el que tenga mayor distancia sumada y así consecutivamente; y se compensará de esa forma el valor del error a dicho ángulo que contenga la suma mayor (no se compensará el ángulo del pto. Geodésico):

TABLA 46

Compensación de los ángulos internos

VERTICE	ANG.HORZ.	SUMA DIST.	ORDEN	CORREC.	ANG.HORZ.CORREG.
BM1	92°29'05"	788.392	3	0°0'0"	92°29'05"
BM4	94°05'21"	752.617	4	0°0'1"	94°05'22"
BM3	91°12'59"	802.771	2	0°0'0"	91°12'59"
A-1	82°12'34"	838.546	1	0°0'0"	82°12'34"
Σ	359°59'59"			+0°0'01"	360°00'00"

FUENTE: Elaboración Propia

Calculo de azimut de los lados de la poligonal

Se compensará teniendo en cuenta la formula practica de ángulos internos y un Azimut del lado de partida base, de donde se tiene los datos de coordenadas U.T.M. y altura absoluta, dicha fórmula es la siguiente.

Azimut de lado (Az. K4/K2) = Azimut de inicio (Az. K4/K2) + Angulo Hr. + 180°

En caso que la suma pase de 360° se restará esa misma cantidad para obtener el valor en el cuadrante respectivo.

TABLA 47

Calculo de azimuts

LADO	ANG. HORIZONTAL	AZIMUT
BM1 / BM4		56°52'33"
BM4 / BM3	94°05'22"	142°47'11"
BM3 / A-1	91°12'59"	231°34'12"
A-1 / BM1	82°12'34"	329°21'38"
BM1 / BM4	92°29'05"	56°52'33"

FUENTE: Elaboración Propia

Cálculo de las coordenadas parciales de los vértices de la poligonal

Se calcularán las coordenadas parciales para apreciar el error lineal cometido y realizar la compensación respectiva a las coordenadas absolutas de los vértices de la poligonal teniendo como parámetros algunos datos establecidos por los órganos encargados.

(Error Especifico: $E_r = 2,500$)

Fórmulas de cálculo de coordenadas parciales:

(Este) $X = \text{Dist. } L (\text{Sen}Z)$ Siendo: $L = \text{distancia parcial.}$

(Norte) $Y = \text{Dist. } L (\text{Cos}Z)$ $Z = \text{Azimut del lado.}$

$P = \text{Perímetro.}$

TABLA 48

Cálculo de coordenadas

LADO	AZIMUT (Z)	DISTANCIA (m.)	COORDEN. X	PARCIAL Y
BM1 / BM4	56°52'33"	343.461	287.64457	187.68607
BM4 / BM3	142°47'11"	409.156	247.45277	-325.84622
BM3 / A-1	231°34'12"	393.615	-308.34544	-244.65457
A-1 / BM1	329°21'38"	444.931	-226.7519	382.8148
Σ		1591.163	0.0000	+0.00008

FUENTE: Elaboración Propia

Luego: $E_y = +0.00008$ $E_x = 0.0000$

Cálculo del Error Total de Cierre: (E_t)

$$E_t = \sqrt{(E_x)^2 + (E_y)^2}$$

$$E_t = \sqrt{(0.0000)^2 + (0.00008)^2}$$

$$E_t = 0.00008$$

Cálculo del Error relativo: (E_r)

$$E_r = E_t/P \quad E_r = (1/p)/E_t \quad E_r = 1/ (p/E_t)$$

$$E_r = 1 / 20'141,303.800$$

Valor del Error Especifico: ($E_{sp.}$) = $1 / 2,500$ (según normas especificadas)

Comparando Errores:

$$Er < Esp. \quad 1 / 20'141,303.800 < 1 / 2,500 \quad \text{O.K.}$$

El error relativo es menor al error específico, por lo que se realizara la compensación respectiva.

Compensación de coordenadas parciales de los vértices de la poligonal

Se calcularán las coordenadas parciales corregidas en forma proporcional a la distancia parcial y total en relación al error encontrando se obtendrán valores respectivos para cada coordenada y finalmente de compensará y se obtendrán las coordenadas absolutas partiendo de una base establecida.

La compensación se ve de la las fórmulas:

$$Cx = - (Ex/P). Lp \quad Cy = - (Ey/P). Lp \quad \text{Donde:}$$

P = Perímetro

Lp = Long. Parcial

TABLA 49

Compensación de coordenadas

LADO	DIST.PARC. (m.)	CORREC. Cx	COORD Cy	COORD.PARC. X	CORREG. Y
BM1 / BM4	343.461	0.0000	-0.00002	287.64457	187.68605
BM4 / BM3	409.156	0.0000	-0.00002	247.45277	-325.84624
BM3 / A-1	393.615	0.0000	-0.00002	-308.34544	-244.65459
A-1 / BM1	444.931	0.0000	-0.00002	-226.7519	382.81478
Σ	1591.163			0	0

FUENTE: Elaboración Propia

Cálculo de las coordenadas de la poligonal

TABLA 50

Calculo de coordenadas

VERTICE	ESTE	NORTE
BM-1	798458.56	9240044.697
BM-4	798713.6928	9240274.638
BM-3	799008.5914	9239991.012
A-1	798741.8236	9239701.586

FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA 8

Ficha de BM's - 1

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	CARACTERÍSTICA DE LA MARCA: DISCO DE BRONCE ROTULADO Ø 2.5" x 0.02 cm. ANCLADO EN BASE DE CONCRETO ARMADO	CODIGO: BM-1
PROVINCIA: CELENDIN	COORDENADAS U.T.M.: Norte: 9240044.697; Este: 798458.56	ALTITUD (m): 3517.9
DISTRITO: HUÁSMIN	ESTABLECIDA POR: CONSORCIO PRO AGUA NORTE	ORDEN: 3ER.
UBICACION: LOCALIDAD DE HUANGASHANGA ALTA	DATUM: ELIPSOIDE U.T.M. WGS-84	FECHA: 2023
CROQUIS		
 		
<p>DESCRIPCION: ITINERARIO El BM-1 se encuentra cerca de la vivienda N° 104, al Noreste a unos 10 metros aproximadamente.</p> <p>MARCA DE COTA FIJA Es una DISCO DE BRONCE ROTULADO DE Ø 2.5" x 0.02 cm., de Descripción BM-1, incrustado sobre una plataforma de concreto al nivel de la misma.</p>		

FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA 9

Ficha de BM's - 2

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	CARACTERÍSTICA DE LA MARCA: DISCO DE BRONCE ROTULADO Ø 2.5" x 0.02 cm. ANCLADO EN BASE DE CONCRETO ARMADO	CODIGO: BM-2
PROVINCIA: CELENDIN	COORDENADAS U.T.M.: Norte: 9239883.503; Este: 798806.336	ALTITUD (m): 3493.8
DISTRITO: HUÁSMIN	ESTABLECIDA POR: CONSORCIO PRO AGUA NORTE	ORDEN: 3ER.
UBICACION: LOCALIDAD DE HUANGASHANGA ALTA	DATUM: ELIPSOIDE U.T.M. WGS-84	FECHA: 2023
CROQUIS		
		
<p>DESCRIPCION: ITINERARIO El BM-2 se encuentra cerca de la vivienda N° 40, al Suroeste a unos 73 metros aproximadamente.</p> <p>MARCA DE COTA FIJA Es una DISCO DE BRONCE ROTULADO DE Ø 2.5" x 0.02 cm., de Descripción BM-2, incrustado sobre una plataforma de concreto al nivel de la misma.</p>		

FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA 10

Ficha de BM's - 3

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	CARACTERÍSTICA DE LA MARCA: DISCO DE BRONCE ROTULADO Ø 2.5" x 0.02 cm. ANCLADO EN BASE DE CONCRETO ARMADO	CODIGO: BM-3
PROVINCIA: CELENDIN	COORDENADAS U.T.M.: Norte: 9239991.01; Este: 799008.59	ALTITUD (m): 3496.2
DISTRITO: HUÁSMIN	ESTABLECIDA POR: CONSORCIO PRO AGUA NORTE	ORDEN: 3ER.
UBICACION: LOCALIDAD DE HUANGASHANGA ALTA	DATUM: ELIPSOIDE U.T.M. WGS-84	FECHA: 2023
CROQUIS		
		
<p>DESCRIPCION: ITINERARIO El BM-3 se encuentra cerca de la casa N°59, al Noroeste a unos 48 metros aproximadamente.</p> <p>MARCA DE COTA FIJA Es una DISCO DE BRONCE ROTULADO DE Ø 2.5" x 0.02 cm., de Descripción BM-3, incrustado sobre una plataforma de concreto al nivel de la misma.</p>		

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 51

Libreta de Puntos Topográficos

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP.	PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP.	PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP.	PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP.
1	9239731.885	798235.614	3632.250	M1	63	9240330.455	798396.956	3493.096	R	126	9240445.560	798642.182	3497.705	C46	189	9240643.706	798456.088	3428.315	C54
2	9239816.076	798229.907	3622.193	CSA	64	9240403.677	798396.228	3489.197	R	127	9240440.073	798638.661	3497.693	C46	190	9240161.885	798572.115	3491.333	R
3	9239813.517	798233.526	3622.521	CSA	65	9240417.476	798370.926	3486.641	C21	128	9240436.808	798643.814	3497.786	C46	191	9240618.708	798424.626	3429.296	R
4	9239816.308	798236.913	3622.131	CSA	66	9240415.923	798377.168	3486.369	C21	129	9240445.701	798665.509	3495.254	R	192	9240181.084	798594.862	3487.008	R
5	9239842.051	798230.521	3614.082	R	67	9240424.9	798364.27	3487.137	C21	130	9240175.423	798612.768	3462.957	R	193	9240616.644	798591.655	3479.758	R
6	9239857.350	798221.231	3606.730	R	68	9240264.71	798402.746	3483.471	C22	131	9240169.544	798603.323	3462.695	R	194	9240586.872	798370.664	3431.97	R
7	9240017.290	798425.685	3522.696	R	69	9240303.524	798393.036	3485.168	C22	132	9240659.630	798700.461	3494.241	R	195	9240550.005	798317.703	3438.583	R
8	9240016.932	798435.081	3524.067	R	70	9240299.919	798407.387	3483.193	C22	133	9240458.750	798730.561	3490.942	R	196	9240199.487	798949.38	3482.898	C42
9	9239904.823	798207.968	3504.808	R	71	9240583.791	798275.574	3509.110	C16	134	9240168.479	798622.378	3461.106	R	197	9240201.251	798943.319	3482.746	C42
10	9240035.719	798448.793	3522.989	C	72	9240587.965	798280.926	3508.980	C16	135	9240162.706	798643.796	3457.991	R	198	9240210.115	798945.842	3482.476	C42
11	9240031.272	798452.323	3523.284	C	73	9240592.724	798268.753	3509.566	C16	136	9240460.754	798796.473	3487.648	R	199	9240505.863	798230.317	3452.134	C
12	9240033.202	798454.894	3523.129	C	74	9240593.776	798268.274	3511.951	R	137	9240455.757	798760.856	3487.021	C	200	9240482.017	798223.492	3454.508	R
13	9240040.930	798441.511	3520.770	R	75	9240594.229	798268.762	3512.316	R	138	9240455.940	798764.478	3486.617	C	201	9240216.189	798978.543	3481.489	R
14	9240052.596	798472.191	3513.073	R	76	9240593.29	798312.566	3517.723	R	139	9240460.626	798761.819	3487.117	C	202	9240471.866	798221.177	3454.451	C52
15	9240052.065	798410.042	3509.119	R	77	9240614.541	798312.948	3525.687	R	140	9240157.702	798652.521	3457.122	C30	203	9240472.437	799213.96	3454.261	C52
16	9240054.108	798403.050	3506.845	R	78	9240633.595	798301.183	3527.488	R	141	9240153.631	798656.113	3456.790	C30	204	9240476.341	799214.06	3454.159	C52
17	9240232.578	791975.017	3573.942	R	79	9240638.391	798297.165	3529.107	C16	142	9240180.783	798665.533	3456.409	C30	205	9240483.795	798212.562	3454.366	R
18	9240246.838	791961.673	3577.637	R	80	9240643.171	798300.899	3530.261	C16	143	9240457.660	798776.137	3482.845	R	206	9240443.265	798204.008	3454.509	R
19	9240258.874	798000.724	3581.717	R	81	9240336.212	798495.168	3475.968	C23	144	9240146.539	798665.924	3468.204	R	207	9240228.659	798015.073	3487.135	C43
20	9240123.019	798373.502	3503.718	C01	82	9240333.89	798490.915	3476.406	C23	145	9240146.479	798662.094	3468.255	R	208	9240234.947	799017.129	3469.765	C43
21	9240495.424	798051.937	3580.921	C10	83	9240342.506	798441.541	3476.585	C23	146	9240423.557	798790.116	3476.728	R	209	9240225.087	799026.526	3488.092	C43
22	9240496.566	798058.930	3580.326	C10	84	9240305.089	798489.609	3474.741	R	147	9240146.792	798668.578	3469.508	R	210	9240403.111	799136.876	3469.374	C51
23	9240529.903	798057.324	3580.979	C10	85	9240283.283	798488.757	3469.819	R	148	9240142.786	798663.960	3469.633	R	211	9240400.857	799164	3466.661	C51
24	9240519.066	798067.064	3578.961	R	86	9240626.839	798289.47	3534.836	R	149	9240128.704	798607.945	3460.197	R	212	9240385.777	799160.455	3469.182	R
25	9240142.928	798358.801	3510.566	C02	87	9240676.21	798285.878	3538.609	R	150	9240403.817	798602.247	3474.907	C45	213	9240385.692	799160.552	3469.044	R
26	9240138.674	798363.619	3510.192	C02	88	9240238.819	798492.77	3468.134	R	151	9240399.819	798605.090	3474.759	C45	214	9240296.693	798666.204	3469.279	R
27	9240143.872	798368.483	3509.811	C02	89	9240225.547	798470.097	3470.285	R	152	9240403.414	798610.530	3474.489	C45	215	9240375.572	798680.232	3468.591	C50
28	9240144.504	798350.842	3511.067	R	90	9240688.813	798277.567	3541.402	R	153	9240394.610	798652.005	3470.586	R	216	9240306.44	798925.062	3471.433	C44
29	9240595.472	798191.310	3522.626	C14	91	9240707.048	798272.608	3544.465	R	154	924011.059	798622.341	3469.727	R	217	9240303.426	798931.37	3471.499	C44
30	9240598.955	798196.104	3522.626	C14	92	9240205.241	798467.372	3475.324	R	155	9240373.148	798618.361	3463.553	R	218	9240310.423	798926.473	3471.68	C44
31	9240621.139	798196.924	3522.889	C14	93	9240723.031	798476.7	3548.853	C17	156	9240366.729	798934.939	3463.741	C48	219	9240386.997	798923.467	3460.814	R
32	9240602.502	798176.371	3523.245	C13	94	9240736.942	798474.175	3548.732	C17	157	9240372.334	798935.290	3462.783	C48	220	9240276.043	798931.366	3478.427	R
33	9240150.927	798326.114	3510.187	C03	95	9240155.554	798468.061	3479.546	C14	158	9240367.234	798937.007	3463.018	C48	221	9240274.39	798933.495	3476.104	R
34	9240149.204	798331.269	3510.384	C03	96	9240156.636	798463.026	3479.728	C14	159	9240406.559	798951.161	3469.844	R	222	9240272.494	798871.96	3471.376	R
35	9240151.489	798336.326	3510.259	C03	97	9240159.159	798463.363	3479.588	R	160	9240438.431	798949.805	3467.877	R	223	9240279.527	798855.966	3467.96	R
36	9240172.186	798338.748	3507.131	R	98	9240696.339	798289.874	3549.041	R	161	9240690.118	798931.081	3474.756	C47	224	9240358.523	799012.039	3460.839	C49
37	9240567.486	798219.879	3519.351	C	99	9240679.419	798322.321	3548.061	R	162	9240586.566	798956.515	3469.437	R	225	9240385.445	799013.274	3460.346	C49
38	9240574.186	798217.715	3519.728	C	100	9240148.007	798500.88	3477.084	C25	163	9240546.001	798996.192	3462.261	R	226	9240282.882	798851.36	3467.527	C97
39	9240568.794	798224.542	3519.969	C	101	9240150.96	798501.62	3476.908	C25	164	9240537.040	799015.178	3460.864	R	227	9240289.784	798847.37	3467.407	C97
40	9240201.715	798328.871	3503.482	C04	102	9240650.427	798267.886	3544.727	C19	165	9240532.197	799046.186	3455.429	R	228	9240285.199	798856.221	3468.188	C97
41	9240205.265	798347.298	3502.250	C04	103	9240653.302	798363.657	3544.887	C19	166	9240550.839	799103.254	3448.323	R	229	9240296.467	798866.785	3467.999	R
42	9240431.243	798280.783	3507.410	C15	104	9240635.733	798369.984	3541.146	R	167	9240606.772	799164.275	3439.642	R	230	9240352.23	798876.107	3463.945	R
43	9240422.182	798276.305	3507.429	C15	105	9240193.726	798541.917	3475.624	R	168	9240595.633	799196.206	3440.314	R	231	9240361.02	798855.705	3464.019	R
44	9240201.218	798365.933	3501.470	C05	106	9240170.151	798653.788	3474.210	R	169	9240100.241	798952.068	3506.615	M	232	9240251.256	798876.878	3466.533	R
45	9240209.353	798368.288	3499.391	C05	107	9240616.144	798375.541	3535.946	R	170	9240093.314	798995.235	3505.556	M	233	9240333.903	798884.637	3466.466	R
46	9240224.882	798363.652	3497.006	R	108	9240202.238	798659.406	3465.616	C28	171	9240845.343	799497.216	3411.201	C53	234	9240368.231	798929.74	3463.854	R
47	9240377.828	798180.019	3527.077	C09	109	9240207.614	798651.902	3465.433	C28	172	9240849.547	799487.569	3411.076	C53	235	9240211.704	798888.141	3466.822	R
48	9240377.473	798172.588	3527.600	C09	110	9240210.639	798549.09	3465.798	C28	173	9240850.362	799499.286	3411.642	C53	236	9240370.92	798903.955	3465.477	R
49	9240387.813	798179.655	3527.064	C09	111	9240545.979	798303.58	3512.940	C20	174	9240862.839	799491.576	3412.107	C53	237	9240180.662	798884.909	3470.764	R
50	9240267.669	798365.524	3491.196	C06	112	9240592.178	798390.715	3533.075	C20	175	9240868.740	799473.800	3414.915	R	238	9240373.44	798884.954	3467.416	R
51	9240273.609	798352.437	3491.343	C06	113	9240202.548	798580.132	3465.383	R	176	9240877.379	799448.482	3413.727	R	239	9240373.498	798878.441	3476.633	R
52	9240367.990	798228.323	3527.304	R	114	9240593.062	798416.574	3529.158	R	177	9240866.838	799491.089							

TABLA 52

Libreta de Puntos Topográficos

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP.	PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP.	PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP.	PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP.
252	9240307 311	796956 075	3502 075	R	315	9240131 878	799202 390	3444 448	C56	378	9239832 617	79907 801	3351 561	C92	441	9239622 254	799349 089	3409 007	C
253	9239991 625	796954 180	3495 119	R	316	9239947 075	798856 892	3457 235	C39	379	9239930 746	798681 795	3540 589	C67	442	9239358 747	799304 011	3416 504	C79
254	9240282 997	796954 181	3500 876	R	317	9239937 480	798867 429	3457 393	C39	380	9239934 433	798677 643	3541 403	C67	443	9239353 935	799310 635	3416 723	C79
255	9240269 635	796957 538	3493 845	R	318	9240135 204	799247 944	3437 217	C	381	9239954 361	798707 410	3530 825	C94	444	9239395 298	799261 421	3426 303	C78
256	9239678 904	796005 699	3492 131	R	319	9240137 289	799251 568	3436 890	C	382	9239956 596	798710 232	3530 697	C94	445	9239622 116	799355 853	3400 834	C87
257	9240246 443	796960 645	3485 171	R	320	9240129 228	799250 553	3437 148	C	383	9239950 361	798715 512	3529 892	C94	446	9239629 942	799366 316	3400 368	C87
258	9239678 955	796005 736	3492 143	R	321	9239922 724	798821 813	3480 312	C	384	9239468 793	798713 301	3530 918	R	447	9239624 209	799371 059	3400 839	C87
259	9240246 590	796960 434	3485 157	R	322	9240146 537	799249 568	3436 278	R	385	9239455 173	798740 900	3513 464	R	448	9239427 587	799262 461	3422 226	CFR
260	9240233 483	796948 392	3475 461	R	323	9239888 497	798799 818	3494 933	R	386	9239434 125	798768 542	3504 317	C68	449	9239586 710	799290 932	3406 000	R
261	9239967 981	796073 855	3487 967	R	324	9240191 161	799259 039	3432 758	R	387	9239425 696	798774 256	3499 997	C68	450	9239463 755	799221 388	3425 626	CFR
262	9240219 379	796930 439	3457 798	R	325	9239890 569	798777 972	3503 214	R	388	9239438 141	800067 062	3303 541	C90	451	9239488 966	799201 691	3428 029	CFR
263	9240198 171	796915 783	3455 328	R	326	9240230 443	799275 634	3431 774	C55	389	9239447 630	800076 796	3302 451	C91	452	9239577 611	799267 864	3409 537	R
264	9240217 489	796902 886	3452 612	R	327	9240224 258	799279 040	3431 064	C54	390	9239455 529	798795 331	3501 361	R	453	9239565 275	799245 223	3414 580	R
265	9240227 770	796956 536	3461 402	R	328	9240229 748	799290 427	3430 902	C55	391	9239471 383	798774 615	3515 326	R	454	9239567 687	799220 737	3420 369	R
266	9239649 592	796078 891	3477 378	C56	329	9239809 496	798800 073	3510 710	R	392	9239476 519	798776 587	3522 854	R	455	9239484 256	799195 635	3426 224	C78
267	9239653 850	796073 702	3477 743	C59	330	9239736 354	798853 723	3518 151	R	393	9239480 961	798775 935	3529 969	R	456	9239473 276	799204 765	3428 836	C78
268	9240252 475	796957 913	3459 592	R	331	9240274 460	799033 898	3441 323	R	394	9239454 234	798698 088	3534 195	C99	457	9239479 125	799189 601	3429 460	C78
269	9240279 173	796950 046	3480 289	R	332	9240295 575	799223 752	3446 166	R	395	9239459 690	798701 180	3534 518	C99	458	9239563 388	799207 093	3422 530	C77
270	9239947 664	796914 381	3478 660	R	333	9240304 477	799238 703	3447 690	R	396	9239450 670	798692 920	3534 806	C99	459	9239567 437	799213 115	3422 277	C77
271	9240308 295	796947 583	3484 265	R	334	9239786 273	798847 821	3523 190	C98	397	9239409 126	798682 186	3530 326	C	460	9239542 823	799196 476	3423 756	C77
272	9239950 708	796954 508	3478 703	R	335	9239780 512	798851 252	3523 912	C98	398	9239419 878	798683 154	3535 602	C	461	9239510 534	799178 375	3426 364	CFR
273	9240345 182	796951 497	3488 977	R	336	9240316 890	799340 350	3447 207	C	399	9239424 302	798683 419	3489 901	R	462	9239550 027	799146 090	3432 011	CFR
274	9239953 224	796969 338	3478 583	R	337	9239776 569	798560 087	3529 976	R	400	9239436 590	798747 538	3377 231	C91	463	9239557 426	799159 048	3429 464	C76
275	9240373 592	7969451 788	3475 615	R	338	9239779 098	798543 510	3541 297	R	401	9239448 391	798738 782	3378 568	C91	464	9239551 694	799190 859	3431 558	C76
276	9239962 183	796940 314	3477 226	R	339	9239786 903	798524 351	3549 398	R	402	9239456 447	798706 529	3377 355	R	465	9239575 704	799122 807	3437 291	C75
277	9239978 278	796920 636	3477 257	R	340	9239787 143	798521 126	3552 840	R	403	9239465 214	798691 237	3474 719	C100	466	9239568 724	799125 919	3436 270	C75
278	9240400 746	7969436 650	3479 321	R	341	9239791 243	798517 603	3574 478	R	404	9239475 690	798693 790	3378 304	C	467	9239660 852	799136 058	3427 200	R
279	9239993 119	796956 665	3475 119	R	342	9239707 582	798492 800	3585 952	R	405	9239481 370	798693 110	3378 399	C	468	9239794 537	799093 332	3423 734	C71
280	9240401 478	7969387 120	3484 914	CR	343	9239883 635	799420 763	3357 475	CFR	406	9239482 867	798693 084	3378 114	C	469	9239762 821	799056 519	3422 917	C71
281	9240383 930	796936 490	3483 100	CR	344	9239879 263	798425 066	3604 961	R	407	9239486 105	798693 176	3486 292	R	470	9239724 242	799033 235	3435 537	C70
282	9239996 334	7969881 199	3472 245	C41	345	9239865 693	799399 103	3369 281	C	408	9239485 383	798690 080	3480 111	R	471	9239717 555	799028 420	3436 170	C70
283	9239886 497	7969888 546	3471 974	C41	346	9239872 567	799387 075	3368 779	C	409	9239489 973	798691 175	3480 653	R	472	9239721 308	799038 244	3435 521	C70
284	9240000 346	7969885 822	3473 036	C41	347	9239876 846	799424 637	3368 884	R	410	9239497 160	798692 025	3484 366	R	473	9239725 841	799037 380	3439 877	R
285	9240362 287	7969411 843	3481 006	CFR	348	9239879 634	799376 313	3632 628	C63	411	9239495 490	798693 830	3445 528	R	474	9239667 126	799034 300	3447 148	C74
286	9240334 136	7969438 967	3477 909	CFR	349	9239882 753	799373 695	3632 802	C63	412	9239493 326	798692 556	3388 627	R	475	9239672 529	799080 810	3447 659	C74
287	9239985 770	796969 176	3468 960	R	350	9239884 303	799449 045	3369 553	C	413	9239498 692	798692 317	3436 651	R	476	9239668 482	799051 152	3453 521	C72
288	9240307 149	7969455 459	3474 863	CR	351	9239885 532	799445 292	3369 569	C	414	9239499 361	798692 582	3394 804	R	477	9239682 844	799069 566	3451 175	C72
289	9240396 444	7969490 078	3468 935	CR	352	9239886 491	799454 125	3369 024	C	415	9239500 907	798691 122	3391 927	R	478	9239677 044	799047 839	3451 815	C72
290	9240230 953	796917 250	3466 967	CR	353	9239883 972	799489 424	3366 523	R	416	9239509 129	798691 644	3419 131	R	479	9239688 477	799056 494	3447 797	C
291	9240204 203	7969457 506	3466 017	CR	354	9239888 067	799518 775	3365 024	R	417	9239510 475	798691 335	3398 008	C86	480	9239691 516	799057 869	3447 568	C
292	9239808 959	7969254 895	3618 459	R	355	9239887 512	799473 794	3614 353	C65	418	9239519 854	798691 403	3422 636	C81	481	9239683 711	799030 935	3459 769	C69
293	9239782 407	7969278 253	3625 561	R	356	9239890 848	799474 184	3614 718	C65	419	9239523 952	798691 560	3422 816	C81	482	9239678 182	799034 164	3459 424	C69
294	9239768 072	7969258 390	3631 370	R	357	9239894 229	799564 932	3357 136	C93	420	9239533 527	798692 203	3421 721	C81	483	9239685 189	799069 757	3448 567	CFR
295	9239889 090	7969205 677	3604 150	R	358	9239895 633	799566 434	3357 426	C93	421	9239538 859	798691 586	3403 468	C85	484	9239707 311	798961 357	3450 909	CFR
296	9239775 231	7969207 430	3643 244	R	359	9239892 875	798495 424	3610 541	C96	422	9239545 640	798691 219	3403 930	C85	485	9239729 156	798931 167	3454 089	CFR
297	9240100 241	7969952 068	3506 615	M	360	9239896 199	798496 811	3610 397	C96	423	9239551 225	798691 789	3404 004	C85	486	9239687 012	798910 469	3466 057	C
298	9240093 314	7969959 235	3525 556	M	361	9239897 537	798592 807	3360 053	C91	424	9239564 462	798692 039	3414 447	R	487	9239690 886	798906 999	3466 358	C
299	9240092 412	7969915 019	3526 400	MM	362	9239898 200	798695 020	3360 010	C91	425	9239569 009	798691 257	3411 839	R	488	9239757 775	798924 736	3455 455	C
300	9240090 300	7969959 243	3525 519	R	363	9239897 293	798695 800	3360 266	C91	426	9239574 700	798691 716	3413 700	R	489	9239757 831	798933 077	3454 953	C
301	9240084 300	7969963 397	3524 069	R	364	9239898 576	798695 324	3567 456	C89	427	9239579 312	798691 926	3418 737	R	490	9239752 207	798933 485	3455 072	C
302	9240089 669	7969989 811	3522 514	R	365	9239899 021	798695 018	3567 719	C89	428	9239583 744	798692 599	3416 406	C94	491	9239765 367	798934 102	3461 088	R

TABLA 53

Libreta de Puntos Topográficos

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP.	PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP.	PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP.	PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP.
504	9239814 296	786033 059	3490 645	C96	567	9240143 676	786022 715	3499 951	C	630	9239922 202	786169 815	3609 672	R	693	9240414 212	786066 326	3669 609	R
905	9239933 138	786022 132	3496 148	CRF	568	9240159 629	786099 967	3499 976	C	631	9239914 937	786192 514	3606 905	R	694	9240410 942	786088 268	3661 366	R
906	9239863 504	786006 336	3493 800	BMQ	569	9240036 629	786152 243	3495 874	C33	632	9239935 803	786165 513	3604 250	CRP	695	9240422 334	786076 106	3664 961	T
907	9239890 985	786198 908	3494 571	MS	570	9240064 726	786173 454	3495 934	C33	633	9239934 687	786166 110	3604 258	CRP	696	9240442 032	786061 696	3669 168	R
908	9239900 474	786022 196	3491 118	R	571	9240047 274	786196 629	3497 125	C33	634	9239934 193	786165 266	3604 279	CRP	697	9240441 031	786075 176	3664 734	R
909	9239910 517	786008 994	3487 419	R	572	9240041 575	786194 306	3498 993	C33	635	9239935 372	786164 738	3604 224	CRP	698	9240450 184	786071 858	3667 261	T
510	9239919 533	786021 417	3490 996	R	573	9240037 587	786196 461	3498 811	C33	636	9239935 022	786165 527	3604 351	CRP	699	9240460 904	786082 441	3668 351	R
511	9239933 561	786033 227	3474 213	R	574	9240021 605	786187 444	3499 227	C33	637	9239940 531	786177 585	3600 609	R	700	9240463 923	786071 536	3670 993	R
512	9240100 241	786052 066	3506 615	M	575	9240132 276	786062 024	3490 418	R	638	9239960 637	786155 405	3594 873	T	701	9240477 594	786080 261	3674 469	T
513	9240393 314	786059 235	3505 556	M	576	9240129 087	786075 521	3495 858	R	639	9239947 129	786150 202	3603 274	R	702	9240476 966	786089 229	3671 994	R
514	9240392 412	786059 019	3506 395	M6	577	9240119 432	786095 593	3472 955	R	640	9239971 860	786156 363	3590 323	R	703	9240478 667	786099 292	3675 904	R
515	9240393 301	786059 257	3505 520	R	578	9240009 908	786016 123	3462 759	C36	641	9239965 955	786147 044	3587 351	T	704	9240493 185	786074 202	3674 886	T
516	9240384 005	786051 705	3504 232	R	579	9240001 896	786026 226	3463 325	C36	642	9239978 090	786136 111	3592 536	R	705	9240494 890	786065 683	3678 185	R
517	9240391 190	786059 063	3502 404	R	580	9239996 293	786022 831	3463 327	C36	643	9239996 151	786154 700	3583 420	R	706	9240509 310	786078 678	3669 741	R
518	9240386 696	786054 447	3499 024	R	581	9240117 940	786054 237	3478 402	C26	644	9240002 068	786142 614	3587 666	T	707	9240510 552	786071 655	3675 808	T
519	9240384 992	786056 409	3497 533	R	582	9240103 916	786044 152	3479 963	C26	645	9240005 895	786130 096	3591 018	R	708	9240516 274	786063 649	3678 802	R
520	9240371 690	786090 272	3489 227	R	583	9240003 244	786130 033	3461 696	R	646	9240016 430	786139 410	3585 089	R	709	9240532 122	786064 204	3678 574	R
521	9240356 464	786094 716	3479 651	R	584	9240087 269	786094 952	3477 300	C	647	9240024 871	786120 543	3584 884	T	710	9240536 456	786080 320	3673 520	CRP
522	9240301 491	786198 633	3484 187	CRF	585	9240102 625	786094 665	3477 680	C	648	9240025 688	786114 565	3585 501	R	711	9240536 326	786080 739	3673 604	CRP
523	9240306 311	786175 541	3483 043	CRF	586	9239944 374	786078 464	3467 378	R	649	9240041 105	786123 970	3580 032	T	712	9240536 994	786080 134	3673 611	CRP
524	9240308 750	786198 687	3482 211	CRF	587	9240361 230	786099 405	3476 960	R	650	9240055 275	786118 085	3572 344	R	713	9240537 010	786080 749	3674 416	CRP
525	9240315 271	786140 771	3461 213	CRF	588	9240015 299	786064 993	3468 949	R	651	9240089 063	786131 416	3599 272	R	714	9240550 161	786085 995	3667 697	T
526	9240322 459	786126 966	3490 479	CRF	589	9239909 965	786011 095	3477 644	R	652	9240131 950	786087 672	3548 622	T	715	9240543 963	786094 257	3667 806	R
527	9240333 521	786110 125	3478 675	CRF	590	9240064 550	786080 220	3474 475	C27	653	9240110 684	786112 339	3581 129	R	716	9240550 511	786079 16	3668 806	R
528	9240343 584	786096 188	3458 655	CRF	591	9240057 625	786085 589	3474 380	C27	654	9240140 824	786092 573	3547 580	R	717	9240547 005	786093 232	3667 379	T
529	9240328 325	786074 577	3467 284	C40	592	9240054 559	786080 368	3474 704	C27	655	9240134 026	786080 573	3541 142	R	718	9240544 425	786101 42	3665 156	R
530	9240356 438	786075 784	3457 894	CRF	593	9239936 367	786085 625	3490 544	C	656	9240159 122	786079 461	3546 089	T	719	9240609 459	786055 256	3636 443	C12
531	9239936 961	786067 906	3467 344	C40	594	9239942 160	786083 313	3490 701	C	657	9240160 218	786075 151	3545 060	R	720	9240678 029	786071 036	3629 794	C11
532	9240370 148	786094 805	3457 580	CRF	595	9240074 091	786085 305	3467 432	R	658	9240160 174	786087 877	3541 021	R	721	9240678 539	786073 464	3629 567	C12
533	9239962 962	786050 515	3467 210	C38	596	9240079 803	786012 117	3462 104	R	659	9240243 963	786088 217	3541 021	T	722	9240597 699	786139 568	3633 383	T
534	9239942 821	786052 161	3467 333	C39	597	9240084 085	786024 79	3459 315	C31	660	9240210 805	786074 039	3539 964	R	723	9240608 861	786142 390	3630 919	R
535	9239960 976	786041 673	3496 351	C38	598	9240087 744	786029 728	3458 968	C31	661	9240244 045	786081 549	3538 576	R	724	9240568 001	786142 492	3636 769	R
536	9239956 640	786037 071	3467 657	C38	599	9240097 168	786022 973	3459 171	C31	662	9240240 343	786083 494	3537 932	R	725	9240592 190	786167 636	3628 196	T
537	9240396 008	786045 050	3451 627	C32	600	9240082 834	786068 386	3476 85	R	663	9240262 607	786096 230	3564 878	R	726	9240579 600	786153 353	3634 574	R
538	9240100 587	786062 025	3463 607	C32	601	9240076 238	786049 395	3462 761	R	664	9240275 582	786092 777	3570 495	T	727	9240602 585	786167 468	3628 116	R
539	9240384 795	786067 717	3454 067	C32	602	9239946 917	786083 281	3468 314	R	665	9240278 737	786107 888	3568 575	R	728	9240579 691	786165 802	3628 809	R
540	9239962 708	786045 696	3467 154	C35	603	9240064 214	786132 909	3490 382	R	666	9240281 798	786088 704	3514 400	R	729	9240582 516	786180 446	3624 429	T
541	9239971 667	786030 946	3467 267	C35	604	9240061 438	786016 209	3491 503	R	667	9240284 960	786108 338	3566 425	R	730	9240599 493	786181 416	3623 989	R
542	9239966 277	786025 782	3467 453	C36	605	9240052 892	786042 081	3510 336	R	668	9240291 259	786093 464	3573 260	R	731	9240587 443	786185 085	3623 369	R
543	9239969 277	786034 236	3467 174	C37	606	9240044 697	786048 550	3517 843	RM1	669	9240296 077	786101 145	3569 471	T	732	9240595 111	786205 007	3622 562	T
544	9239974 251	786027 896	3467 194	C37	607	9239765 239	786023 333	3644 553	RV	670	9240308 974	786119 191	3555 261	R	733	9240587 664	786208 733	3622 257	R
545	9239981 739	786018 229	3467 085	C37	608	9239765 062	786026 415	3642 532	RV	671	9240303 434	786106 540	3565 514	R	734	9240613 495	786226 470	3615 451	T
546	9240108 163	786045 812	3448 275	R	609	9239766 330	786026 401	3642 554	RV	672	9240326 632	786118 551	3551 587	R	735	9240607 645	786224 411	3614 507	R
547	9240122 605	786015 140	3454 983	R	610	9239766 384	786026 266	3642 550	RV	673	9240304 997	786102 652	3569 710	R	736	9240622 681	786226 274	3611 590	R
548	9240112 713	786059 610	3455 488	R	611	9239767 490	786024 136	3642 572	RV	674	9240319 479	786093 543	3572 730	R	737	9240608 358	786208 020	3600 345	R
549	9239955 041	786078 132	3468 759	C35	612	9239766 640	786022 272	3642 486	RV	675	9240332 460	786102 146	3564 074	T	738	9240398 188	786090 142	3601 758	R
550	9239991 021	786078 657	3467 452	C35	613	9239767 604	786021 592	3641 904	T	676	9240342 379	786095 689	3568 784	R	739	9240393 156	786092 773	3600 238	M
551	9239963 426	786078 413	3467 569	C35	614	9239760 698	786196 770	3637 366	T	677	9240333 705	786117 457	3550 838	R	740	9240385 031	786122 327	3604 340	R
552	9240139 022	786056 451	3459 802	R	615	9239775 026	786223 910	3636 183	T	678	9240349 315	786110 834	3547 737	R	741	9240394 693	786119 458	3601 879	R
553	9239964 908	786070 384	3458 206	R	616	9239783 611	786220 462	3630 021	R	679	9240352 299	786086 305	3569 961	R	742	9240386 267	786138 322	3604 979	R
554	9240125 835	786045 361	3456 219	R	617	9239804 268	786221 055	3631 426	R	680	9240365 203	786100 654	3551 692	R	743	9240381 983	786131 724	3604 572	R
555	9240150 244	786047 058	3456 320	R	618	9239804 339													

TABLA 54

Libreta de Puntos Topográficos

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP.	PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP.	PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP.	PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP.
1754	9236792.883	793826.207	3721.500	R	1527	9239908.893	798584.242	3456.000	R	1890	9239462.227	800011.529	3311.000	R	1953	9239888.533	798491.058	3531.000	R
1755	9236793.698	793833.153	3721.540	R	1528	9239922.091	799050.188	3469.000	R	1891	9239464.625	800014.242	3308.000	R	1954	9239938.200	798430.001	3542.000	R
1756	9236775.361	793859.644	3722.330	R	1529	9239967.987	799126.305	3451.000	R	1892	9239483.752	799656.170	3353.000	R	1955	9239868.606	798410.628	3568.000	R
1757	9236804.005	793839.182	3725.570	R	1530	9239996.400	799174.082	3445.000	R	1893	9239485.118	799631.931	3349.000	R	1956	9239829.438	798509.738	3542.000	R
1758	9236804.285	793887.891	3728.000	R	1531	9239988.797	798777.655	3454.000	R	1894	9239787.791	799607.086	3355.000	R	1957	9240001.936	798278.850	3558.000	R
1759	9236818.690	793864.734	3727.000	R	1532	9239997.299	799026.901	3453.000	R	1895	9239781.645	799714.478	3346.000	R	1958	9239958.206	798325.969	3560.000	R
1770	9236808.126	793816.231	3722.120	R	1533	9239958.126	799168.909	3439.000	R	1896	9239790.526	799579.940	3357.000	R	1959	9240011.556	798342.222	3536.000	R
1771	9236839.797	793811.345	3729.000	R	1534	9239841.249	799007.174	3445.000	R	1897	9239816.475	799551.176	3358.000	R	1960	9240088.430	798275.640	3537.000	R
1772	9236791.422	793896.708	3722.000	R	1535	9239844.840	799070.298	3447.000	R	1898	9239842.647	799524.307	3361.000	R	1961	9240124.625	798220.127	3535.000	R
1773	9236825.865	793950.097	3726.080	R	1536	9239894.745	799148.744	3433.000	R	1899	9239785.680	799548.702	3360.000	R	1962	9240042.388	798218.082	3560.000	R
1774	9236793.486	793932.578	3723.000	R	1537	9239813.238	799020.742	3438.000	R	1900	9239832.320	799490.088	3365.000	R	1963	9240015.418	798322.497	3540.000	R
1775	9236815.436	793970.268	3723.000	T	1538	9239822.064	799109.313	3432.000	R	1901	9239825.160	799419.545	3373.000	R	1964	9239991.482	798416.370	3533.000	R
1776	9236857.439	793970.514	3717.000	R	1539	9239853.288	799178.668	3418.000	R	1902	9239774.166	799450.731	3372.000	R	1965	9240192.275	798151.853	3531.000	R
1777	9236893.873	793970.115	3712.000	R	1540	9239898.872	799219.459	3416.000	R	1903	9239731.800	799480.490	3371.000	R	1966	9240244.618	798137.365	3537.000	R
1778	9236806.914	793994.509	3727.000	R	1541	9239953.148	799225.330	3429.000	R	1904	9239655.443	799516.255	3371.000	R	1967	9240325.891	798072.528	3534.000	R
1779	9236892.640	793979.940	3714.000	R	1542	9240001.561	799311.352	3408.000	R	1905	9239746.445	799384.109	3381.000	R	1968	9240082.286	798072.528	3534.000	R
1780	9236894.141	793951.177	3721.000	R	1543	9240069.087	799301.541	3417.000	R	1906	9239666.494	799436.040	3379.000	R	1969	9240015.418	798322.497	3540.000	R
1781	9236923.678	793945.047	3718.050	R	1544	9240049.958	799345.608	3424.000	R	1907	9239643.510	799489.529	3378.000	R	1970	9240249.498	798250.009	3504.000	R
1782	9237007.371	793956.777	3719.000	R	1545	9240118.510	799349.398	3420.000	R	1908	9239647.630	799385.401	3387.000	R	1971	9240195.842	798277.922	3508.000	R
1783	9237063.683	793926.092	3718.000	R	1546	9240204.527	799358.394	3420.000	R	1909	9239667.278	799399.324	3394.000	R	1972	9240834.156	798415.306	3414.000	R
1784	9237101.217	793959.134	3710.000	R	1547	9240294.341	799312.829	3426.000	R	1910	9239528.206	799417.415	3394.000	R	1973	9240824.094	798446.767	3414.000	R
1785	9237124.515	793960.456	3709.070	R	1548	9240163.657	799316.749	3425.000	R	1911	9239439.242	799303.800	3402.000	R	1974	9240783.021	798461.748	3417.000	R
1786	9237151.990	794972.757	3712.000	R	1549	9240209.502	799323.485	3425.000	R	1912	9239401.899	799462.458	3390.000	R	1975	9240780.222	798360.290	3420.000	R
1787	9237144.108	795010.838	3712.000	R	1550	9240280.358	799317.773	3428.000	R	1913	9239454.366	799468.921	3386.000	R	1976	9240720.811	798462.048	3422.000	R
1788	9237145.108	795010.838	3712.000	R	1551	9240335.518	799378.640	3429.000	R	1914	9239428.353	799513.823	3384.000	R	1977	9240676.128	798236.348	3433.000	R
1789	9237115.052	795004.824	3711.300	R	1552	9240305.355	799370.708	3431.000	R	1915	9239356.699	799567.244	3381.000	R	1978	9240517.947	798298.568	3434.000	R
1790	9237156.359	795052.095	3703.000	R	1553	9240304.958	799354.718	3431.000	R	1916	9239351.03	799593.866	3384.000	R	1979	9240499.759	798378.302	3437.000	R
1791	9237106.630	795157.597	3698.000	R	1554	9240268.842	799306.581	3475.000	R	1917	9239389.176	799334.073	3385.000	R	1980	9240409.500	798343.183	3443.000	R
1792	9237217.819	795155.149	3695.300	R	1555	9240338.977	799320.707	3458.000	R	1918	9239322.676	799357.639	3384.000	R	1981	9240528.059	798225.911	3449.000	R
1793	9237241.690	795660.090	3696.200	R	1556	9240268.303	799387.941	3449.000	R	1919	9239308.286	799370.934	3401.000	R	1982	9240617.982	798093.292	3451.000	R
1794	9237320.939	795555.740	3695.000	R	1557	9240247.385	799381.363	3452.000	R	1920	9239264.42	799413.079	3390.000	R	1983	9240662.665	798171.108	3442.000	R
1795	9237328.310	795189.047	3692.000	R	1558	9240189.107	799390.354	3449.000	R	1921	9239222.853	799461.725	3379.000	R					
1796	9238161.734	795733.586	3695.06	R	1559	9240296.663	799378.068	3445.000	R	1922	9239208.266	799544.940	3370.000	R					
1797	9238429.406	795746.596	3694.01	R	1560	9240281.212	799329.531	3442.000	R	1923	9239202.505	799544.940	3370.000	R					
1798	9238382.283	795821.166	3695.000	R	1561	9240199.280	799323.397	3446.000	R	1924	9239222.813	799593.754	3365.000	R					
1799	9237452.531	794269.279	3680.000	T	1562	9239963.008	798184.365	3583.000	R	1925	9239341.307	799606.252	3429.000	R					
1800	9240506.872	798558.432	3499.000	R	1563	9239965.759	798203.673	3588.000	R	1926	9239407.021	799105.144	3432.000	R					
1801	9240582.426	798628.363	3500.000	R	1564	9239944.418	798246.249	3582.000	R	1927	9239471.410	799121.786	3434.000	R					
1802	9240586.300	798689.458	3495.000	R	1565	9239905.263	798285.495	3589.000	R	1928	9239516.221	799078.869	3444.000	R					
1803	9240591.125	798736.158	3492.000	R	1566	9239846.123	798347.245	3596.000	R	1929	9239432.173	798994.656	3449.000	R					
1804	9240594.931	798790.828	3488.000	R	1567	9239811.002	798414.452	3582.000	R	1930	9239373.577	798942.081	3455.000	R					
1805	9240593.584	798860.285	3481.000	R	1568	9239789.555	798479.150	3565.000	R	1931	9239471.819	798935.164	3464.000	R					
1806	9240554.564	798853.857	3482.000	R	1569	9239445.497	800062.269	3303.541	C90	1932	9239549.835	798962.972	3463.000	R					
1807	9240534.448	798804.415	3486.000	R	1570	9239428.281	800049.895	3303.590	C90	1933	9239525.706	798950.134	3455.000	R					
1808	9240540.588	798348.361	3512.000	R	1571	9239435.883	800045.472	3303.580	C90	1934	9239526.475	798950.879	3469.000	R					
1809	9240538.756	798385.032	3518.000	R	1572	9239455.048	800020.246	3302.420	C91	1935	9239522.436	798950.217	3474.000	R					
1810	9240548.418	798454.689	3511.000	R	1573	9239464.767	800061.062	3302.480	C91	1936	9239522.966	798957.363	3487.000	R					
1811	9240511.219	798523.227	3506.000	R	1574	9239457.313	800056.947	3302.410	C91	1937	9239520.816	798957.001	3494.000	R					
1812	9240508.819	798473.146	3500.000	R	1575	9239260.580	798758.370	3374.000	R	1938	9239346.929	798823.796	3485.000	R					
1813	9240504.325	798414.455	3507.000	R	1576	9239268.964	798795.346	3369.000	R	1939	9239325.611	798887.560	3470.000	R					
1814	9240491.696	798343.210	3498.000	R	1577	9239284.175	798826.475	3362.000	R	1940	9239313.207	798821.267	3468.000	R					
1815	9240449.478	798318.372	3500.000	R	1578	9239307.912	798852.069	3355.000	R	1941	9239476.650	798871.085	3480.000	R					
1816	9240395.415	798342.415	3496.000	R	1579	9239331.891	798842.100	3353.000	R	1942	9239554.237	798825.660	3478.000	R					
1817	9240394.441	798330.070	3486.000	R	1580	9239348.948	798894.399	3344.000	R	1943	9239673.003	798797.118	3487.000	R					
1818	9240429.805	798472.071	3488.000	R	1581	9239345.917	798813.514	3354.000	R	1944	9239646.159	7987							

4.4. OBJETIVO 3: REALIZAR UN DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE AMBOS SISTEMAS, TANTO DE AGUA POTABLE COMO ALCANTARILLADO

4.4.1. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

Abastecimiento de Agua por Gravedad, sin tratamiento, con una antigüedad aproximada de 08 años, dicho sistema cuenta con una unidad de captación en el manantial “Pachachaca – Las Posadas”, una línea de conducción de aproximadamente 9 km., una red de distribución, un reservorio circular apoyado de 12 m³, una línea de aducción y conexiones domiciliarias de tipo pileta.

El sistema a la actualidad presenta deficiencias, esto debido principalmente a que los componentes del sistema carecen de estructuras de protección, así como a la falta de mantenimiento del sistema en general lo cual se ve reflejado en la falta del agua que sufren constantemente los pobladores de la localidad de Huangashanga Alta.

Manantial “Pachacha – Las Posadas”

Se cuenta con el Manantial “Pachachaca – Las Posadas” con un caudal de 5.00 lps (Máximas avenidas). En dicha fuente se cuenta con una estructura típica de captación de ladera y se conduce por una tubería de PVC de 2” a un reservorio a 9.0 km de distancia, todo esto por gravedad. Este manantial se encuentra en las coordenadas UTM WGS-84-Zona-17 son las siguientes: 9236777 N, 0793670 E, y se encuentra en la cota 3729.24 msnm.

Captación Existente CAE-01 “Pachachaca – Las Posadas”

La principal fuente de agua de donde se abastecen los pobladores de la localidad es un manantial de agua subterránea.

El sistema de agua de la localidad de Huangashanga Alta cuenta con un sistema de abastecimiento de agua el cual se describe a continuación:

El sistema de agua actualmente es abastecido por la Captación de Manantial denominada “Pachachaca – Las Posadas”, ubicada en las coordenadas UTM E: 793670, N: 9236777, Z: 3729.24, con un Caudal de 5.00 lt/s (Máximas avenidas). Como se observa en las imágenes la estructura de la captación tiene deficiencias al no captar de forma correcta el agua del manantial ya que está permitiendo filtraciones que se empoza alrededor de dicha estructura, esta situación se

agrava con la construcción de un muro mal construido que retiene el agua. Se concluye que la captación existente del manantial “Pachachaca – Las Posadas”, producto de la falta de mantenimiento se encuentra en mal estado, presentando fallas estructurales, por tal motivo se considera una oferta igual a cero para el presente proyecto, siendo necesario la construcción de una nueva captación tipo ladera para poder abastecer a la localidad de Huangashanga Alta.

Línea de conducción

Cuenta con una Línea de Conducción de Tubería PVC de 2” de diámetro, y tiene una longitud total de 9.0 km. aproximadamente, y conduce el agua desde la captación hasta el reservorio de almacenamiento sin cámaras de rompe presión ni válvulas de aire. Otro punto a tomar en cuenta es que existen 02 pases aéreos, los cuales necesitan ser mejorados, uno de aproximadamente 30 m, y el otro de aproximadamente 115 m, los cuales son puntos vulnerables en el sistema.

Paseo aéreo

Durante el recorrido por la línea de conducción se observa la existencia de dos pases aéreos hechos artesanalmente sin ningún criterio técnico, no cuenta con un sistema de Torre que sostenga al cable de sostén de la tubería estando propensa a la ruptura constante debido a que se encuentra expuesta y solo protegida por otra tubería de mayor diámetro.

TABLA 55

Ubicación de los pases aéreos existente en la línea de conducción en la localidad de Huangashanga Alta

Pase Aero	Ubicación		Longitud (m)	Material de la tubería	Diámetro
	Extremo	Coordenadas			
N° 01	A	E: 794347 N: 9237532	20	HDPE	2”
	B	E: 794362 N: 9237554			
N° 02	A	E: 794363 N: 9237553	115	HDPE	2”
	B	E: 796758 N: 9239359			

FUENTE: Elaboración Propia

Reservorio existente 01 – RAE1

Cuenta con un reservorio de almacenamiento de concreto armado de tipo apoyado, de sección circular con un Volumen de almacenamiento de 12 m³.

No cuenta con hipoclorador, mucho menos con una estructura para la instalación de un Sistema de Cloración de flujo difuso, para la cloración del agua, no se aprecia escalera de inspección. Se observa que la tubería de ingreso, ha sido ubicada en la parte inferior del Reservorio y no a 20 cm, bajo el techo. Cuenta con una tapa de Inspección de metal L=0.60 m, la cual se encuentra oxidada y en regular estado de conservación Cuenta con una caja de válvulas de concreto de 1.10x1.10m, con tapa de Metal, en regular estado de conservación, en el interior se observan las llaves de ingreso, salida, limpia y rebose, las mismas que no cuentan con sus llaves universales, apreciándose reparaciones artesanales. La tubería de ingreso al reservorio es de 2" y de salida es de 1 ½". Esta estructura se encuentra de regular a mal estado de conservación, debido a una inadecuada operación y mantenimiento de su componente, y la mala dosificación de los materiales al momento de su construcción, presenta erosión del concreto en la base y paredes internas del reservorio debido a la ausencia de una capa impermeabilizadora. Esta estructura cuenta con cerco perimétrico hecho con madera de la zona y alambre de púas en mal estado que no cumple su función eficientemente.

Caja de válvulas

Cuenta con una caja de válvulas de concreto de 1.10x1.10m, con tapa de Metal, en regular estado de conservación, en el interior se observan las llaves de ingreso, salida, limpia y rebose, las mismas que no cuentan con sus llaves universales, apreciándose una reparación artesanal.

Redes de distribución

Las redes de agua existentes en la localidad son de 2", 1 ½" y 1" de diámetro, de material PVC-SAP, estas redes fueron instaladas en paralelo a la construcción de todo el sistema de agua por Colaboración Peruano – Alemana y los pobladores en el 2005. Estas redes están instaladas a poca altura provocando las roturas frecuentes por descuido de los mismos pobladores al momento de excavar.

Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias de agua estas son de ½" de PVC-SP, con una antigüedad de 08 años. Actualmente existen 136 usuarios, que se sirven del sistema, están incluidas casas chacrares no habitadas, es decir existe una cobertura del 100% del total de viviendas.

4.4.2. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

La localidad, no cuenta con una adecuada disposición de excretas, ellos realizan sus necesidades en letrinas de hoyo seco, muchos de ellos se hallan colapsadas y deterioradas a causa de no contar con una buena operación y mantenimiento y un asesoramiento técnico al momento de construcción lo que ha conllevado a que en tiempo de lluvias no tengan un buen drenaje, ocasionando un foco infeccioso para la localidad.

TABLA 56

Dispone de un servicio higiénico, baño o similar

Cantidad	Frecuencia	Porcentaje
SI	28	93.3%
NO	02	6.7%
Total	30	100%

FUENTE: Elaboración Propia

Tipo de sistema de disposición-condiciones de la letrina y disposición a mejorar el servicio.

Respecto al tipo de sistema de eliminación de excretas que poseen las familias de la localidad, el 100% de las familias poseen letrinas de hoyo seco que tienen una antigüedad promedio de 3.4 años donde el 96.4% del sistema hoyo seco - letrina se encuentran deterioradas.

TABLA 57

Tipo de sistema de disposición de excretas empleadas por el encuestado de la localidad

Tipo sistema	Frecuencia	Porcentaje
Sistema con Arrastre hidráulico	00	0.0%
Sistema de compostaje continuo	00	0.0%
Sistema con compostera	00	0.0%
sistema de alcantarillado convencional	00	0.0%
Sistema hoyo seco - letrina	28	100.0%
Total	28	100.0%

FUENTE: Elaboración Propia

4.5. OBJETIVO 4: DISEÑAR LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO BAJO REGLAMENTO

4.5.1. AGUA POTABLE

Se plantea la ampliación y mejoramiento del sistema de agua por gravedad sin tratamiento existente, que vaya acorde con las necesidades de caudal y presión de la localidad actual, con el respectivo tratamiento de desinfección con cloro por goteo para un abastecimiento durante todo el día, contará con los siguientes componentes:

Captación

Construcción de la captación "Pachachaca Las Posadas" con un Qmd=0.87 lps

Línea de conducción

Instalación de 5,470.30 m línea de conducción PVC NTP ISO 1452 UF DN 63mm C-10.

Instalación de 1,218.80 m de línea de conducción HDPE NTP ISO 4427 PE 100 DN 63 mm SDR 11 PN 16.

Instalación de Pase Aéreo N° 01 de L=30.00 m.

Instalación de Pase Aéreo N° 02 de L=115.00 m.

Construcción de 01 CRP Tipo 6.

Suministro e instalación de 05 válvulas de aire y 09 válvulas de purga.

Almacenamiento

Construcción de RAP-01 de 13.0 m³ del sistema "Pachachaca Las Posadas", con su respectivo cerco perimétrico.

Línea de aducción y red de distribución

La instalación de redes de aducción y distribución de la siguiente manera:

Suministro e instalación de 865.00 m de tubería PVC NTP ISO 1452 UF DN=75mm C-10.

Suministro e instalación de 1,296.90 m de tubería PVC NTP ISO 1452 UF DN=63mm C-10.

Suministro e instalación de 2,141.30 m de tubería PVC NTP ITINTEC 399.002 DN Ø 1 1/2" C-10.

Suministro e instalación de 7,664.90 m de tubería PVC NTP ITINTEC 399.002 DN Ø 1" C-10.

Suministro e instalación de 1,421.40 m de tubería PVC NTP ITINTEC 399.002 DN Ø 3/4" C-10.

Construcción de 20 cámaras rompe presión tipo VII.

Suministro e instalación de 17 válvulas de control, 07 válvulas de aire y 21 válvulas de purga.

Conexiones domiciliarias

Instalación de 111 conexiones domiciliarias de agua para 111 viviendas.

Instalación de 02 conexiones domiciliarias de agua para la Institución Educativa Inicial N° 821516 y la institución Educativa Primaria N°821516.

Instalación de 03 conexiones domiciliarias de agua para 03 organizaciones sociales.

Lavaderos

Construcción de 111 lavaderos para 111 viviendas

Construcción de 08 lavaderos para 02 Instituciones Educativas.

Construcción de 03 lavaderos para 03 organizaciones sociales.

Construcción de 02 lavaderos para Docentes (01 lavadero por cada Institución Educativa).

4.5.2. SISTEMA DE ALCANTARILLADO

De acuerdo a los resultados obtenidos del test de percolación realizado en la localidad, el cual da como resultado una permeabilidad de 7.89 min/cm, se propone el sistema de saneamiento UBS con arrastre hidráulico y pozo de percolación, para así de esta manera proporcionarles mejores condiciones de vida a la población.

Instalación de 111 UBS de arrastre hidráulico con pozo de percolación para 111 viviendas.

Instalación de 04 UBS arrastre hidráulico con pozo de percolación para 02 instituciones educativas.

Instalación de 03 UBS arrastre hidráulico con pozo de percolación para las 03 instituciones sociales.

Instalación de 02 UBS arrastre hidráulico con pozo de percolación para Docentes.

Caseta de UBS. (incluye inodoro, lavatorio y ducha)

Instalación de biodigestor.

Caja de registro.

Pozo de percolación.

TABLA 58*Metas del sistema de agua potable y alcantarillado*

COMPONENTES	DETALLE
Captaciones	- Construcción de la captación de ladera: "Pachachaca / Las Posadas" Qmd=0.87 l/s.
Línea de conducción	- Suministro e instalación de 5,470.30 m de tubería PVC NTP ISO 1452 UF DN 63mm C-10. - Suministro e instalación de 1,218.80 m de tubería HDPE NTP ISO 4427 PE 100 DN 63 mm SDR 11 PN 16. - Instalación de Pase Aéreo N° 01 de L=30.00 m. - Instalación de Pase Aéreo N° 02 de L=115.00 m. - Construcción de 01 cámaras rompe presión tipo VI. - Suministro e instalación de 05 válvulas de aire y 09 válvulas de purga.
Almacenamiento	- Construcción de 01 reservorio apoyado de V=13.00 m3 (RAP-01).
Línea de aducción y Redes de distribución de Agua Potable	- Suministro e instalación de 865.00 m de tubería PVC NTP ISO 1452 UF DN=75mm C-10. - Suministro e instalación de 1,296.90 m de tubería PVC NTP ISO 1452 UF DN=63mm C-10. - Suministro e instalación de 2,141.30 m de tubería PVC NTP ITINTEC 399.002 DN Ø 1 1/2" C-10. - Suministro e instalación de 7,664.90 m de tubería PVC NTP ITINTEC 399.002 DN Ø 1" C-10. - Suministro e instalación de 1,421.40 m de tubería PVC NTP ITINTEC 399.002 DN Ø 3/4" C-10. - Construcción de 20 cámaras rompe presión tipo VII. - Suministro e instalación de 17 válvulas de control, 07 válvulas de aire y 21 válvulas de purga.
Conexiones intradomiciliarias	- Instalación de 111 conexiones domiciliarias de agua para 111 viviendas. - Instalación de 02 conexiones domiciliarias de agua, para la I.E.Inicial N°821516 e I.E.Primaria n° 821516. - Instalación de 03 conexiones domiciliarias de agua para 03 organizaciones sociales.
Lavaderos	- Construcción de 111 lavaderos para 111 viviendas. - Construcción de 10 lavaderos para la I.E. Inicial N°821516 e I.E. Primaria N° 821516. <ul style="list-style-type: none"> • 04 lavaderos para alumnos por cada Institución Educativa. • 01 lavadero para docentes por cada Institución Educativa. - Construcción de 03 lavaderos para 03 Instituciones Sociales.
Unidades básicas de saneamiento con sistema de arrastre hidráulico.	- Instalación de 111 UBS para 111 viviendas. - Instalación de 04 UBS para Institución Educativa Inicial N° 821516 e Institución Educativa Primaria N° 821516. - Instalación de 03 UBS para tres Instituciones Sociales. - Instalación de 02 UBS para Docentes (01 UBS por cada Institución Educativa).

FUENTE: Elaboración Propia

4.5.3. PARAMETROS DE DISEÑO

TABLA 59

Balance oferta – demanda captación – con proyecto

AÑOS	Oferta con proyecto (lps)	Demanda Proyectada Qmd (lps)	Balance Qmd (lps)
1	0.87	0.83	0.04
2	0.87	0.83	0.04
3	0.87	0.85	0.03
4	0.87	0.85	0.03
5	0.87	0.85	0.03
6	0.87	0.85	0.03
7	0.87	0.85	0.03
8	0.87	0.85	0.03
9	0.87	0.85	0.03
10	0.87	0.86	0.01
11	0.87	0.86	0.01
12	0.87	0.86	0.01
13	0.87	0.86	0.01
14	0.87	0.86	0.01
15	0.87	0.86	0.01
16	0.87	0.86	0.01
17	0.87	0.86	0.01
18	0.87	0.87	0.00
19	0.87	0.87	0.00
20	0.87	0.87	0.00

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 60

Balance oferta – demanda redes de distribución – con proyecto

Año	Oferta con proyecto Qmh (lps)	Demanda Proyectada Qmh (lps)	Balance Qmh (lps)
1	1.34	1.28	0.06
2	1.34	1.28	0.06
3	1.34	1.30	0.04
4	1.34	1.30	0.04
5	1.34	1.30	0.04
6	1.34	1.30	0.04
7	1.34	1.30	0.04
8	1.34	1.30	0.04
9	1.34	1.30	0.04
10	1.34	1.32	0.02
11	1.34	1.32	0.02
12	1.34	1.32	0.02
13	1.34	1.32	0.02
14	1.34	1.32	0.02
15	1.34	1.32	0.02
16	1.34	1.32	0.02
17	1.34	1.32	0.02
18	1.34	1.34	0.00
19	1.34	1.34	0.00
20	1.34	1.34	0.00

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 61*Balance oferta – demanda almacenamiento – con proyecto*

Año	Oferta con proyecto	Demanda Proyectada	Balance (m3/día)
1	13	11.1	1.9
2	13	11.1	1.9
3	13	11.2	1.8
4	13	11.2	1.8
5	13	11.2	1.8
6	13	11.2	1.8
7	13	11.2	1.8
8	13	11.2	1.8
9	13	11.2	1.8
10	13	11.4	1.6
11	13	11.4	1.6
12	13	11.4	1.6
13	13	11.4	1.6
14	13	11.4	1.6
15	13	11.4	1.6
16	13	11.4	1.6
17	13	11.4	1.6
18	13	11.6	1.4
19	13	11.6	1.4
20	13	11.6	1.4

FUENTE: Elaboración Propia**TABLA 62***Balance oferta – demanda de unidades básicas de saneamiento*

Año	Oferta UBS		Demanda UBS	DEFICIT/SUPERAVIT	
	Sin Proyecto	Con Proyecto		Sin Proyecto	Con Proyecto
1	0.00	119.00	119.00	-119.00	0.00
2	0.00	119.00	119.00	-119.00	0.00
3	0.00	119.00	119.00	-119.00	0.00
4	0.00	119.00	119.00	-119.00	0.00
5	0.00	120.00	120.00	-120.00	0.00
6	0.00	120.00	120.00	-120.00	0.00
7	0.00	120.00	120.00	-120.00	0.00
8	0.00	120.00	120.00	-120.00	0.00
9	0.00	121.00	121.00	-121.00	0.00
10	0.00	121.00	121.00	-121.00	0.00
11	0.00	121.00	121.00	-121.00	0.00
12	0.00	121.00	121.00	-121.00	0.00
13	0.00	121.00	121.00	-121.00	0.00
14	0.00	122.00	122.00	-122.00	0.00
15	0.00	122.00	122.00	-122.00	0.00
16	0.00	122.00	122.00	-122.00	0.00
17	0.00	123.00	123.00	-123.00	0.00
18	0.00	123.00	123.00	-123.00	0.00
19	0.00	120.00	120.00	-120.00	0.00
20	0.00	120.00	120.00	-120.00	0.00

FUENTE: Elaboración Propia

Proyecciones poblacionales

La tasa de crecimiento elegida para la Localidad de Huangashanga Alta es de 0.21% promedio anual, tomado datos del censo de población y vivienda de los años 1993 y 2007, y la población del 2023 (Padrón Elaborado por el Consorcio Pro Agua Norte). La fuente de información es el INEI.

Teniendo como base la información de los datos estadísticos según el censo del INEI de los años 1993, 2007, y 2023 para la localidad de Huangashanga, se tiene el siguiente cuadro:

TABLA 63

Evaluación de la Población de la localidad de Huangashanga Alta

Censo	Población
1,993	400
2,007	296
2,014*	386

FUENTE: Elaboración Propia

Basándonos en los censos del INEI y realizando las proyecciones de población con los principales modelos matemáticos, como la localidad es una zona rural, su crecimiento de población es bajo al pasar los años y las variaciones de la población en cada año es casi constante, se puede concluir que la curva que más se asemeja a la proyección censal es la generada por el modelo aritmético ($P_f = P_o \cdot (1 + r) t$). Por lo tanto, con el fin de calcular la población futura, se ha recurrido al Método Aritmético.

El crecimiento aritmético se describe a partir de la siguiente ecuación:

$$P_f = P_i \times (1 + r \times t / 100)$$

Donde:

Pi y Pf = Población al inicio y al final del período.

t = Tiempo en años, entre Ni y Nf.

r = Tasa de crecimiento observado en el período. Y puede medirse a partir de una tasa promedio anual de crecimiento constante del período; y cuya aproximación aritmética sería la siguiente:

$$r = \left(\frac{P_t - P_i}{t} \right) \div P_i$$

Dónde:

t = Tiempo intercensal.

Evaluando los datos obtenidos del censo del INEI: 2007 y del padrón de la localidad de Huangashanga Alta se determina que la tasa de crecimiento para la localidad de Huangashanga Alta es de 0.21%.

Esta Cifra no es válida para los fines del proyecto, utilizándose de esta manera el cuarto criterio.

TABLA 64

Tasa de crecimiento poblacional

Localidad	Censos (Población Rural)		Tasa de Crecimiento Anual
	2007	2023	
Huangashanga Alta	296	386	0.21%

FUENTE: Elaboración Propia

Evaluando los datos obtenidos de los censos del INEI de 1993, 2007 y la población del 2014, de acuerdo al padrón elaborado por el Consorcio Pro Agua Norte, se determinará la tasa de crecimiento para la localidad de Huangashanga Alta mediante el método de tasa de crecimiento.

Crecimiento poblacional de la localidad de Huangashanga Alta Combinaciones con dos Censos

1,993	2,007	=== > r =	-1.86 %
1,993	2,023	=== > r =	-0.17 %
2,007	2,023	=== > r =	4.34 %

Combinaciones de tres censos

1,993	2,007	2,023	=== > r1 =	0.21 %
-------	-------	-------	------------	--------

TABLA 65*Comportamiento histórico de las ecuaciones*

Curva	Tasa	1,993	2,007	2,023	Sumatoria	Diferencia
Censo		400	296	386	1,082	---
1	- 1.86%	632	443	386	1,461	379
2	- 0.17%	400	390	386	1,176	94
3	4.34%	201	296	386	883	199
4	0.21%	369	380	386	1,135	53

Elaborado: Consorcio Pro Agua Norte 2014.

Finalmente, de las Tasas de crecimiento obtenidas anteriormente para la localidad, el distrito y la provincia al cual pertenece la localidad de Huangashanga Alta, se selecciona la tasa más adecuada, la cual se obtiene por el segundo criterio, tasa de crecimiento de %0.21; la cual se considera una tasa de crecimiento mínima para este proyecto y con ella se determina la proyección de la población por 20 años.

Como se observa el cuadro, al año cero la población es de 386 habitantes, y al final del horizonte al año 2043 será de 403 habitantes. Proyección realizada con una tasa de crecimiento de 0.21%

Tomando como base la población actual, se ha proyectado el crecimiento de la población que contará con el servicio a partir del inicio de la operación del proyecto, hasta el horizonte del proyecto (año 2043); es preciso mencionar que la población en el año base corresponde al total de la población empadronada en el 2023 Considerando que la cobertura al final del horizonte será del 100% en agua potable y del 100% para el Saneamiento.

Densidad por Vivienda:

De acuerdo a estas consideraciones y teniendo en cuenta la densidad poblacional del lugar de 3.54 habitantes por familia (Fuente: Empadronamiento de campo).

Datos técnicos

Los datos técnicos considerados para el diseño se muestran en el siguiente cuadro:

TABLA 66

Información Base y Parámetros

Detalle	Sin Proyecto	Con Proyecto
Población actual (hab)	393	394
Población con servicio de agua potable	351	394
N° de Viviendas Total	111	111
N° de Viviendas con conexión domiciliaria	99	111
N° de Viviendas sin conexión domiciliaria	12	0
Población con servicio de alcantarillado	0	394
N° Usuarios Estatales	1	2
N° Usuarios Sociales	2	3
Densidad poblacional (hab/viv)	3.54	3.54
Dotación Domestica (l/hab/día)	50.00	100
Dotación de pob.no conectada (l/hab/día)	0.0	
Dotación Estatal (lt/cnx.día)	810.00	548
Dotación Social (lt/cnx.día)	177.03	354.05
Cobertura Agua Potable%	89.2%	100.0%
% de Regulación		20%
K1 Factor Máximo Diario		1.3
K2 Factor de Máximo Horario		2.0
% Perdidas de Agua	25%	25%
Tasa de crecimiento poblacional	0.21%	0.21%

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 67

Consumo por institución

USUARIOS PUBLICOS	Conectados	No Conectados	Total	Dotación (l/d) - Sin Proyecto	Dotación (l/d) - Con Proyecto
N° Instituciones Educativas	1	1	2	810	1095
N° Establecimiento de Salud	0	0	0	0	0
N° otras Instituciones Públicas	2	1	3	354	1062.16
TOTAL	3	2	5	1164	2157

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 68

Demanda del servicio de agua potable

PROYECCION DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE																					
AÑO	POBLACION	COBERTURA (%)		POBLACION SERVIDA (hab)	VIVIENDAS SERVIDAS (unidades)	PERDIDAS DE AGUA POTABLE (%)	TIPO DE CONEXIONES				CONSUMO DE AGUA (l/d/a)				DEMANDA AGUA				Volumen de Regulación (m3)	Volumen Total (m3)	
		CONEX.	OTROS MEDIOS (*)				CONEXIONES DOMESTICO	CONEXIONES ESTATALES	CONEXIONES SOCIALES	TOTAL CONEXIONES	CONSUMO DOMESTICO	CONSUMO ESTATAL	CONSUMO SOCIAL	CONSUMO TOTAL CONECTADO	Op (ltro/a)	Op (m3/año)	Qmd (ltro/a)	Qmh (ltro/a)			
2,023	BASE	393	89.19%	10.81%	351	99	25.00%	99	1	2	102	17,550	810	354	18,714	0.29	9,145	0.38	0.58	5.01	5.01
2,024	-1	394	100.00%	0.00%	394	111	25.00%	111	2	3	116	39,400	1,095	1,062	41,557	0.64	20,183	0.83	1.28	11.06	11.06
2,025	0	395	100.00%	0.00%	395	112	25.00%	112	2	3	117	39,500	1,095	1,062	41,657	0.64	20,183	0.83	1.28	11.06	11.06
2,026	1	395	100.00%	0.00%	395	112	25.00%	112	2	3	117	39,500	1,095	1,062	41,657	0.64	20,183	0.83	1.28	11.06	11.06
2,027	2	396	100.00%	0.00%	396	112	25.00%	112	2	3	117	39,600	1,095	1,062	41,757	0.64	20,183	0.83	1.28	11.06	11.06
2,028	3	397	100.00%	0.00%	397	112	25.00%	112	2	3	117	39,700	1,095	1,062	41,857	0.65	20,498	0.85	1.30	11.23	11.23
2,029	4	398	100.00%	0.00%	398	112	25.00%	112	2	3	117	39,800	1,095	1,062	41,957	0.65	20,498	0.85	1.30	11.23	11.23
2,030	5	399	100.00%	0.00%	399	113	25.00%	113	2	3	118	39,900	1,095	1,062	42,057	0.65	20,498	0.85	1.30	11.23	11.23
2,031	6	400	100.00%	0.00%	400	113	25.00%	113	2	3	118	40,000	1,095	1,062	42,157	0.65	20,498	0.85	1.30	11.23	11.23
2,032	7	400	100.00%	0.00%	400	113	25.00%	113	2	3	118	40,000	1,095	1,062	42,157	0.65	20,498	0.85	1.30	11.23	11.23
2,033	8	401	100.00%	0.00%	401	113	25.00%	113	2	3	118	40,100	1,095	1,062	42,257	0.65	20,498	0.85	1.30	11.23	11.23
2,034	9	402	100.00%	0.00%	402	114	25.00%	114	2	3	119	40,200	1,095	1,062	42,357	0.65	20,498	0.85	1.30	11.23	11.23
2,035	10	403	100.00%	0.00%	403	114	25.00%	114	2	3	119	40,300	1,095	1,062	42,457	0.66	20,814	0.86	1.32	11.40	11.40
2,036	11	404	100.00%	0.00%	404	114	25.00%	114	2	3	119	40,400	1,095	1,062	42,557	0.66	20,814	0.86	1.32	11.40	11.40
2,037	12	405	100.00%	0.00%	405	114	25.00%	114	2	3	119	40,500	1,095	1,062	42,657	0.66	20,814	0.86	1.32	11.40	11.40
2,038	13	405	100.00%	0.00%	405	114	25.00%	114	2	3	119	40,500	1,095	1,062	42,657	0.66	20,814	0.86	1.32	11.40	11.40
2,039	14	406	100.00%	0.00%	406	115	25.00%	115	2	3	120	40,600	1,095	1,062	42,757	0.66	20,814	0.86	1.32	11.40	11.40
2,040	15	407	100.00%	0.00%	407	115	25.00%	115	2	3	120	40,700	1,095	1,062	42,857	0.66	20,814	0.86	1.32	11.40	11.40
2,041	16	408	100.00%	0.00%	408	115	25.00%	115	2	3	120	40,800	1,095	1,062	42,957	0.66	20,814	0.86	1.32	11.40	11.40
2,042	17	409	100.00%	0.00%	409	116	25.00%	116	2	3	121	40,900	1,095	1,062	43,057	0.66	20,814	0.86	1.32	11.40	11.40
2,043	18	410	100.00%	0.00%	410	116	25.00%	116	2	3	121	41,000	1,095	1,062	43,157	0.67	21,129	0.87	1.34	11.58	11.58
2,044	19	410	100.00%	0.00%	410	116	25.00%	116	2	3	121	41,000	1,095	1,062	43,157	0.67	21,129	0.87	1.34	11.58	11.58
2,045	20	411	100.00%	0.00%	411	116	25.00%	116	2	3	121	41,100	1,095	1,062	43,257	0.67	21,129	0.87	1.34	11.58	11.58

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 69

Demanda del servicio de saneamiento

PROYECCION DE LA DEMANDA DE DESAGUE										
AÑO	POBLACION	COBERTURA (%)		POBLACION SERVIDA (hab)	VIVIENDAS SERVIDAS (unidades)	UBS				
		CONEX.	OTROS MEDIOS (*)			UBS DOME	UBS ESTAT	UBS SOCIAL	TOTAL UBS	
2,023	0	395	0.00%	100.00%	0	0	0	0	0	0
2,024	1	395	100.00%	0.00%	395	112	112	4	3	119
2,025	2	396	100.00%	0.00%	396	112	112	4	3	119
2,026	3	397	100.00%	0.00%	397	112	112	4	3	119
2,027	4	398	100.00%	0.00%	398	112	112	4	3	119
2,028	5	399	100.00%	0.00%	399	113	113	4	3	120
2,029	6	400	100.00%	0.00%	400	113	113	4	3	120
2,030	7	400	100.00%	0.00%	400	113	113	4	3	120
2,031	8	401	100.00%	0.00%	401	113	113	4	3	120
2,032	9	402	100.00%	0.00%	402	114	114	4	3	121
2,033	10	403	100.00%	0.00%	403	114	114	4	3	121
2,034	11	404	100.00%	0.00%	404	114	114	4	3	121
2,035	12	405	100.00%	0.00%	405	114	114	4	3	121
2,036	13	405	100.00%	0.00%	405	114	114	4	3	121
2,037	14	406	100.00%	0.00%	406	115	115	4	3	122
2,038	15	407	100.00%	0.00%	407	115	115	4	3	122
2,039	16	408	100.00%	0.00%	408	115	115	4	3	122
2,040	17	409	100.00%	0.00%	409	116	116	4	3	123
2,041	18	410	100.00%	0.00%	410	116	116	4	3	123
2,042	19	410	100.00%	0.00%	410	116	116	4	3	120
2,043	20	411	100.00%	0.00%	411	116	116	4	3	120

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 70

Simulación hidráulica – Hidrantes

ID	Etiqueta	Elevación (m)	Gradiente Hidráulica (m)	Demanda (L/s)	Presión (m H2O)						
						6226	H-17	3,496.53	3,598.50	0.12	51.87
						6231	H-18	3,508.89	3,598.68	0.00	39.70
						6236	H-19	3,508.76	3,598.28	0.00	39.41
						6241	H-20	3,478.08	3,506.55	0.00	28.41
5758	H-1	3,634.16	3,644.17	0.12	9.98	6246	H-21	3,476.63	3,506.22	0.00	29.51
5763	H-2	3,612.40	3,643.73	0.00	31.27	6251	H-22	3,476.15	3,506.16	0.00	29.96
5765	H-3	3,592.84	3,643.53	0.12	50.59	6256	H-23	3,471.34	3,506.11	0.00	34.69
5770	H-4	3,624.13	3,643.91	0.00	19.66	6258	H-24	3,470.69	3,505.92	0.12	35.35
5772	H-5	3,541.72	3,589.42	0.00	47.60	6263	H-25	3,464.38	3,505.71	0.00	41.25
5774	H-6	3,501.11	3,543.76	0.00	42.56	6265	H-26	3,463.19	3,505.62	0.12	42.31
5779	H-7	3,530.39	3,542.99	0.00	12.58	6270	H-27	3,464.54	3,505.48	0.00	40.88
5784	H-8	3,476.94	3,499.45	0.12	22.47	6272	H-28	3,458.64	3,505.29	0.12	46.56
5786	H-9	3,473.67	3,499.31	0.12	25.59	6277	H-29	3,460.30	3,505.50	0.00	45.11
5791	H-10	3,519.48	3,539.87	0.00	20.35	6282	H-30	3,459.06	3,505.31	0.00	46.15
5793	H-11	3,522.05	3,539.68	0.12	17.59	6287	H-31	3,454.39	3,505.20	0.00	50.71
5798	H-12	3,465.62	3,485.57	0.00	19.91	6289	H-32	3,457.66	3,504.77	0.00	47.02
5800	H-13	3,453.39	3,485.52	0.00	32.06	6294	H-33	3,463.17	3,504.80	0.00	41.55
5805	H-14	3,458.80	3,485.41	0.00	26.58	6299	H-34	3,464.66	3,504.69	0.00	39.94
5807	H-15	3,435.06	3,484.47	0.00	49.31	6204	H-35	3,463.23	3,504.63	0.00	41.32
5812	H-16	3,420.81	3,438.27	0.12	17.42	6209	H-36	3,464.69	3,504.50	0.12	39.73
5819	H-17	3,370.64	3,390.02	0.00	19.34	6214	H-37	3,466.02	3,504.55	0.00	38.45
6006	H-18	3,358.60	3,389.21	0.00	30.58	6219	H-38	3,466.82	3,504.52	0.00	37.62
6011	H-19	3,360.00	3,389.04	0.00	28.95	6221	H-39	3,474.17	3,504.31	0.12	30.08
6013	H-20	3,360.76	3,388.77	0.12	27.95	6224	H-40	3,467.35	3,504.45	0.00	37.03
6018	H-21	3,355.73	3,389.02	0.00	33.22	6231	H-41	3,466.53	3,504.36	0.00	37.75
6020	H-22	3,350.98	3,388.83	0.12	37.77	6233	H-42	3,464.92	3,504.35	0.00	39.35
6025	H-23	3,444.61	3,484.52	0.00	39.82	6235	H-43	3,464.45	3,504.12	0.12	39.98
6030	H-24	3,448.35	3,483.71	0.00	35.32	6240	H-44	3,477.31	3,504.08	0.00	26.72
6035	H-25	3,446.17	3,483.66	0.00	37.42	6245	H-45	3,456.51	3,503.88	0.00	47.21
6037	H-26	3,443.81	3,483.43	0.12	39.53	6250	H-46	3,441.07	3,456.03	0.00	14.91
6042	H-27	3,435.98	3,483.88	0.00	47.80	6255	H-47	3,442.07	3,456.01	0.00	13.98
6047	H-28	3,430.22	3,441.91	0.00	11.69	6257	H-48	3,434.40	3,455.25	0.12	20.82
6054	H-29	3,423.68	3,441.90	0.00	18.19	6263	H-49	3,507.01	3,598.66	0.00	41.57
6059	H-30	3,426.93	3,441.72	0.12	14.76	6265	H-50	3,517.18	3,598.37	0.12	31.13
6064	H-31	3,422.11	3,436.05	0.12	13.92	6267	H-51	3,507.17	3,599.72	0.00	42.46
6066	H-32	3,422.40	3,436.34	0.00	13.71	6272	H-52	3,506.82	3,599.66	0.00	42.75
6068	H-33	3,400.22	3,436.04	0.00	35.71	6277	H-53	3,500.96	3,599.49	0.12	48.43
6073	H-34	3,414.30	3,435.71	0.12	21.36	6279	H-54	3,484.00	3,522.13	0.00	38.05
6075	H-35	3,416.90	3,434.33	0.12	17.40	6281	H-55	3,476.98	3,521.89	0.12	44.83
6080	H-36	3,407.56	3,435.38	0.00	27.76	6283	H-56	3,489.49	3,522.17	0.00	32.62
6085	H-37	3,401.10	3,435.30	0.00	34.13	6288	H-57	3,488.73	3,521.93	0.00	33.14
6089	H-38	3,397.51	3,435.03	0.12	37.44	6293	H-58	3,492.78	3,521.07	0.00	28.23
6095	H-39	3,412.51	3,434.43	0.00	21.88	6298	H-59	3,475.13	3,520.59	0.00	45.36
6100	H-40	3,413.06	3,434.02	0.00	20.92	6300	H-60	3,470.08	3,518.94	0.12	48.77
6102	H-41	3,376.25	3,394.85	0.12	18.56	6305	H-61	3,462.67	3,475.29	0.00	12.60
6107	H-42	3,379.60	3,395.19	0.00	15.56	6310	H-62	3,460.23	3,474.82	0.00	14.56
6112	H-43	3,376.03	3,395.16	0.00	19.08	6315	H-63	3,458.94	3,474.38	0.00	15.41
6114	H-44	3,302.92	3,344.93	0.12	41.93	6320	H-64	3,456.03	3,473.93	0.00	17.86
6119	H-45	3,537.56	3,550.02	0.00	12.44	6325	H-65	3,454.11	3,473.21	0.12	19.06
6124	H-46	3,501.38	3,548.89	0.00	47.21	6330	H-66	3,426.97	3,439.93	0.00	12.93
						6335	H-97	3,412.28	3,439.61	0.00	27.27
						6337	H-98	3,403.49	3,439.28	0.00	35.72
						6341	H-99	3,411.01	3,439.09	0.12	28.02
						6346	H-100	3,468.40	3,520.36	0.00	51.85
						6353	H-101	3,469.78	3,520.36	0.00	50.48
						6358	H-102	3,482.43	3,519.91	0.00	37.40
						6360	H-103	3,486.20	3,519.70	0.12	33.44
						6362	H-104	3,493.30	3,519.98	0.00	26.63
						6367	H-105	3,503.61	3,520.06	0.00	16.41
						6369	H-106	3,503.27	3,520.06	0.00	16.76
						6374	H-107	3,579.05	3,597.89	0.00	18.81
						6379	H-108	3,523.61	3,559.38	0.00	35.70
						6384	H-109	3,520.97	3,559.34	0.00	38.29
						6391	H-110	3,510.58	3,559.03	0.12	48.35
						6396	H-111	3,535.44	3,558.58	0.00	23.09
						6401	H-112	3,536.87	3,558.34	0.00	21.42
						6403	H-113	3,541.32	3,558.22	0.00	16.88
						6408	H-114	3,534.66	3,557.95	0.00	23.25
						6410	H-115	3,534.38	3,557.68	0.12	23.25
						6412	H-116	3,523.63	3,557.18	0.12	33.48

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods
 Solution Center
 27 Siemon Company Drive Suite 200 W
 Watertown, CT 06795 USA +1-203-755-1666
 SIMULACIÓN ALTO HUANGASHANGA.wtg
 2023
 Bentley WaterGEMS V8i (S&L) series 4
 [08.11.04.50]
 Page 1 of 1

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 71

Simulación hidráulica – Nodos

ID	Bugada	Elevación (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presión (m H ₂ O)	5602-147	3,54184	3,59942	47,88	5923-107	3,71248	3,72768	15,20	6138-1467	3,47779	3,50659	28,78
5619-1-1	3,446,92	3,483,77	36,77	5602-148	3,418,41	3,486,14	17,69	5923-108	3,71188	3,72714	15,33	6143-1468	3,476,19	3,506,22	29,97	
5620-1-2	3,493,40	3,522,28	28,77	5602-149	3,422,13	3,486,14	13,99	5923-109	3,674,00	3,705,20	52,11	6148-1469	3,474,91	3,506,16	31,19	
5621-1-3	3,490,22	3,522,21	31,93	5602-150	3,616,80	3,643,64	26,99	5923-110	3,695,92	3,724,92	28,94	6153-1470	3,469,65	3,506,11	36,30	
5622-1-4	3,466,69	3,504,35	37,64	5602-151	3,590,91	3,643,66	52,55	5923-111	3,708,60	3,724,32	17,94	6158-1471	3,464,31	3,506,17	41,08	
5623-1-5	3,466,69	3,504,35	38,47	5602-152	3,539,08	3,543,76	5,69	5923-112	3,698,00	3,723,20	25,08	6163-1472	3,464,31	3,506,48	41,08	
5624-1-6	3,460,25	3,504,77	44,03	5602-153	3,490,61	3,543,76	44,01	5923-113	3,698,00	3,722,68	24,94	6174-1473	3,461,23	3,506,50	44,18	
5625-1-7	3,467,39	3,504,77	47,28	5700-154	3,413,54	3,486,01	22,44	5923-114	3,689,92	3,722,40	32,30	6179-1474	3,468,44	3,506,37	46,77	
5626-1-8	3,460,25	3,522,17	32,35	5700-155	3,398,92	3,486,01	37,01	5923-115	3,690,00	3,721,80	31,87	6184-1475	3,466,20	3,506,20	48,60	
5627-1-9	3,484,00	3,522,13	38,08	5700-156	3,510,82	3,548,74	37,94	5923-116	3,694,74	3,721,32	26,38	6191-1476	3,469,48	3,506,00	45,22	
5628-1-10	3,467,85	3,506,75	38,02	5700-157	3,516,44	3,548,43	31,93	5923-117	3,696,00	3,720,90	30,50	6196-1477	3,462,94	3,506,65	41,66	
5629-1-11	3,462,10	3,506,69	42,80	5700-158	3,532,29	3,568,75	26,42	5923-118	3,679,39	3,719,50	40,08	6201-1478	3,463,20	3,506,63	41,33	
5630-1-12	3,440,98	3,484,47	43,41	5700-159	3,538,93	3,568,22	19,25	5923-119	3,663,74	3,699,68	6,04	6206-1479	3,464,64	3,506,59	39,88	
5631-1-13	3,435,94	3,484,47	48,83	5711-160	3,631,75	3,644,22	12,48	5923-120	3,595,66	3,660,22	73,37	6211-1480	3,465,48	3,506,55	39,00	
5632-1-14	3,405,32	3,520,06	24,19	5714-161	3,533,84	3,499,44	25,55	5923-121	3,553,78	3,667,11	113,13	6216-1481	3,467,15	3,506,52	37,29	
5633-1-15	3,492,49	3,519,98	27,46	5715-162	3,522,12	3,567,39	39,09	5923-122	3,589,68	3,664,08	75,12	6221-1482	3,467,69	3,506,48	36,35	
5634-1-16	3,468,75	3,504,50	36,27	5717-163	3,477,10	3,509,54	43,38	5923-123	3,616,62	3,663,75	46,48	6226-1483	3,468,07	3,506,38	36,22	
5635-1-17	3,475,92	3,504,43	28,75	5718-164	3,469,65	3,519,01	49,32	5923-124	3,615,62	3,662,40	46,78	6231-1484	3,474,44	3,506,00	29,57	
5636-1-18	3,410,22	3,431,28	28,90	5720-165	3,539,56	3,568,22	18,63	5923-125	3,668,30	3,662,30	53,70	6236-1485	3,467,80	3,506,88	45,08	
5637-1-19	3,403,11	3,431,28	36,10	5721-166	3,533,71	3,497,78	24,02	5923-126	3,672,00	3,725,74	53,62	6241-1486	3,462,16	3,498,03	13,86	
5638-1-20	3,564,40	3,504,43	28,75	5723-167	3,561,10	3,548,12	30,96	5923-127	3,680,80	3,725,30	44,46	6246-1487	3,460,26	3,496,01	15,70	
5639-1-21	3,543,41	3,590,18	6,72	5724-168	3,510,89	3,499,23	48,21	5923-128	3,696,74	3,723,74	26,90	6251-1488	3,510,68	3,548,68	37,08	
5640-1-22	3,564,40	3,598,00	33,42	5725-169	3,526,33	3,540,79	23,41	5923-129	3,682,77	3,720,02	37,20	6256-1489	3,502,43	3,520,39	19,02	
5641-1-23	3,430,21	3,483,03	44,56	5726-170	3,470,41	3,496,04	35,56	5923-130	3,685,00	3,719,68	34,66	6261-1490	3,469,38	3,521,93	31,40	
5642-1-24	3,442,35	3,483,56	41,67	5729-171	3,464,40	3,504,22	39,64	5923-131	3,614,66	3,699,38	54,62	6266-1491	3,462,30	3,521,00	28,60	
5643-1-25	3,522,10	3,539,93	19,99	5731-172	3,468,01	3,504,31	36,29	5923-132	3,589,00	3,666,94	86,28	6271-1492	3,476,81	3,520,59	43,88	
5644-1-26	3,520,34	3,539,83	19,55	5732-173	3,435,41	3,465,38	19,88	6000-123	3,596,66	3,665,62	68,80	6276-1493	3,463,20	3,485,20	12,07	
5645-1-27	3,477,12	3,522,02	44,80	5734-174	3,445,66	3,484,80	39,08	6000-124	3,586,00	3,691,26	29,19	6281-1494	3,469,90	3,474,82	13,80	
5646-1-28	3,475,99	3,506,23	31,49	5735-175	3,390,45	3,388,08	38,42	6000-125	3,586,00	3,699,00	28,06	6286-1495	3,466,68	3,474,38	13,67	
5647-1-29	3,469,08	3,505,70	36,58	5738-176	3,501,88	3,500,02	18,14	6000-126	3,557,70	3,699,02	51,36	6291-1496	3,467,25	3,475,92	16,64	
5648-1-30	3,461,41	3,485,52	24,04	5740-177	3,472,01	3,489,54	26,56	6000-127	3,443,22	3,484,52	41,30	6296-1497	3,463,89	3,475,41	19,90	
5649-1-31	3,490,96	3,485,52	34,60	5742-178	3,410,54	3,444,54	23,97	6000-128	3,446,44	3,483,74	37,17	6301-1498	3,468,70	3,480,92	13,12	
5650-1-32	3,398,10	3,389,08	30,08	5743-179	3,303,46	3,345,09	41,50	6000-129	3,444,80	3,483,66	38,78	6306-1499	3,462,88	3,480,61	26,70	
5651-1-33	3,360,99	3,388,94	28,21	5745-180	3,472,53	3,500,51	42,89	6000-130	3,435,00	3,483,88	48,74	6311-1500	3,476,84	3,520,38	43,48	
5652-1-34	3,489,12	3,522,17	33,10	5746-181	3,409,60	3,489,19	29,53	6044-131	3,431,62	3,461,94	10,20	6316-1501	3,469,03	3,520,38	51,22	
5653-1-35	3,468,94	3,506,58	36,57	5748-182	3,412,50	3,444,41	18,90	6000-132	3,430,00	3,461,90	11,88	6321-1502	3,469,08	3,520,38	50,30	
5654-1-36	3,467,35	3,505,41	47,50	5750-183	3,632,05	3,644,41	12,34	6000-133	3,423,20	3,461,90	18,66	6326-1503	3,464,38	3,519,91	35,47	
5655-1-37	3,523,40	3,540,78	25,93	5752-184	3,613,50	3,643,73	30,17	6000-134	3,426,30	3,461,89	15,48	6331-1504	3,502,61	3,520,06	17,41	
5656-1-38	3,506,12	3,540,72	43,52	5754-185	3,622,28	3,643,64	21,53	6000-135	3,420,80	3,486,20	15,20	6336-1505	3,576,41	3,599,89	21,38	
5657-1-39	3,388,92	3,395,35	6,51	5756-186	3,526,36	3,542,99	16,60	6000-136	3,412,00	3,489,00	23,62	6341-1506	3,524,11	3,538,38	35,27	
5658-1-40	3,376,12	3,394,94	18,18	5781-187	3,476,66	3,489,58	22,86	6000-137	3,407,99	3,485,30	27,77	6346-1507	3,522,63	3,538,34	36,66	
5659-1-41	3,398,92	3,435,41	23,23	5788-188	3,522,42	3,509,60	17,37	6000-138	3,400,35	3,485,30	35,06	6351-1508	3,518,38	3,538,30	40,06	
5660-1-42	3,398,92	3,435,41	23,23	5795-189	3,464,71	3,485,53	20,82	6000-139	3,410,92	3,484,40	23,46	6356-1509	3,527,55	3,538,34	20,75	
5661-1-43	3,405,32	3,548,64	52,82	5800-190	3,488,14	3,485,44	27,24	6000-140	3,411,88	3,484,00	22,11	6400-1510	3,523,05	3,559,05	24,66	
5662-1-44	3,403,69	3,519,98	26,24	5800-191	3,420,44	3,488,53	18,08	6000-141	3,379,10	3,485,70	16,02	6441-1511	3,526,00	3,590,56	43,47	
5663-1-45	3,403,69	3,519,98	26,24	5814-192	3,372,55	3,400,02	17,43	6000-142	3,376,90	3,485,30	18,14	6446-1512	3,528,38	3,598,04	30,40	
5664-1-46	3,403,69	3,519,98	26,24	5817-193	3,370,11	3,400,02	19,87	6000-143	3,353,20	3,489,00	12,78	6451-1513	3,531,62	3,540,72	32,88	
5665-1-47	3,412,94	3,435,41	23,23	5913-194	3,325,40	3,388,60	3,37	6000-144	3,350,70	3,486,60	46,42	6456-1514	3,527,30	3,540,66	41,25	
5666-1-48	3,398,92	3,435,26	36,28	5916-195	3,325,08	3,388,60	3,56	6000-145	3,350,40	3,486,60	38,14	6461-1515	3,529,10	3,540,63	40,34	
5667-1-49	3,555,19	3,589,42	34,22	5919-196	3,314,80	3,388,08	13,19	6000-146	3,308,10	3,486,20	40,00	6466-1516	3,528,60	3,538,25	19,87	

6460-1-197	3,504,30	3,556,98	24,17
6513-1-198	3,408,00	3,483,68	45,10
6510-1-199	3,408,30	3,432,31	6,41
6528-1-200	3,365,30	3,437,03	51,61
6531-1-201	3,369,20	3,665,94	73,79
6548-1-202	3,366,26	3,663,72	67,37
6547-1-203	3,363,75	3,667,64	113,66

Simulación ALTOHIDROHIDRAUL
 Bentley Systems, Inc. HydroCAD
 27 Station Company Drive Suite 200 B
 Waltham, CT 06198 USA +1-203-755-1600

Bentley WaterGEMS V8i (SS11) Series 4
 [08.11.04.50]
 Page 1 of 1

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 72

Simulación hidráulica – Tubería

Hazen-Williams C	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Gradiente de Pérdida de Carga (m/km)	Pérdida de Carga por Fricción (m)	150.0	0.07	0.34	1.617	0.00	150.0	0.12	0.18	1.575	0.04	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.37	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.12	0.50	20.294	0.07
					150.0	0.07	0.34	2.454	0.35	150.0	0.12	0.18	1.573	0.10	150.0	0.12	0.18	1.578	0.10
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.57	150.0	0.60	0.41	4.681	0.07	150.0	0.12	0.18	1.577	0.07
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.35	150.0	0.12	0.90	20.264	0.15	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.54	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.12	0.50	20.267	0.12
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.93	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.40	0.33	3.160	0.08
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.55	150.0	0.60	0.41	4.679	0.10	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
					150.0	0.07	0.34	2.454	0.54	150.0	0.40	0.71	20.571	0.50	150.0	0.40	0.33	3.150	0.19
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.37	150.0	0.12	0.90	20.268	0.20	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.53	150.0	0.12	0.90	20.280	0.11	150.0	0.40	0.33	3.140	0.11
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.72	150.0	0.12	0.18	1.574	0.03	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.60	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.68	150.0	0.12	0.18	1.572	0.08	150.0	0.40	0.33	3.142	0.40
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.18	150.0	0.12	0.18	1.575	0.04	150.0	0.40	0.33	3.117	0.03
					150.0	0.07	0.34	2.454	0.45	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.47	150.0	0.12	0.90	20.290	0.24	150.0	0.40	0.33	3.127	0.08
					150.0	0.07	0.34	2.454	0.43	150.0	0.24	0.36	5.765	0.13	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.38	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.40	0.33	3.124	0.05
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.63	150.0	0.24	0.36	5.760	0.41	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.55	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.40	0.33	3.120	0.05
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.57	150.0	0.12	0.90	20.248	0.00	150.0	0.12	0.50	20.299	0.08
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.74	150.0	0.12	0.18	1.580	0.18	150.0	0.36	0.25	1.825	0.03
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.31	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.41	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.36	0.24	1.824	0.03
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.18	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.36	0.24	1.816	0.02
					148.0	0.07	0.43	4.613	0.57	150.0	0.12	0.90	20.260	0.12	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
					148.0	0.07	0.43	4.613	0.68	150.0	1.81	0.90	4.105	0.14	150.0	0.12	0.50	20.277	0.12
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.78	150.0	1.81	0.90	4.109	0.23	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.19	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.24	0.36	5.782	0.05
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.00	150.0	0.12	0.18	1.573	0.09	150.0	0.24	0.36	5.755	0.08
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.04	150.0	0.12	0.18	1.580	0.05	150.0	0.12	0.18	1.592	0.01
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.07	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.12	0.18	1.588	0.02
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.00	150.0	0.12	0.90	20.251	0.14	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.17	150.0	0.84	0.57	8.737	0.06	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
					150.0	0.12	0.18	1.583	0.07	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.12	0.50	20.260	0.10
					150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.84	0.57	8.763	0.30	150.0	0.12	0.18	1.585	0.29
					150.0	0.12	0.18	1.574	0.17	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
					150.0	0.05	0.41	4.703	0.28	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
					150.0	0.05	0.41	4.703	0.28	150.0	0.85	0.57	8.842	0.32	150.0	0.12	0.18	1.586	0.21
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.58	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.58	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.00	150.0	0.12	0.90	20.251	0.01	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.00	150.0	0.12	0.90	20.251	0.01	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.00	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.12	0.18	1.592	0.02
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.00	150.0	0.12	0.18	1.588	0.06	150.0	0.12	0.29	5.318	0.65
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.08	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.10	150.0	0.12	0.18	1.592	0.06	150.0	0.12	0.50	20.272	0.11
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.00	150.0	0.12	0.18	1.574	0.07	150.0	0.12	0.18	1.570	0.08
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.13	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.12	0.18	1.576	0.23
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.00	150.0	0.12	0.90	20.266	0.12	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.01	150.0	0.12	0.18	1.594	0.04	150.0	0.12	0.50	20.300	0.06
					150.0	0.07	0.34	2.455	0.00	150.0	0.12	0.18	1.575	0.02	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 73

Simulación hidráulica – Tubería

150.0	0.61	0.41	4.739	0.14	150.0	0.12	0.18	1.576	0.10	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.12	0.50	20.270	0.17	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.12	0.50	20.270	0.13	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.48	0.33	3.133	0.28	150.0	0.12	0.18	1.576	0.27	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.12	0.18	1.576	0.18	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.48	0.33	3.133	0.86	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.12	0.50	20.268	0.10	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.48	0.33	3.128	0.48	150.0	0.12	0.50	20.271	0.17	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.48	0.33	3.118	0.08	150.0	1.48	0.51	6.203	0.68	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.24	0.35	5.703	0.72	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.12	0.50	20.269	0.13	150.0	0.24	0.35	5.738	0.61	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.28	0.36	5.818	0.08	150.0	0.24	0.35	5.703	0.35	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.24	0.35	5.711	0.19	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.28	0.36	5.741	0.47	150.0	0.24	0.35	5.688	0.66	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.24	0.35	5.680	0.52	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.28	0.36	5.746	0.44	150.0	1.48	0.51	6.330	0.61	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	1.48	0.51	6.288	0.33	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.28	0.36	5.728	0.48	150.0	1.32	0.52	5.348	1.08	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	1.32	0.52	5.400	0.48	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.28	0.36	5.722	0.53	150.0	0.36	0.53	12.177	0.07	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.12	0.50	20.275	0.18	150.0	0.36	0.53	12.122	0.87	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.24	0.36	5.770	0.82	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.12	0.18	1.588	0.32	150.0	2.18	0.60	5.760	1.00	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.12	0.18	1.580	0.33	150.0	2.18	0.60	5.780	1.30	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	2.18	0.60	5.780	0.62	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	2.18	0.60	5.770	0.82	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.12	0.50	20.301	0.10	150.0	1.82	0.50	4.138	0.19	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.12	0.18	1.580	0.15	150.0	1.82	0.50	4.000	0.00	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.12	0.18	1.508	0.06	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.12	0.18	1.578	0.30	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.28	0.36	5.741	0.72	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.12	0.18	1.590	0.07	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.12	0.18	1.572	0.03	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.12	0.18	1.568	0.08	150.0	0.12	0.50	20.254	0.14	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.12	0.18	1.576	0.10	150.0	0.61	0.17	0.403	0.00	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.61	0.41	4.739	0.41	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.12	0.50	20.258	0.10	150.0	0.12	0.18	1.598	0.17	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.12	0.18	1.608	0.30	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.36	0.24	1.826	0.13	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.36	0.24	1.826	0.10	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.24	0.35	5.703	0.09	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.12	0.18	1.588	0.02	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.36	0.25	1.830	0.23	150.0	0.12	0.20	5.310	0.90	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.24	0.36	5.738	0.15	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.12	0.18	1.598	0.06	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.24	0.36	5.730	0.23	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.12	0.18	1.588	0.03	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00
150.0	0.12	0.18	1.576	0.04	150.0	0.12	0.20	5.318	0.41	150.0	0.00	0.00	0.000	0.00

Benley Systems, Inc. Headoffice/Head
 27 Dennis Court
 Westport, CT 06890
 (860) 765-1888

Benley WaterGEMS V8i (S&B/C) Series 4
 [08.11.04.50]
 Page 1 of 1

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 74

Simulación hidráulica – CRP

ID	Etiqueta	X (m)	Y (m)	Elevación (m)	Caudal (L/s)	Pérdida de Carga (m)	Presión (Llegada) (m H2O)
6414	PRV-1	798,514.86	9,239,671.03	3,591.10	1.45	52.07	51.97
6417	PRV-2	798,525.21	9,239,537.38	3,590.09	0.24	53.02	52.92
6420	PRV-3	798,643.59	9,239,416.03	3,543.95	0.24	45.12	45.03
6423	PRV-4	798,817.92	9,239,235.55	3,500.08	0.24	42.26	42.18
6426	PRV-5	798,588.77	9,239,732.77	3,540.26	1.45	50.23	50.13
6429	PRV-6	798,829.50	9,239,740.15	3,486.05	1.32	52.83	52.72
6432	PRV-7	799,065.55	9,239,705.83	3,439.42	0.36	44.99	44.90
6435	PRV-8	799,307.22	9,239,854.28	3,390.84	0.24	45.41	45.31
6438	PRV-9	798,168.83	9,239,942.59	3,600.86	2.18	44.75	44.66
6447	PRV-10	798,124.76	9,240,397.91	3,550.25	1.82	47.66	47.56
6464	PRV-11	798,246.36	9,240,369.27	3,522.80	0.61	26.98	26.93
6573	PRV-12	799,308.50	9,240,544.20	3,440.23	0.12	32.99	32.92
6484	PRV-13	798,098.03	9,240,563.35	3,559.53	0.36	38.23	38.15
6503	PRV-14	798,376.08	9,240,141.03	3,507.42	0.84	40.82	40.74
6506	PRV-15	799,162.69	9,240,042.65	3,456.20	0.12	47.66	47.56
6509	PRV-16	799,107.49	9,239,614.07	3,437.98	0.72	45.86	45.77
6522	PRV-17	799,566.51	9,239,270.48	3,395.73	0.24	37.57	37.49
6525	PRV-18	799,910.19	9,239,328.22	3,345.35	0.12	49.52	49.42
6534	PRV-19	796,049.50	9,239,217.81	3,670.04	0.87	48.64	48.54
6587	PRV-20	798,815.60	9,240,377.98	3,476.01	0.24	44.45	44.36
6592	PRV-21	799,101.43	9,239,574.59	3,442.03	0.12	41.52	41.44

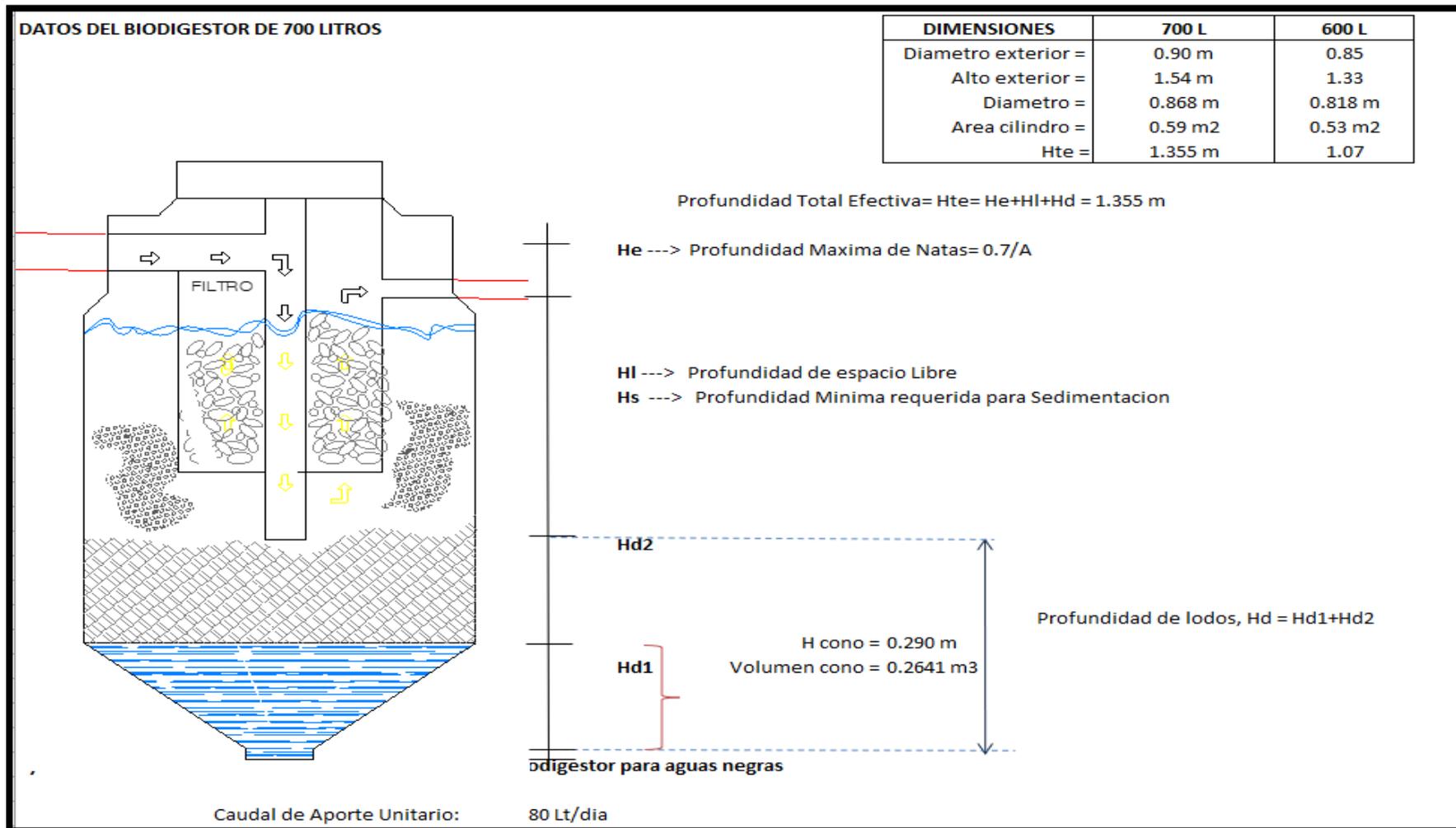
SIMULACIÓN ALTO HUANGASHANGA.wtg
2023
Bentley Systems, Inc. Haestad Methods
Solution Center
27 Siemon Company Drive Suite 200 W
Watertown, CT 06795 USA +1-203-755-1666

Bentley WaterGEMS V8i (SELECT series 4)
[08.11.04.50]
Page 1 of 1

FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA 11

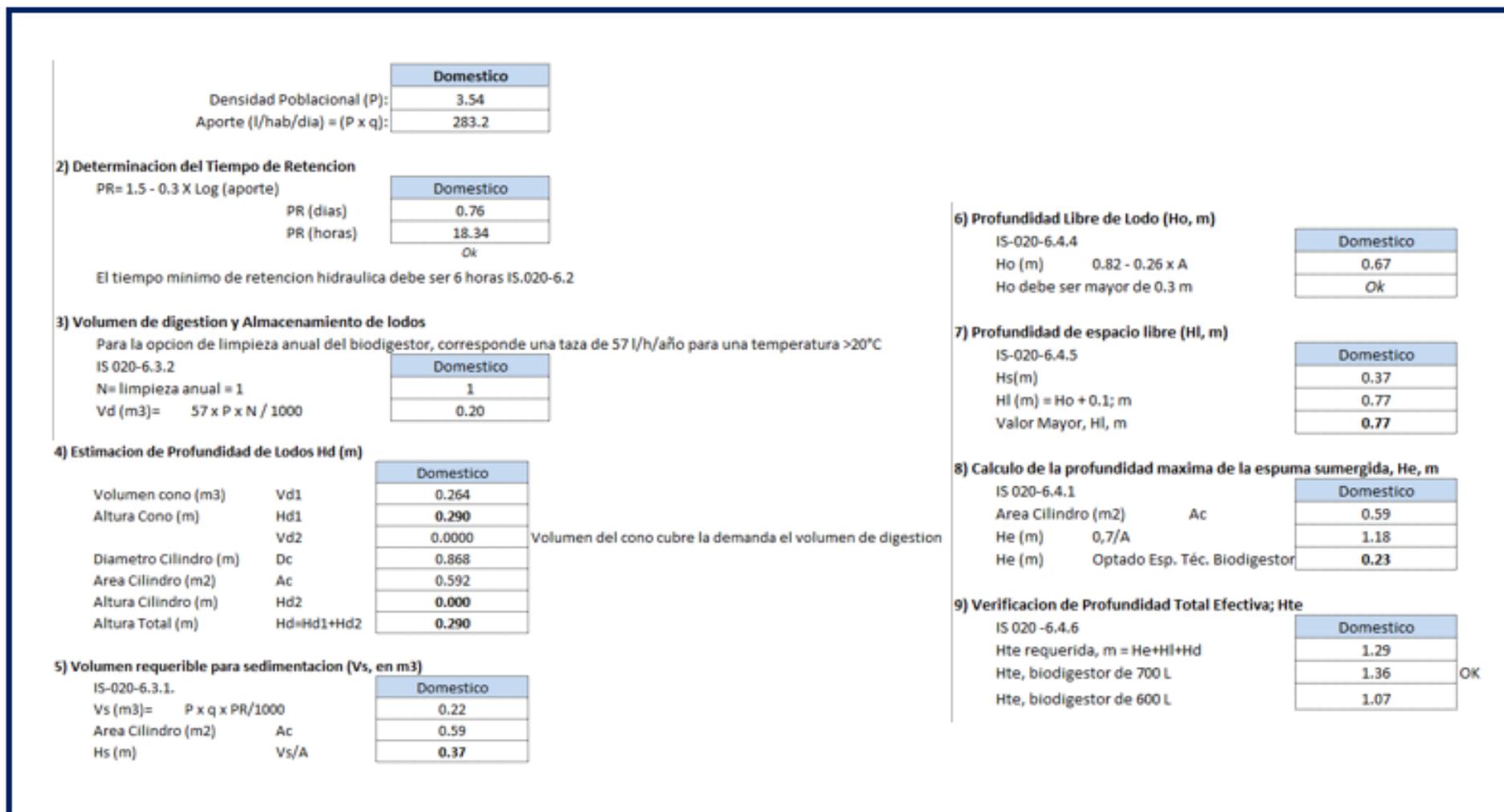
Datos del Biodigestor 700 L



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA 12

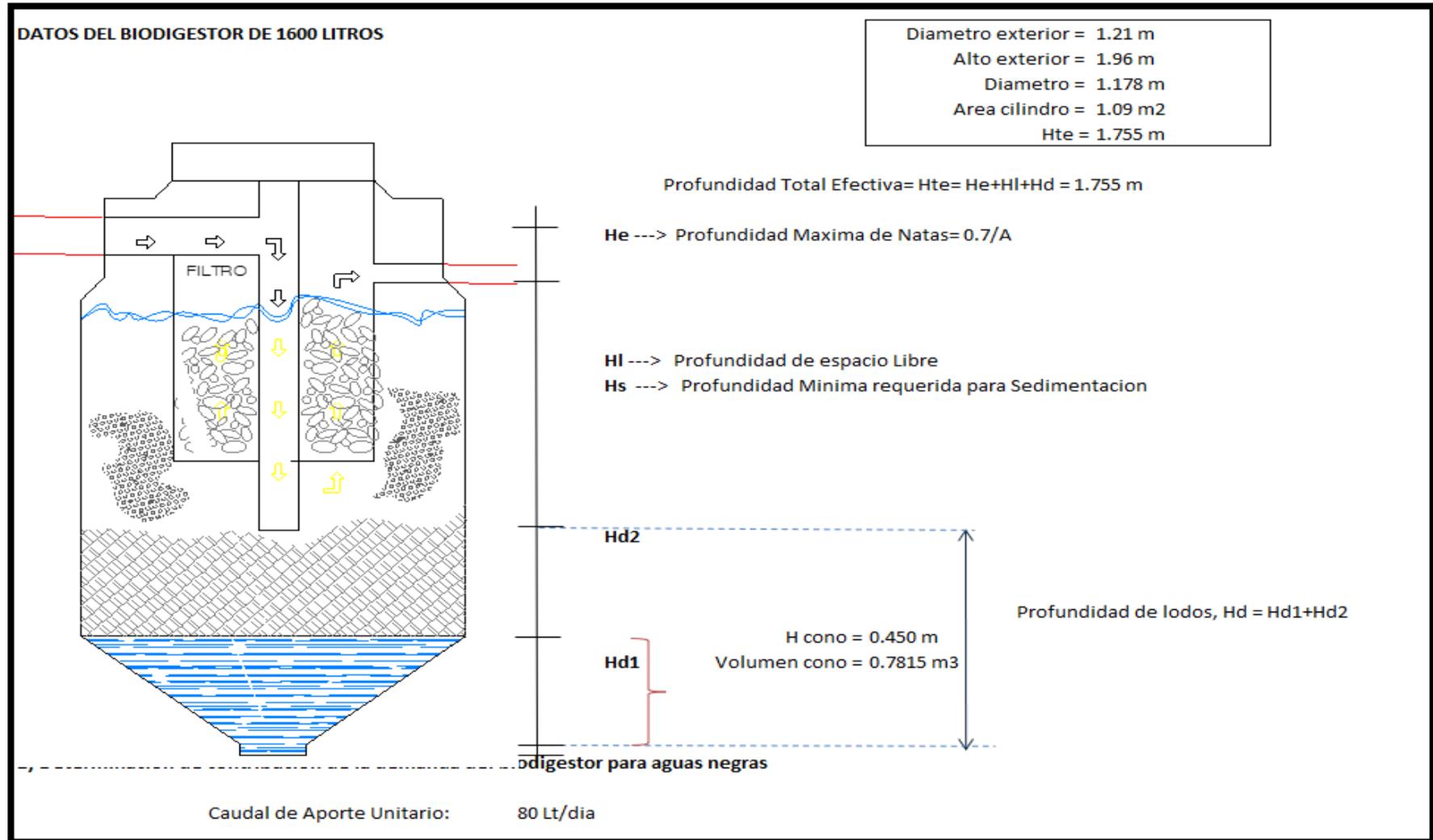
Cálculo del Biodigestor 700 L



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA 13

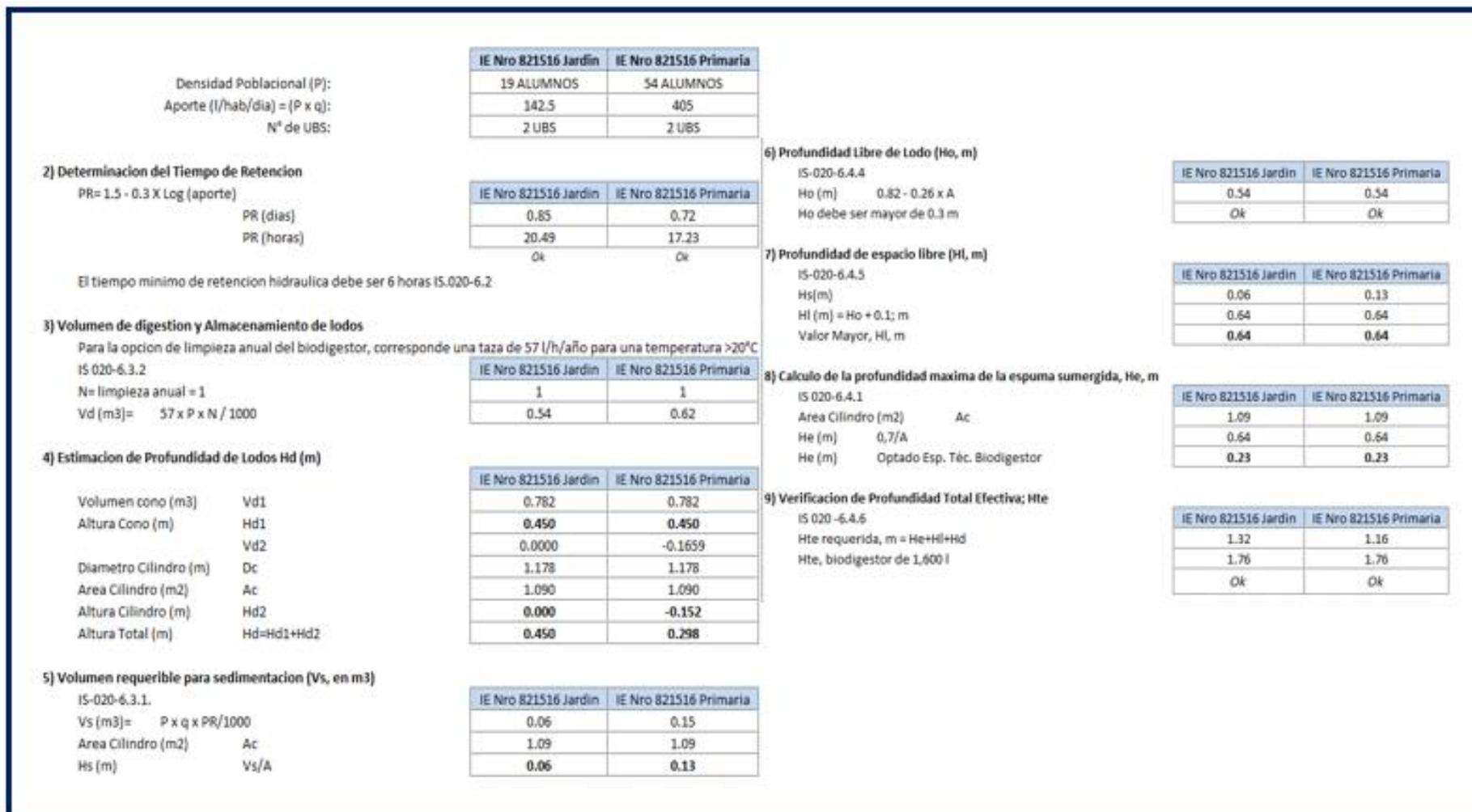
Datos del Biodigestor 1600 L



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA 14

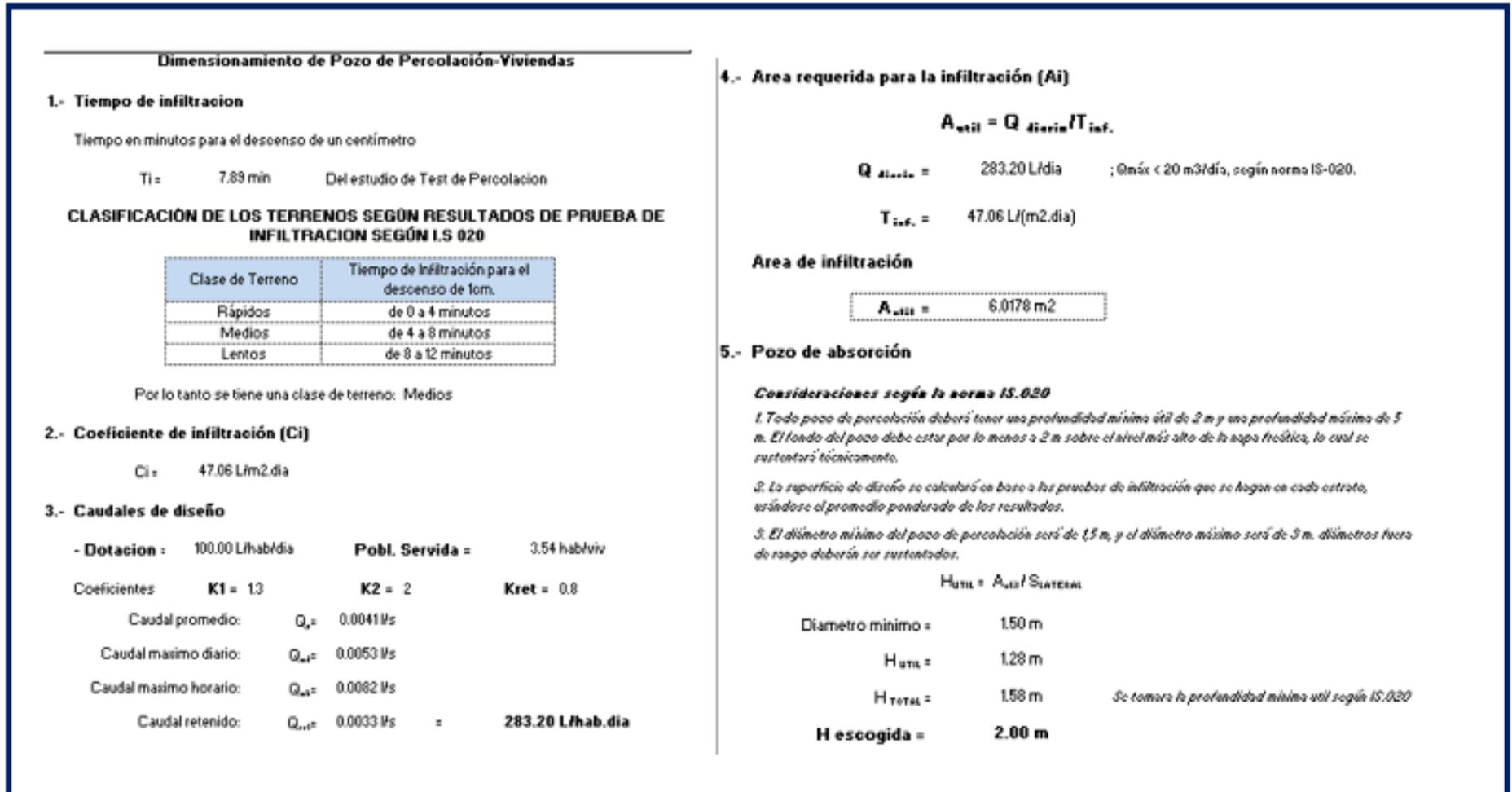
Cálculos del Biodigestor 1600 L



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA 15

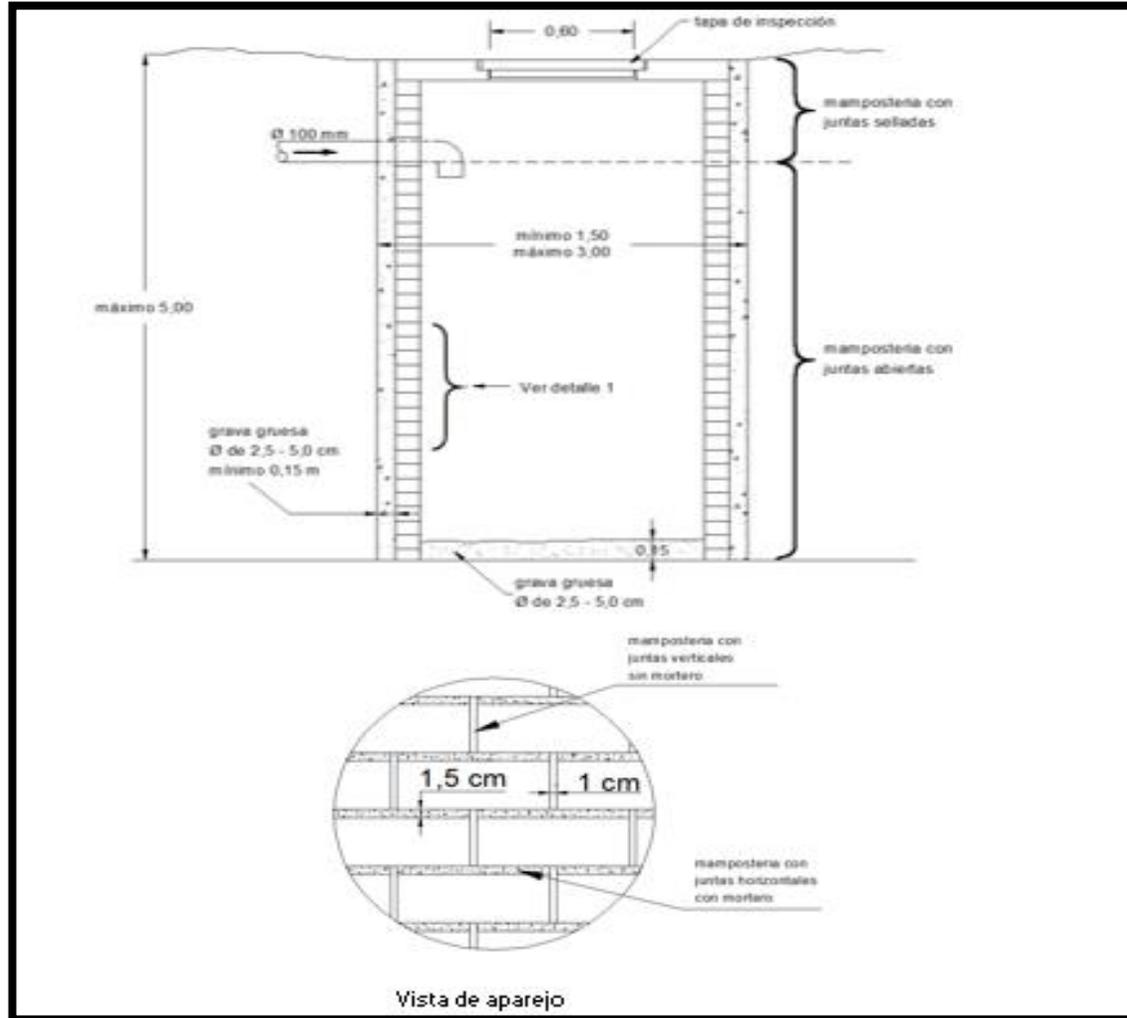
Datos del pozo de percolación - viviendas



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA 16

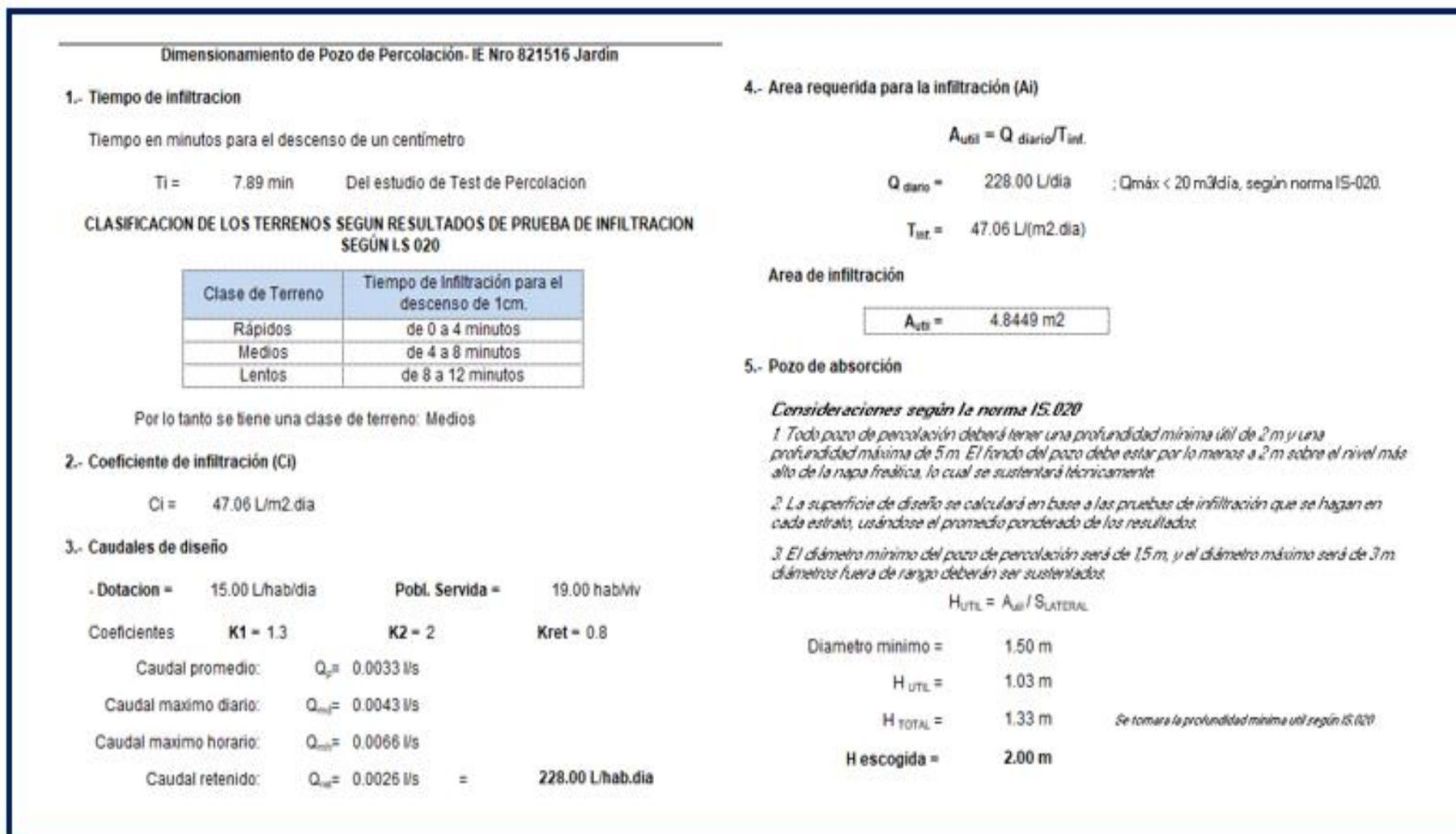
Detalle del pozo de percolación – viviendas



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA 17

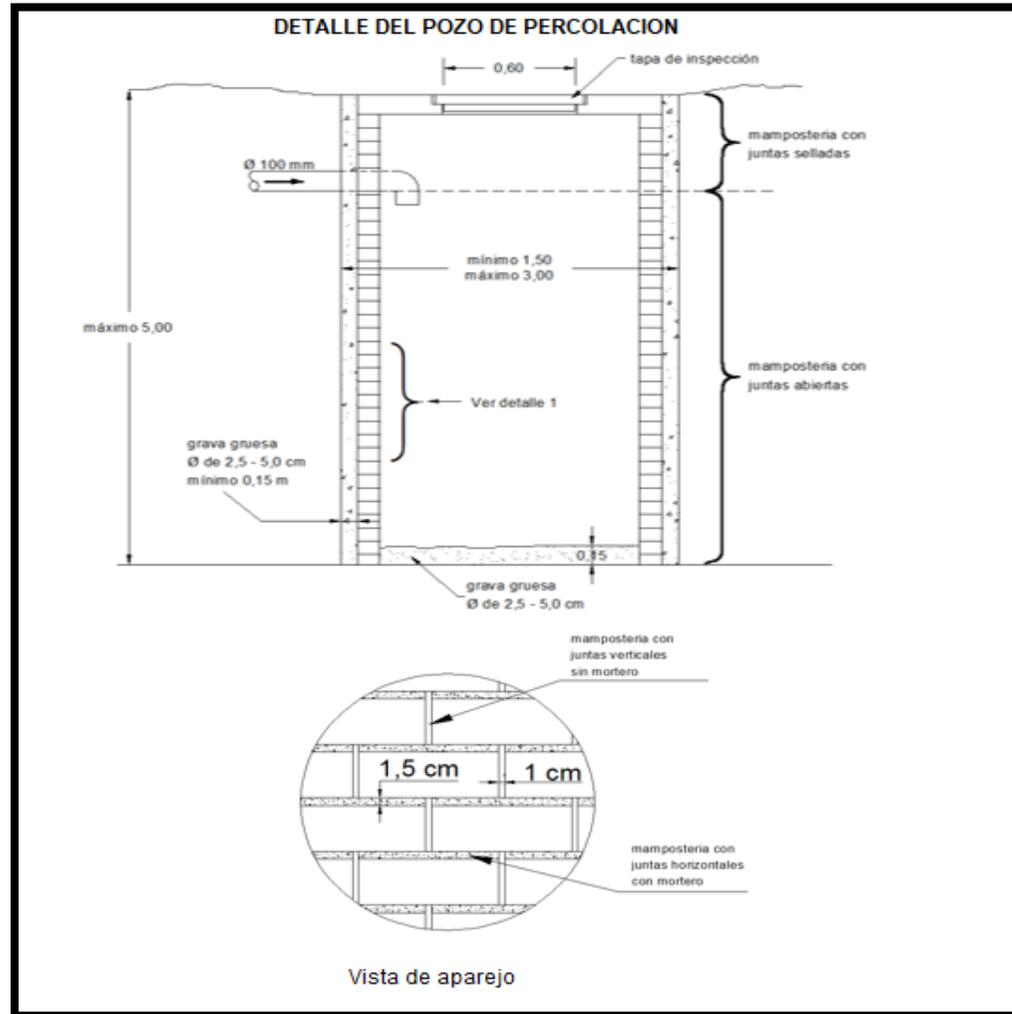
Datos del pozo de percolación – jardín



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA 18

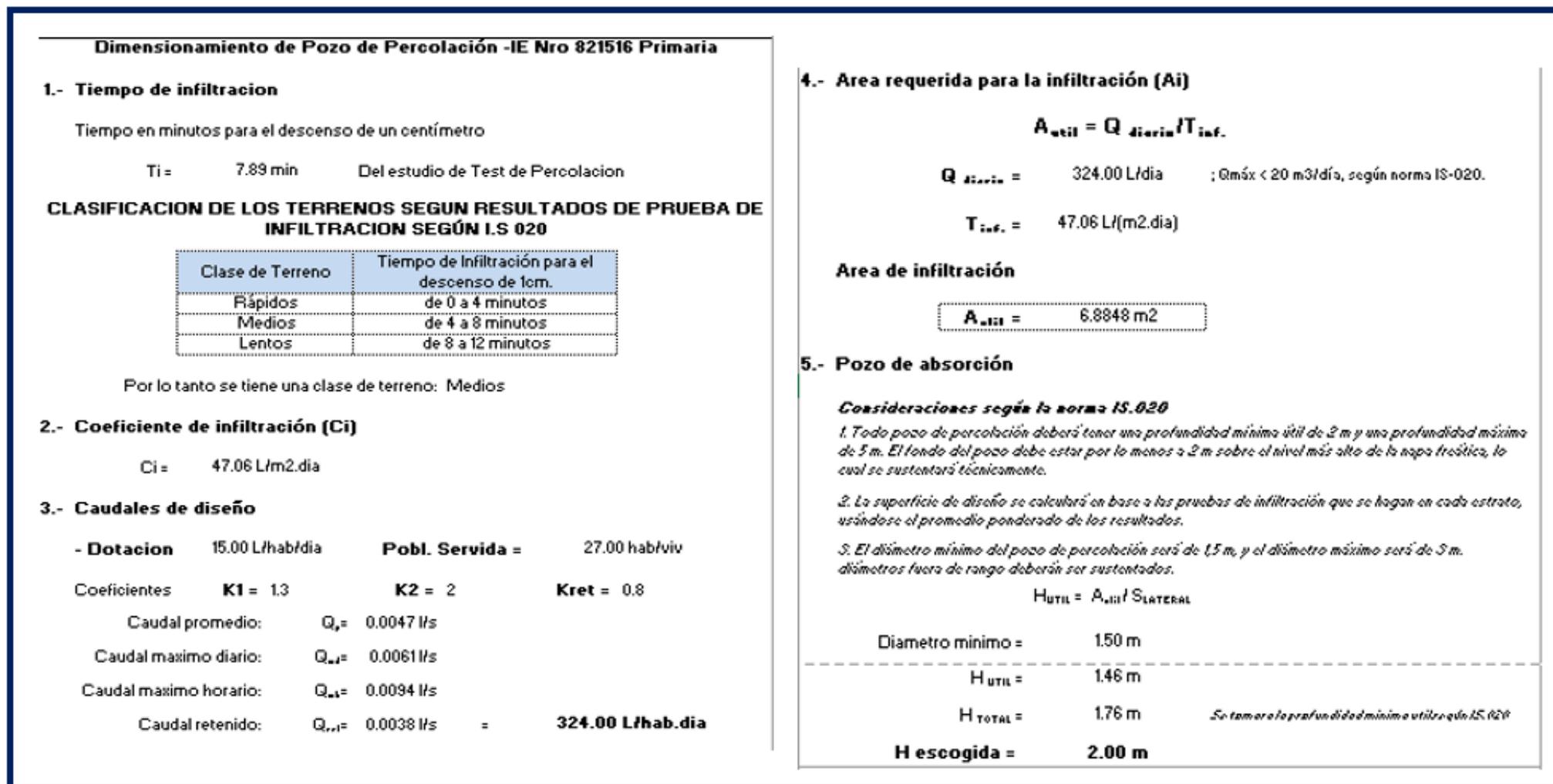
Detalle del pozo de percolación – jardín



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA 19

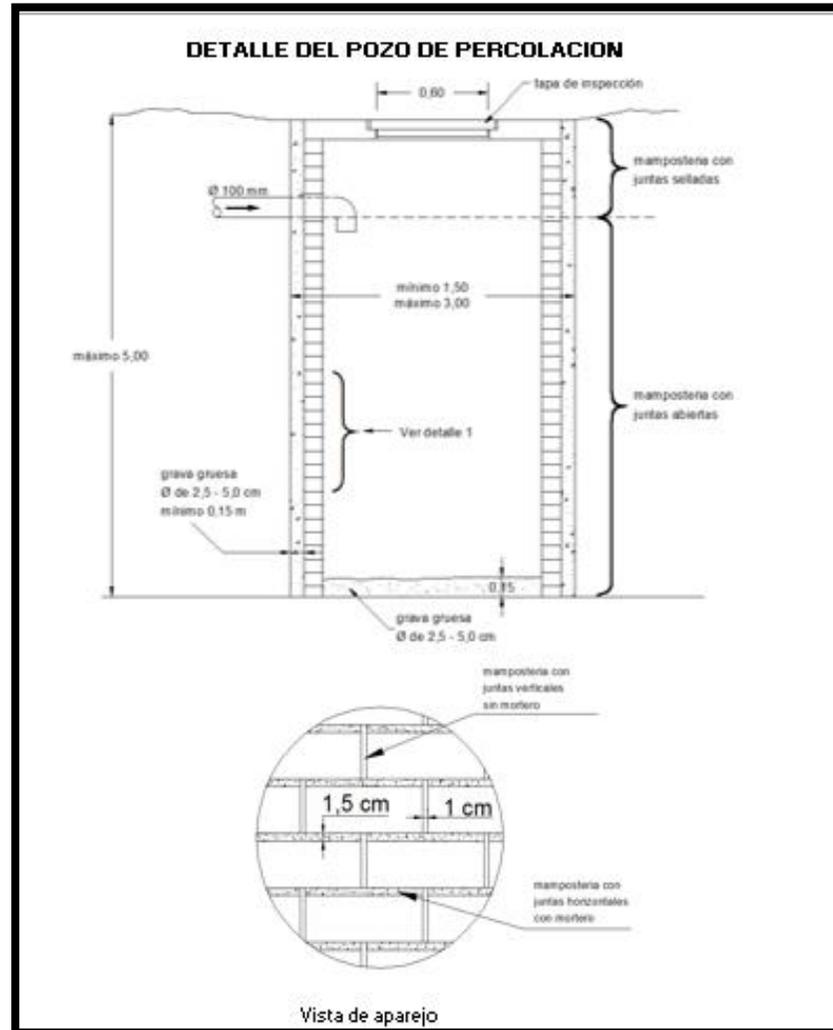
Datos del pozo de percolación – primaria



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA 20

Detalle del pozo de percolación – primaria



FUENTE: Elaboración Propia

4.5.4. DESCRIPCION TECNICA DE AMBOS SISTEMAS

Sistema de agua potable

Captación

Se realizará la demolición y construcción de una estructura de captación en el manantial “Pachachaca Las Posadas” $Q_{md}=0.87$ L/s, en base al caudal máximo diario necesario para poder abastecer a toda la población de la localidad de Huangashanga Alta durante el periodo de diseño.

Captación de manantial tipo ladera “Pachachaca Las Posadas”

La captación “Pachachaca Las Posadas”, se encuentra ubicada en las coordenadas 793 670.00 E, 9 236 777.00 N y a una altura de 3 729.24m.s.n.m., el aforo de la fuente en época de estiaje es de 4.12L/s y en época de máximas avenidas es de 5.00 L/s, con el fin de diseñar la cámara de filtro y húmeda la cual recolectara el máximo caudal que pueda presentarse de 5.00 L/s, del cual saldrá una tubería de PVC NTP ISO 1452 UF DN 63mm C-10 hasta llegar al reservorio apoyado proyectado RAP-01 de $V=13.00$ m³.

La captación proyectada será de concreto de $f'c = 210$ kg/cm²; constituida por: Aletas, que sirven de encausamiento para captar el agua de la fuente que además tiene un filtro, constituidos por piedra y gravas de diferentes diámetros con la finalidad de apartar los sedimentos que existe en esta; una cámara húmeda, donde se concentra el agua para luego ser derivada hasta el reservorio; cuenta además con una caja de válvulas, para controlar la salida del flujo y para trabajos de mantenimiento.

En el área donde se construirá la captación de ladera tipo manantial se realizará corte manual para obtener una superficie horizontal, posterior a ello se realizará trabajos de refine (tomando como nivel de referencia), una vez obtenido este nivel se procederá a realizar el trazo respectivo y excavar hasta una profundidad de 1.20m para la cimentación de las alas de protección, 1.20m de profundidad para la caja de captación, 0.50m para las cámaras húmedas y 0.30 para la cimentación de la cámara seca, posterior a esta etapa se procederá a nivelación y apisonado del área donde se apoyará dicha estructura de captación.

La estructura será de concreto armado de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en donde la losa de techo de las cajas de captación serán de forma trapezoidal y rectangulares, las cámaras húmedas tendrán sección rectangular con dimensiones establecidas en el detalle de los planos 1.60 x 0.75m (Cámara húmeda N° 01), 0.75 x 0.70m (Cámara Húmeda N° 02) y 2.75 x 0.75m (Cámara Húmeda N° 03) de lado interno respectivamente; tendrán tapas metálicas de 0.60 m x 0.60 m x 1/8", la cual contará con una tubería de rebose de PVC SAL 3", posee losa de fondo de concreto armado de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, esta losa de fondo posee una uña a lo largo de las pantallas de ingreso donde se encuentran los orificios que trasladan el agua de la caja de material de filtro a la cámara húmeda N° 01, en el área de sustentación de la losa de fondo se tendrá un solado de concreto simple $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ con espesor $e=4"$, en la unión de muro y losa de fondo se tiene un ochavo de mortero con impermeabilizante donde inicia la pendiente de 2%; la losa de techo de concreto armado de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, esta losa tendrá una abertura donde irá 01 tapa sanitaria metálica de 0.60 m x 0.60 m x 1/8".

Se construirán dos aletas de concreto armado $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, las cuales servirán para asegurar la dirección del flujo del manantial. Dentro de éstas se colocarán 02 capas filtrantes colocadas a lo largo, que permitirán obtener un mejor filtrado (filtro de grava gruesa tamaño máximo 3/4" – 1", $e=0.40\text{m}$, filtro de grava tamaño máximo 2", $e=0.15\text{m}$).

Así mismo las estructuras de la cámara seca será de concreto armado $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ de dimensiones internas de 0.60 m x 0.60 m con un espesor de muro terminado de 0.15 m y en la losa de fondo se tiene una abertura de Diámetro=8" y $h=0.15 \text{ mts}$ donde irá un filtro de grava tamizada de 1/2", posee una losa de techo, en la parte superior de la cámara seca se colocará una tapa sanitaria metálica de 0.40x0.50 mts $e=1/8"$. Dentro de la cámara seca irá la válvula que da salida a una tubería de conducción hacia la localidad que es de PVC NTP ISO 1452 UF DN 63mm C-10 que va hacia el Reservoirio proyectado RAP-01 $V=13.00 \text{ m}^3$.

Las cámaras húmedas contarán con tarrajeo exterior con mortero C: A 1:4 $e=1.5 \text{ cm}$ y tarrajeo interior con impermeabilizante con mortero C: A 1:2 $e=2.0 \text{ cm}$, tarrajeo interior y exterior con mortero C: A 1:4 $e=1.5 \text{ cm}$ para las cámaras secas de válvulas y tarrajeo exterior con mortero C: A 1:4 $e=1.5 \text{ cm}$ para las cajas de filtros.

La captación contará con un cerco perimétrico de alambre de púas, el cerco estará compuesto por 16 dados de concreto simple de $f'c=140$ kg/cm² de 30 x30 cm y 65 cm de profundidad, y por 14 postes de madera de 4" y altura 2.55 m, espaciado como se indica en los planos, en donde se ubicarán seis hileras de alambre de púas. Tendrá una puerta compuesta de postes de madera de 4" de diámetro y alambre de púas según se indica en los planos de diseño.

Línea de conducción

La línea de conducción se ha diseñado teniendo en cuenta el caudal máximo diario $Q_{md}=0.87$ L/s. La Tubería será de PVC clase 10, ya que soporta presiones estáticas hasta los 75m de agua (el 75% de su capacidad nominal). Esto garantiza el funcionamiento en las posibles sobrepresiones que pueden generarse por aire atrapado en los trabajos de operación y mantenimiento del sistema, y por pruebas hidráulicas que se someten a 150% la presión de trabajo. También se consideró tubería HDPE NTP ISO 4427 PE 100 DN 63 mm SDR 11 PN 16; la cual soporta presiones de hasta 120 m H₂O (75 % de su capacidad nominal). Se tomará en cuenta que la velocidad mínima en la línea de conducción debe ser de 0.4 m/s y la máxima deberá ser de 3.0 m/s. El diámetro mínimo para líneas de conducción que abastecen sistemas de agua potable en zona rural no debe ser menor a $\varnothing \frac{3}{4}$ ".

Sistema "Pachachaca Las Posadas".

Suministro e instalación de 5,470.30 m de tubería PVC NTP ISO 1452 UF DN 63mm C-10.

Suministro e instalación de 1,218.80 m de tubería HDPE NTP ISO 4427 PE 100 DN 63 mm SDR 11 PN 16.

Instalación de Pase Aéreo N° 01 de L=30.00 m.

Instalación de Pase Aéreo N° 02 de L=115.00 m.

Construcción de 01 CRP Tipo 6.

Pase Aéreo

Pase Aéreo N°1

De acuerdo a la topografía existente en la localidad de Huangashanga Alta, durante el trazado de la línea de conducción se hace necesario la construcción

de un pase aéreo cuya longitud $L=30$ m, de tal manera poder conservar y asegurar la durabilidad de dicha línea.

El pase aéreo constará de 02 torres de concreto armado de $f'c=210$ kg/cm² cuyas dimensiones son 0.30m x 0.40m y una altura es de 3.50m, sostenidas en zapatas de 1.00m x 1.50m x 0.60m. en los extremos del pase aéreo irán ubicadas cámaras de anclaje de 1.00m x 1.00m x 1.00m para lograr el equilibrio de dicho pase. La tubería que pasa será soportada con un cable principal de acero de 3/4" serie 6x19 tipo Boa alma de acero y péndolas con sus respectivos accesorios según planos de detalles.

Pase Aéreo N°2

De acuerdo a la topografía existente en la localidad de Huangashanga Alta, durante el trazado de la línea de conducción se hace necesario la construcción de un pase aéreo cuya longitud $L=115.00$ m, de tal manera poder conservar y asegurar la durabilidad de dicha línea.

El pase aéreo constará de 02 torres dobles de concreto armado de $f'c=210$ kg/cm² cuyas dimensiones son 0.30m x 0.80m y una altura es de 12.60m, sostenidas en zapatas de 4.40m x 2.60m x 0.60m. en los extremos del pase aéreo irán ubicadas cámaras de anclaje N° 01 de 4.90m x 4.90m x 2.00m y cámara de anclaje N° 02 de 2.00 x 2.00 x 1.50 para lograr el equilibrio de dicho pase. La tubería que pasa será soportada con un cable principal de acero de 2" serie 6x19 tipo Boa alma de acero y péndolas con sus respectivos accesorios según planos de detalles.

Reservorio Apoyado Proyectado

Sistema "Pachachaca Las Posadas"

El reservorio proyectado será de concreto armado del tipo apoyado, de forma circular y tiene un volumen de almacenamiento de 13.00 m³. La Ubicación del Reservorio será en la zona más alta dentro de la localidad, para poder abastecer al 100% de dicho sector de la población. Se implementará con una tubería de ingreso proveniente de la Captación que será de tubería PVC NTP ISO 1452 UF DN=63mm C-10. Esta tubería ingresará por la parte superior del reservorio para abastecerlo, pero también contará con un sistema de by pass para abastecer directo a las redes de distribución cuando el reservorio se encuentre inoperativo debido a trabajos de limpieza y mantenimiento.

Para la construcción del reservorio se realizará la limpieza del terreno, así como el trazo y replanteo preliminar, luego se realizará el movimiento de tierras con cantidades indicadas en el capítulo correspondiente.

La estructura tendrá componentes de concreto simple como una vereda $f'c=140$ kg/cm² y el dado en rebose el cual será de concreto $f'c=140$ kg/cm², y componentes de concreto armado como zapata corrida, losa de cimentación, muro de cuba, losa de techo para los cuales se empleará concreto armado de $f'c=210$ kg/cm², utilizándose cemento portland tipo I, se tendrá un revoque interior con impermeabilizante C: A 1:2, $e=2.0$ cm.

El reservorio contará con un ingreso en la parte superior de 0.60m x 0.60m que contará con una tapa metálica de 0.60 m x 0.60 m x 1/8".

Para complementar el acceso se instalará una escalera tipo gato con baranda tubo de F° G° de 5/8" y escalones con tubo de F°G° de 3/8" para llegar a la parte superior del reservorio.

Para el ingreso al interior se instalará una escalera tipo gato con escalones de acero inoxidable de 5/8". La tubería de limpieza y rebose será de PVC C-10 de 3" de diámetro.

Contará con una válvula compuerta que servirá para vaciar el reservorio cuando se realice mantenimiento y/o limpieza de esta estructura.

En la caseta de válvulas se empleará concreto armado de $f'c=210$ kg/cm² en su construcción. Contará con un ingreso de 0.60m x 0.60m que contará con una tapa metálica de 0.60 m x 0.60 m x 1/8", los tarrajeos interior y exterior será con mezcla 1:4 $e= 1.5$ cm.

El reservorio contará con un cerco perimétrico de alambre de púas, el cerco estará compuesto por 13 dados de concreto simple de $f'c=140$ kg/cm² + 30%PM y por 13 postes de madera tratada en donde se ubicarán seis hileras de alambre de púas. Tendrá una puerta compuesta de postes de madera de 4" de diámetro y alambre de púas según se indica en los planos de diseño. Con relación a la dosificación del agua, se ha proyectado un sistema de cloración por goteo que consta de una caseta en la parte superior del reservorio, La caseta de cloración será de concreto armado de $f'c=210$ kg/cm², la misma que en su interior cuenta con un tanque de polietileno de 50L para la mezcla con el hipoclorito de calcio y la dosificación del cloro a través de una válvula de goteo.

TABLA 75*Ubicación de RAP -01*

Nº	RESERVORIO	Coordenadas UTM WGS-84			VOL. (V= m ³)
		Norte	Este	Cota	
1	RAP 01	9239765.00	798225.00	3 646.00	13.00

FUENTE: Elaboración PropiaLínea de aducción y redes de distribución

Se ha diseñado teniendo en cuenta un caudal mínimo de entrega a las viviendas de 0.16 lps que es el caudal promedio que sale al abrir un grifo de una vivienda.

Se ha verificado zonas a servir y su proyección poblacional.

Se ha verificado el levantamiento topográfico teniendo en cuenta las elevaciones y depresiones existentes lo que ha conllevado a proyectar cámaras rompe presión tipo 7, válvulas de aire, de purga y de control.

Para realizar el cálculo de la red de distribución se ha utilizado el software watercad v8i, el cual realiza la simulación de la red en el escenario más crítico el cual asegura la operatividad del sistema tanto en situaciones estáticas y de máximo consumo, determinando el diámetro más económico sin perjudicar parámetros como presión en nudos, velocidad y/o perdidas de cargas considerables en tramos.

Se ha considerado para su diseño una presión máxima de 50 mca, la clase de tubería utilizada es clase 10 con el fin de asegurar el funcionamiento del sistema, debido a que se trata de un proyecto en zona rural en la cual siempre la tubería esta propensa a ser descubierta y sufrir esfuerzos, con lo cual la tubería C-10 ofrece mayor resistencia.

La Red de Distribución, parte del Reservorio apoyado proyectado RAP-01, la cual abastecerá de manera continua a todas las viviendas consideradas en el proyecto. Para controlar la presión en el sistema se construirá cámaras rompe presión tipo 7. Se ha proyectado la instalación de válvulas de purga, válvulas de aire y válvulas de control.

La Tubería será de PVC clase 10, ya que soporta presiones estáticas hasta los 75m de agua (el 75% de su capacidad nominal). Esto garantiza el funcionamiento en las posibles sobrepresiones que pueden generarse por aire atrapado en los trabajos de operación y mantenimiento del sistema, y por pruebas hidráulicas que se someten a 150% la presión de trabajo.

Instalación de tuberías PVC para línea de aducción y redes de distribución:

Instalación de 865.00 m de tubería PVC NTP ISO 1452 UF DN 75mm C-10.

Instalación de 1,296.90 m de tubería PVC NTP ISO 1452 UF DN 63mm C-10.

Instalación de 2,141.30 m de tubería PVC NTP ITINTEC 399.002 DN Ø 1 1/2" C-10.

Instalación de 7,664.90 m de tubería PVC NTP ITINTEC 399.002 DN Ø 1" C-10.

Instalación de 1,421.40 m de tubería PVC NTP ITINTEC 399.002 DN Ø 3/4" C-10.

Cámara rompe presión tipo 7

Para el presente proyecto se construirán 20 Cámaras Rompe Presión Tipo VII, las cuales son de cierre automático e irán exclusivamente en la red de distribución. Estas han sido proyectadas por las condiciones topográficas del terreno para reducir las presiones en las tuberías donde las presiones puedan superar los 50 mca, y en el caso inverso para aumentar la presión del agua dentro de la tubería cuando ésta no es consumida, accionándose el cierre de la boya y permitiendo de esta manera, abastecer de agua a las viviendas de las partes altas. Deben estar ubicadas en lugares estratégicos dentro de la línea de distribución para que le permita cumplir con su objetivo. A continuación, se presentan los tipos de cámaras rompe presión a construirse en la red de distribución:

Cámara rompe presión tipo VII-1A (02 UND), serán de dimensiones internas 0.60m x 1.00m x 1.00m de altura, cuentan con una tubería de entrada y una tubería de salida de diámetros variables de acuerdo a planos de redes proyectadas.

Cámara rompe presión tipo VII-2A (18 UND), serán de dimensiones internas 1.00m x 1.00m x 1.00m de altura, cuentan con una tubería de entrada y una tubería de salida de diámetros variables

Las estructuras serán de concreto armado $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ en su cámara húmeda y seca, la cual está compuesta por acero longitudinal y transversal de 3/8" cada 0.20 m.

Las cámaras rompen presión tendrán un elemento de limpieza y rebose con tubería PVC de 2 1/2" y dado móvil de concreto simple $f'c=140 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ PM}$, s/mezcladora de 0.50x0.20x0.20 m.

Para los revoques de superficies que irán en contacto con el agua, se utilizará un mortero 1:2 C: A con un espesor de 2.0 cm, mientras que, para muro exterior de cámara húmeda, así como caja de válvulas interior y exteriormente tanto los muros, losa de cubierta y losa de fondo irán con mortero 1:4 C: A con un espesor de 1.5 cm.

Las cámaras poseerán tapas sanitarias metálicas $e=1/8''$ de 0.40 x 0.50 mts y 0.60x0.60 mts para la cámara seca y cámara húmeda respectivamente con un impermeabilizante respetando la Especificación Técnica de la Partida la cual se encuentra en el capítulo correspondiente; se utilizará Cemento Portland Tipo I. Se usará pintura c/esmalte 02 manos, para dichas estructuras.

Válvula de control

Se construirá 17 cajas de válvulas de control con sus respectivos accesorios, con el fin de tener una correcta operación y mantenimiento del sistema, así como de regular el caudal en diferentes sectores de la red de distribución. La estructura será de concreto armado $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ y el dado de concreto simple $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$, el tarrajeo interior y exterior se utilizará un mortero 1:2 C: A con un espesor de 1.5 cm utilizando Cemento Portland Tipo I. Los accesorios serán de bronce y PVC SP los cuales cumplen con la normativa peruana vigente, los cuales se pueden visualizar en los planos correspondientes que se anexan al presente informe.

Válvula de aire

Se construirán 07 cajas de válvulas de aire en la red de distribución las cuales han sido proyectadas en lugares estratégicos de la red de distribución con el fin de evitar vacíos que puedan causar daño al sistema, incluso cuando las presiones sean muy bajas, están han sido proyectadas en cotas altas de la línea de distribución. La estructura será de concreto armado $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ cuyas dimensiones internas son 0.60m x 0.60m x 0.70m y el dado de concreto simple $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$, el tarrajeo interior y exterior se utilizará un mortero 1:4 C: A con un espesor de 1.5 cm utilizando Cemento Portland Tipo I. Se usará pintura c/esmalte 02 manos, para dichas estructuras.

Conexiones de agua potable

Debido a que las instalaciones domiciliarias de la localidad de Huangashanga Alta, se encuentran en malas condiciones, por lo que se plantea la instalación de 111 conexiones domiciliarias para 111 viviendas, 02 conexiones para instituciones educativas (Institución Educativa Inicial N° 821516 y la Institución Educativa Primaria N° 821516) y 03 conexiones para tres instituciones sociales, lo que hace un total de 116 conexiones, con sus respectivos lavaderos de concreto para todas las conexiones domiciliarias. (Lavaderos de concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$, con sus respectivos accesorios, Tubería PVC SAP Ø ½" C-10).

TABLA 76

Número de conexiones domiciliarias y lavaderos a instalar

BENEFICIARIOS	CONEXIONES DOMICILIARIAS	LAVADEROS
VIVIENDAS	111	111
CENTRO EDUCATIVO	02 (*)	10(**)
OTRAS INST. PUBLICAS	03	03
TOTAL	116	124

FUENTE: Elaboración Propia

Sistema de saneamiento

Se han realizado 03 test de percolación cuyo promedio de velocidad de infiltración es 7.89 min/cm, y un coeficiente de infiltración promedio de 47.06 l/m2/día, de acuerdo a esto se propone la instalación de pozos de percolación para dar un tratamiento final a las aguas residuales provenientes de las UBS.

El sistema de saneamiento estará compuesto por unidades básicas de saneamiento UBS con el sistema de arrastre hidráulico y pozos de percolación, esto es debido a la infiltración que presenta el terreno en la localidad y a la ubicación de las viviendas.

TABLA 77*Unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico*

UBS CON ARRASTRE HIDRAULICO	UND	CANTIDAD
VIVIENDAS (111)	Und	111
INSTITUCIONES EDUCATIVAS (02)	Und	(*)06
INSTITUCIONES SOCIALES (04)	Und.	03
TOTAL	Und.	120

FUENTE: Elaboración Propia

Instalación de 120 Unidades Básicas de Saneamiento con el sistema arrastre hidráulico con Pozo de percolación para viviendas e instituciones:

Instalación de 111 UBS de arrastre hidráulico con pozo de percolación para 111 viviendas.

Instalación de 04 UBS arrastre hidráulico con pozo de percolación para 02 instituciones educativas.

Instalación de 03 UBS arrastre hidráulico con pozo de percolación para 03 instituciones sociales.

Instalación de 02 UBS arrastre hidráulico con pozo de percolación para Docentes (01 UBS para cada Institución Educativa).

Se contará con los siguientes componentes:

Caseta de UBS. (incluye inodoro, lavatorio y ducha)

Caja de registro.

Biodigestor (700 lt para viviendas y 1600 lt para Instituciones Educativas).

Pozo de percolación.

Caja de Registro de lodos.

Instalación de tuberías de desagüe.

Instalaciones domiciliarias.

Unidad Básica de Saneamiento con arrastre hidráulico para Viviendas

La Unidad Básica de Saneamiento es de Arrastre Hidráulico con Biodigestor para vivienda y organizaciones sociales, está compuesta por un baño completo (inodoro, lavatorio y ducha). Además, cuenta con un lavadero de usos múltiples externo, las aguas negras y grises se derivan hacia un sistema de tratamiento y disposición final de aguas residuales. Para el tratamiento de las aguas residuales

cuenta con un sistema de tratamiento primario: Tanque Biodigestor de 700 Litros de volumen y su efluente tendrá un sistema de infiltración (pozo de percolación). El aparato sanitario (inodoro) de esta UBS cuenta con un cierre hidráulico que impide el paso de los insectos y malos olores del biodigestor al interior de la caseta, por lo que necesita de una cantidad suficiente de agua para el arrastre de las heces hasta el biodigestor.

Esta Caseta UBS es de material noble asentada sobre una losa de concreto y edificada con ladrillos en soga, cuenta con una puerta y ventana de madera y techo de calamina.

La caseta es la que permite dar privacidad y proteger al usuario contra la intemperie en el momento de su uso. El área interna deberá ser adecuada para la disposición de la ducha, lavatorio e inodoro. Esta caseta de baño deberá contar con las dimensiones mínimas recomendadas por el Reglamento Nacional de Edificaciones. La ubicación estará definida en función al acta unilateral de aceptación de instalación de UBS.

Las dimensiones internas que tendrá esta caseta serán de 2.30m x 1.25m, y estará sobre una losa de concreto armado de 15 cm de espesor.

En la parte exterior se instalará un lavadero multiusos según el tipo de usuario. Este componente ya fue detallado en el numeral correspondiente a conexiones domiciliarias de agua potable.

La caseta de la UBS al estar fuera de la vivienda, su techo debe tener una inclinación mayor a 10%, ya que la zona es lluviosa.

El material para la construcción de la caseta será de material noble con tarrajeo interno y para resistir las condiciones de humedad que se puedan generar a causa de los aparatos sanitarios (ducha, lavatorio) y procurar una larga vida útil ya que esta UBS cuenta con un sistema de tratamiento primario.

En los aparatos sanitarios se instalarán tuberías de desagüe de PVC-SAL de 2" de diámetro, las cuales llevarán las aguas grises a la zanja de percolación. En el tramo previo a la disposición final se instalará una caja de registro de concreto de 175 kg/cm². Esta caja de concreto tendrá 0.30m x 0.60m y 0.40m de profundidad, con un espesor de muro de 0.10m.

Unidad Básica de Saneamiento con arrastre hidráulico para Instituciones Educativas.

La Unidad Básica de Saneamiento es de Arrastre Hidráulico con Biodigestor para instituciones educativas, está compuesta por un baño completo (inodoro, lavatorio y urinario). Además, cuenta con un lavadero de usos múltiples externo, las aguas negras y grises se derivan hacia un sistema de tratamiento y disposición final de aguas residuales. Para el tratamiento de las aguas residuales cuenta con un sistema de tratamiento primario: Tanque Biodigestor de 1600 Litros de volumen y su efluente tendrá un sistema de infiltración (pozo de percolación).

El aparato sanitario (inodoro) de esta UBS cuenta con un cierre hidráulico que impide el paso de los insectos y malos olores del biodigestor al interior de la caseta, por lo que necesita de una cantidad suficiente de agua para el arrastre de las heces hasta el biodigestor.

Esta Caseta UBS es de material noble asentada sobre una losa de concreto y edificada con ladrillos en soga, cuenta con una puerta y ventana de madera y techo de calamina.

La caseta es la que permite dar privacidad y proteger al usuario contra la intemperie en el momento de su uso. El área interna deberá ser adecuada para la disposición de la ducha, lavatorio e inodoro. Esta caseta de baño deberá contar con las dimensiones mínimas recomendadas por el Reglamento Nacional de Edificaciones. La ubicación estará definida en función al acta unilateral de aceptación de instalación de UBS.

Las dimensiones internas que tendrá esta caseta serán de 2.30m x 1.25m, y estará sobre una losa de concreto armado de 15 cm de espesor.

En la parte exterior se instalará un lavadero multiusos según el tipo de usuario. Este componente ya fue detallado en el numeral correspondiente a conexiones domiciliarias de agua potable.

La caseta de la UBS al estar fuera de la vivienda, su techo debe tener una inclinación mayor a 10%, ya que la zona es lluviosa.

El material para la construcción de la caseta será de material noble con tarrajeo interno y para resistir las condiciones de humedad que se puedan generar a causa de los aparatos sanitarios (ducha, lavatorio) y procurar una larga vida útil ya que esta UBS cuenta con un sistema de tratamiento primario.

En los aparatos sanitarios se instalarán tuberías de desagüe de PVC-SAL de 2" de diámetro, las cuales llevarán las aguas grises al pozo de percolación. En el tramo previo a la disposición final se instalará una caja de registro de concreto de 175 kg/cm². Esta caja de concreto tendrá 0.30m x 0.60m y 0.40m de profundidad, con un espesor de muro de 0.10m

Sello hidráulico

Dispositivo ubicado en el aparato sanitario-inodoro, que evita el ingreso de los gases al interior de la caseta procedentes de la evacuación del desagüe, sin que afecte la descarga de los sólidos.

Arrastre hidráulico

Fuerza de tracción que produce el agua para la evacuación de las excretas desde el aparato sanitario hasta el biodigestor.

Tubería de ventilación

Tiene como función permitir la salida de los gases generados en los aparatos sanitarios, mantener la presión atmosférica en todo momento y proteger el sello de agua de cada una de las unidades del sistema.

La tubería de ventilación será una tubería de PVC SAL, Ø 2" como mínimo, instalada en el interior de la caseta, incluye sombrero de ventilación de PVC.

Biodigestor

Unidad de tratamiento primario, en la que los desechos son sometidos a un proceso de descomposición natural, separando y filtrando el líquido a través de un filtro biológico anaeróbico. Este atrapa la materia orgánica y deja pasar únicamente el agua tratada, la cual sale del biodigestor hacia un pozo de percolación, tras la descomposición de la materia orgánica generada por el biodigestor, se genera un lodo que debe ser retirado periódicamente y puede dejarse secar para ser usado como mejorador de suelo.

□ En el caso de UBS para viviendas, organizaciones sociales y para docentes se optará por un biodigestor de 700lt.

- En el caso de I.E Inicial e I.E Primaria se optará por un biodigestor de 1600lt.

Es una estructura de forma cilíndrica, con dispositivo de entrada y salida, que permite el tratamiento de las aguas residuales similar al tanque séptico.

Está compuesta por:

- Tubería de entrada de PVC.
- Filtros y aros.
- Tubería de salida PVC.
- Válvula para extracción de lodos.
- Tubería de evacuación de lodos.
- Tapa hermética.

Tuberías de evacuación

Conjunto de tuberías que transportan los desagües, desde el aparato sanitario hasta el biodigestor y posteriormente al pozo de percolación.

Tuberías de PVC SAL Ø 4", instaladas con pendiente mínima de $S=1\%$ y pendientes menores de $S_{max}=3\%$, longitudes variables en función a la disponibilidad del terreno; sin embargo, entre la salida del biodigestor y al pozo de percolación la distancia mínima será de 1.50m.

Caja de Registro

Las cajas de registro sirven como recolectores de aguas residuales con lo que se facilita su mantenimiento y limpieza, permite la conexión con el biodigestor; se instalarán cajas de registro de lodos, lo cual facilita la evacuación de lodos proveniente del biodigestor, estos lodos serán evacuados con un periodo de dos años y una caja de distribución cuyas dimensiones se detallan a continuación:

Caja de registro de desagüe 0.25 x 0.50m, incluye marco y tapa de concreto.

Caja de registro de lodos de 0.60 x 0.60m, incluye marco y tapa de concreto.

Trampa de Natas y Sólidos

La trampa de natas y sólidos serán de concreto de 175 kg/cm², dicha estructura retarda el flujo del agua procedente de los desagües, con lo que las grasas y el agua tienen tiempo para separarse. Al separarse las grasas flotan en la superficie mientras que otros sólidos más pesados se depositan en el fondo de la trampa. El resto del agua pasa libremente hacia la caja de distribución. Deben de

instalarse lo más cercano del punto generador de grasa como sea posible. Sus dimensiones se detallan a continuación:

Trampa de natas 0.30 x 0.60m, incluye marco y tapa de concreto.

Pozo de percolación

Considerando que el fenómeno de absorción tendrá lugar en un pozo de percolación de forma cilíndrica, se asume para efectos de diseño que el área efectiva de infiltración lo constituye el área lateral del cilindro (excluyendo el fondo).

Cuando no se encuentre con área suficiente para la construcción de zanjas de infiltración o cuando el suelo sea impermeable dentro del primer metro de profundidad, existiendo después de ella estratos favorables a la infiltración, se podrá usar pozos de percolación.

Todo pozo de percolación deberá introducirse por lo menos 2,0 m en la capa filtrante del terreno, y el fondo del pozo deberá quedar por lo menos 2,0 m por encima del nivel freático de las aguas subterráneas.

Los pozos de percolación tendrán sus paredes verticales formadas por muros de mampostería compuestas de ladrillos o bloques de piedra o concreto sobre puestos y con juntas laterales libres espaciadas en no más de 10 cm y se rellenará con grava de 2,5 a 5,0 cm de diámetro.

El área efectiva de absorción del pozo lo constituye el área lateral del cilindro (excluyendo el fondo). Para el cálculo se considerará el diámetro exterior del muro y la altura quedará fijada por la distancia entre el punto de ingreso de los líquidos y el fondo del pozo.

El fondo del pozo deberá ser cubierto por una capa de 0,15 m de espesor de grava gruesa de las mismas características que la empleada para rellenar el espacio entre el muro y el terreno natural.

El muro de mampostería comprendida entre la superficie del terreno y el tubo de descarga deberá ser construido con ladrillos o bloques de piedra asentado con mortero de cemento con sus juntas laterales selladas con mortero de cemento.

El espacio entre el muro y el terreno natural se rellenará con arcilla o con el suelo natural extraído durante la etapa de excavación.

La losa del techo del pozo de infiltración tendrá una tapa de inspección de 0,60 m de diámetro o de 0,60 x 0,60 m por cada lado.

V. DISCUSION DE RESULTADOS

- Basándonos en los censos del INEI y realizando las proyecciones de población con los principales modelos matemáticos, como la localidad es una zona rural, su crecimiento de población es bajo al pasar los años y las variaciones de la población en cada año es casi constante, se puede concluir que la curva que más se asemeja a la proyección censal es la generada por el modelo aritmético
- Finalmente, de las Tasas de crecimiento obtenidas anteriormente para la localidad, el distrito y la provincia al cual pertenece la localidad de Huangashanga Alta, se selecciona la tasa más adecuada, la cual se obtiene por el segundo criterio, tasa de crecimiento de %0.21; la cual se considera una tasa de crecimiento mínima para este proyecto y con ella se determina la proyección de la población por 20 años
- De acuerdo a estas consideraciones y teniendo en cuenta la densidad poblacional del lugar de 3.54 habitantes por familia (Fuente: Empadronamiento de campo).
- Resumen de los datos obtenidos de los cálculos realizados

Detalle	Sin Proyecto	Con Proyecto
Población actual (hab)	393	394
Población con servicio de agua potable	351	394
N° de Viviendas Total	111	111
N° de Viviendas con conexión domiciliaria	99	111
N° de Viviendas sin conexión domiciliaria	12	0
Población con servicio de alcantarillado	0	394
N° Usuarios Estatales	1	2
N° Usuarios Sociales	2	3
Densidad poblacional (hab/viv)	3.54	3.54
Dotación Domestica (l/hab/día)	50.00	100
Dotación de pob.no conectada (l/hab/día)	0.0	
Dotación Estatal (lt/cnx.día)	810.00	548
Dotación Social (lt/cnx.día)	177.03	354.05
Cobertura Agua Potable%	89.2%	100.0%
% de Regulación		20%
K1 Factor Máximo Diario		1.3
K2 Factor de Máximo Horario		2.0
% Perdidas de Agua	25%	25%
Tasa de crecimiento poblacional	0.21%	0.21%

- De acuerdo a los resultados obtenidos del test de percolación realizado en la localidad, el cual da como resultado una permeabilidad de 7.89 min/cm, se propone el sistema de saneamiento UBS con arrastre hidráulico y pozo de percolación, para así de esta manera proporcionarles mejores condiciones de vida a la población.
- Instalación de 120 Unidades Básicas de Saneamiento con el sistema arrastre hidráulico con Pozo de percolación para viviendas e instituciones
- Para el caso de la poligonal de control se realizó con los equipos de Estación Total y un Tribach básicamente para poder obtener valores de posición y niveles de error mínimos.
- Se efectuó la ubicación estratégica de puntos de control verticales denominados BMs, teniendo como apoyo la estación total, la cual determino las cotas de los puntos de control a lo largo del área de estudio, tendiendo como premisa la existencia de una fuerte pendiente que minimiza los errores cometidos al utilizar este instrumento.
- Se efectuó la medición de los lados de la Poligonal apoyados en el Distanciómetro de la Estación Total cuya precisión es de 0.001 mts. Así mismo se realizó el respectivo levantamiento Taquimétrico para obtener los detalles del terreno en cuestión.

CONCLUSIONES

- Según los parámetros designados por la entidad PNSR, se obtendrán la información de campo y gabinete en función a:
Zona: Paralelo 17 L, referido al Meridiano de Greenwich.
Elipsoide: WGS-84, en Proyección Universal Transversa Mercator (U.T.M.)
Datum: Alturas referidas sobre el nivel medio del mar (s.n.m.m.)
- De acuerdo a la Norma Técnica E.030 - Diseño Sismorresistente, la localidad en estudio se encuentra ubicada en la Zona 3, en donde la sismicidad es alta, y a la que corresponde un valor de Factor de Zona (Z) igual a 0.4.
- Se realizaron cuatro 13 calicatas o exploraciones con la finalidad de definir las características del subsuelo, distribuidas convenientemente en el área de estudio.
- De las calicatas realizadas y de la identificación de suelos, en la zona de estudio predominan los suelos arcillosos de mediana plasticidad. Durante los trabajos de excavación de calicatas no se notificó la presencia de napa freática ni de filtraciones subterráneas.
- De los Test de Percolación realizados se obtuvo un valor de infiltración final de 7.89 min/cm. De acuerdo a ello, podemos decir que el terreno presenta una permeabilidad media. Para este valor de infiltración final se obtuvo un coeficiente de infiltración de $R=47.06 \text{ L/m}^2\text{día}$, correspondiente a un terreno medio. Se concluye que el suelo presenta buenas condiciones para una disposición de efluentes óptima. Tomando como referencia la Norma Técnica E.030, referida al Diseño Sismorresistente, se indican como parámetros para el diseño sismorresistente los siguientes valores, correspondiente a Suelos flexibles o con estratos de gran espesor:
- Se plantea la ampliación del sistema de agua por gravedad sin tratamiento existente, que vaya acorde con las necesidades de caudal y presión de la localidad actual, con el respectivo tratamiento de desinfección con cloro por goteo para un abastecimiento durante todo el día

RECOMENDACIONES

- Utilizar los programas de cómputo existentes en el mercado, que permiten un cálculo riguroso y exacto del diseño de los elementos que componen un sistema de agua potable y alcantarillado y en un tiempo menor, convirtiéndose así, en una poderosa arma de trabajo, unido al criterio y la experiencia de los ingenieros.
- Los trabajos de labor de mantenimiento deben hacerse con personal calificado, con correcto conocimiento de los materiales y funciones de los elementos estructurales y materiales que conforman las diversas obras realizadas. El mantenimiento de buzones, debe ser hecho necesariamente por personas capacitadas en forma permanente.
- La elaboración del Diseño, deberá realizarse siguiendo estrictamente cada uno de los parámetros, como topográficos, Suelos y minimizar el Impacto Ambiental. Así también debe tenerse la asistencia técnica del Asesor de turno.
- Ejecutar permanentemente la supervisión externa del Diseño del proyecto, a fin que se cumplan todo lo descrito en el Plan de Manejo Ambiental, Plan de Seguridad y Salud Ocupacional, Plan de Contingencia, Análisis de Vulnerabilidad, Plan de Cierre. Sólo con una Supervisión Estricta y la técnica apropiada se logrará controlar y minimizar los impactos negativos que inevitablemente se producirán durante la ejecución de la Obra.
- Se recomienda tener el cuidado y mantenimiento de los puntos de control de la poligonal de apoyo, así como de los BMs ubicados estratégicamente en la localidad puesto que estos servirán para el futuro replanteo y ejecución de obras en el aspecto de alturas y depresiones, principalmente en las obras a ejecutar.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arocha, S. (1981). Abastecimientos de agua. Teoría y diseño (2da edición). Caracas: Editorial Innovación Tecnológica
- Comisión nacional del agua. (2016). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento (1era edición). Lima
- Curtihuanca, J. C. (2017). Análisis de riesgo y vulnerabilidad para el sistema de agua potable y alcantarillado de la localidad de Sandia – provincia de Sandia – Puno. (Tesis de Grado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. pp. xi. Recuperado de: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5466>
- García R. (2000). Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado del Sector T-2 Barrio 4-5 del AA.HH. Alto Trujillo. El Porvenir.
- García, E. (2009). Manual de Proyectos de Agua Potable en Poblaciones Rurales. Lima: Fondo Perú-Alemania.
- Hernández Sampieri, R. (2014). Metodología de la Investigación Científica. México DF: McGraw Hill.
- Espejo, P. (2013). Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanamá. Ecuador: Loja
- Ministerio de Vivienda construcción y saneamiento. Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural. Minist vivienda construcción y Saneam [Internet]. 2018;193. Available from: <https://ecovidaconsultores.com/wp-content/uploads/2018/05/RM-192-2018-VIVIENDA-TECNOLÓGICAS-PARA-SISTEMAS-DE-SANEAMIENTO-ENEL-ÁMBITO-RURAL.pdf>

- Miranda, C. (2013). Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y tratamiento de desagüe para el distrito de Characato. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil]. Arequipa

- BR. Jara, F. y BR. Santos, D. (2014). Diseño de abastecimiento de agua potable y el diseño de alcantarillado de las localidades: El Calvario y Rincón de Pampa Grande del distrito de Curgos - La Libertad. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil]. La libertad

- Pejerrey, L. (2018). Mejoramiento del sistema de agua potable y saneamiento en la comunidad de Cullco Belén, distrito de Potoni – Azángaro – Puno. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil].

- Sanz, N., Gómez, M., Meneses, A. y otros. (2017). Diseño de la ampliación de la red de agua potable y sistema de alcantarillado para la zona alta del Barrio Alto Jordán Comuna 18. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil]. Pontificia Universidad Javeriana, Cali.

- Sotelo JL. agenda 21.pdf. PAGINA WEB. 2005. p. 0–6.

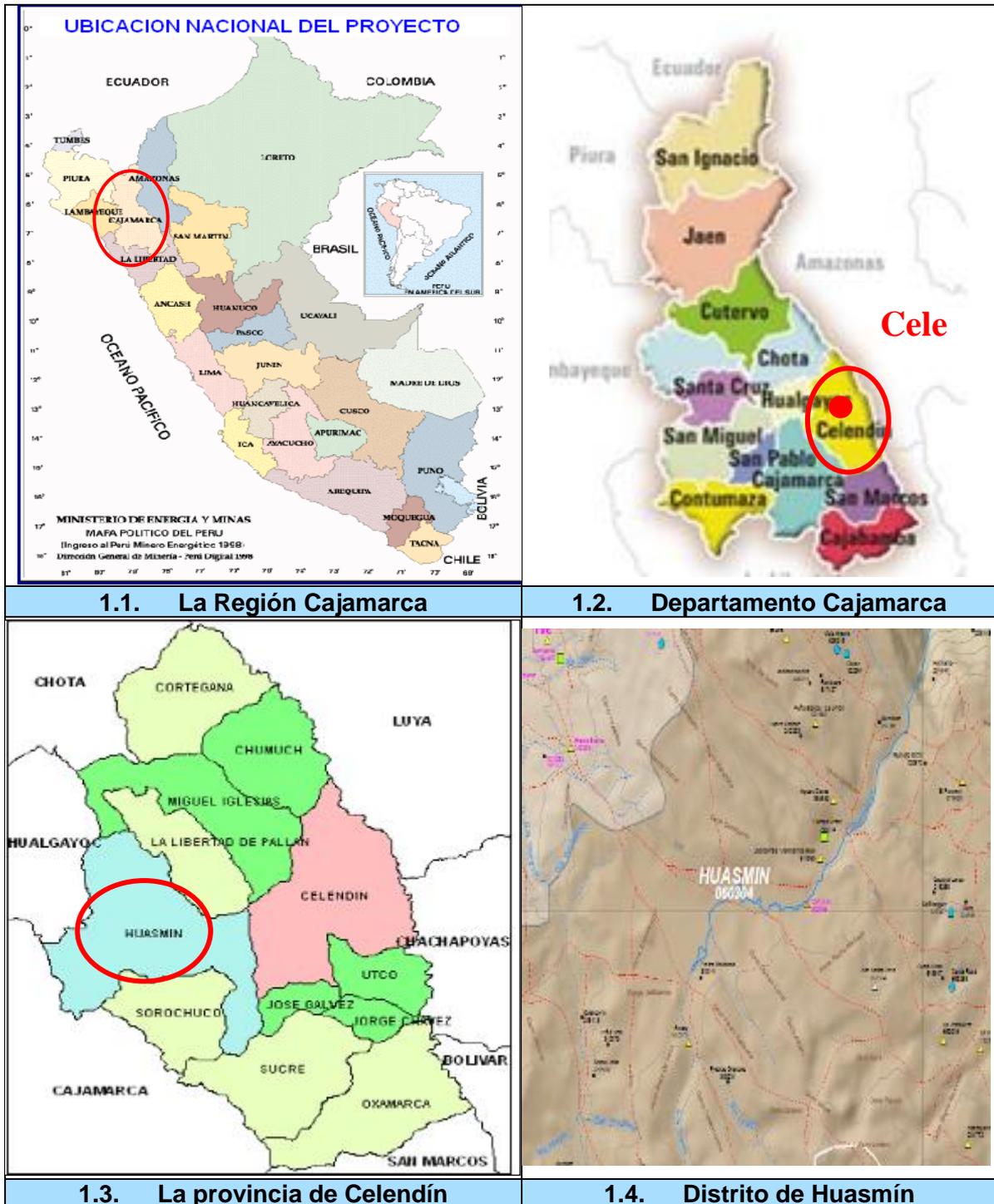
- Reglamento Nacional de Edificaciones (2019). Redes de Distribución de Agua para Consumo Humano – Norma OS. 050.Perú: Editorial Lima.

- Saldarriaga, J. (2007). Hidráulica de Tuberías: Abastecimiento de Agua, Redes y Riegos. Colombia: Alfa Omega

ANEXOS

FIGURA 21

Ubicación nacional



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI
<http://escale.minedu.gob.pe/carta-educativa.com>

FIGURA 22:

Ubicación del área de estudio



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI
<http://escale.minedu.gob.pe/carta-educativa.com>

TABLA 78:

Acceso a la localidad de Huangashanga Alta

TRAYECTORIA		TIPO DE VÍA	VEHÍCULO	DISTANCIA (Km.)	TIEMPO
DE	A				
Lima	Cajamarca	Asfaltada	Camioneta 4x4 transporte publico	850	14 horas
Cajamarca	Celendín	Asfaltada		140	2 horas 30 min.
Celendín	Huasmin	Carretera afirmada	Camioneta 4x4 transporte publico	120	3 horas
Huasmin	Jerez	Carretera afirmada – Trocha Carrozable	camioneta	40	1 hora
Jerez	Huangashanga Alta	Carretera afirmada	camioneta	12	30 min.

Fuente: Elaboración Propia

RECORRIDO DE LA ZONA DE ESTUDIO













PLANOS