



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y/O UNIDADES BÁSICAS DE SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE CARHUACOCHA, DISTRITO DE CHILIA – PATAZ – LA LIBERTAD, 2017”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autores:**

Dante Alejandro Rengifo Alayo  
Raul Andy Safora Herrera

**Asesor:**

Mg. Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

Trujillo – Perú  
2017

## **APROBACIÓN DE LA TESIS**

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por los Bachilleres Dante Alejandro Rengifo Alayo, Raul Andy Safora Herrera, denominada:

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y/O UNIDADES  
BÁSICAS DE SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE CARHUACocha, DISTRITO DE CHILIA  
– PATAZ – LA LIBERTAD, 2017”**

---

Mg. Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz  
**ASESOR**

---

Mg. Ing. Juan Agreda Barbarán  
**JURADO**

---

Mg. Ing. Eleodoro Jorge Valderrama Fernández  
**JURADO**

---

Mg. Ing. Gonzalo Hugo Díaz García  
**JURADO**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### Contenido

<a href="#"><u>ÍNDICE DE CONTENIDOS</u></a> .....	iii
<a href="#"><u>ÍNDICE DE TABLAS</u></a> .....	vi
<a href="#"><u>ÍNDICE DE FIGURAS</u></a> .....	vii
<a href="#"><u>RESUMEN</u></a> .....	viii
<a href="#"><u>ABSTRACT</u></a> .....	ix
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>10</b>
1.1. Realidad problemática .....	10
1.2. Formulación del problema .....	16
1.3. Justificación .....	16
1.4. Limitaciones .....	17
1.5. Objetivos .....	18
1.5.1. <i>Objetivo General</i> .....	18
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	18
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>19</b>
2.1. Antecedentes .....	19
2.1.1. <i>(Avila &amp; Roncal, 2014). "MODELO DE RED DE SANEAMIENTO BÁSICO EN ZONAS RURALES CASO: CENTRO POBLADO AYNACA-OYÓN-LIMA"</i> .....	19
2.1.2. <i>(Palma, 2015). "ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA DE DOTACIÓN DE AGUA POTABLE Y EVACUACIÓN DE AGUAS SERVIDAS EN POBLACIÓN DE 60 VIVIENDAS, COMUNA DE PORVENIR"</i> .....	20
2.1.3. <i>(Doroteo, 2014). "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, CONEXIONES DOMICILIARIAS Y ALCANTARILLADO DEL ASENTAMIENTO HUMANO "LOS POLLITOS" – ICA, USANDO LOS PROGRAMAS WATERCAD Y SEWERCAD"</i> .....	20
2.1.4. <i>(Carbajal &amp; Villacorta, 2016). "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACÍO EN CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELÉN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGIÓN LORETO"</i> .....	21
2.1.5. <i>(Almagro &amp; Esparza, 2015). "DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PARROQUIA CUYUJA- NAPO"</i> .....	22
2.1.6. <i>(Velasteguí, 2015). "LAS AGUAS SERVIDAS Y SU INFLUENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LOS MORADORES DEL RECINTO NUEVO PARAÍSO DE LA PARROQUIA LUMBAQUI, CANTÓN GONZALO PIZARRO, PROVINCIA DE SUCUMBÍOS"</i> .....	23

2.2.	BASES TEÓRICAS .....	24
2.2.1.	<i>SISTEMA DE ALCANTARILLADO</i> .....	24
2.2.2.	<i>UNIDADES BÁSICAS DE SANEAMIENTO</i> .....	35
2.2.3.	<i>DEFINICIONES</i> .....	42
<b>CAPÍTULO 3.</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>44</b>
3.1.	Operacionalización de variables .....	44
3.2.	Diseño de investigación.....	44
3.3.	Unidad de estudio .....	44
3.4.	Población.....	44
3.5.	Muestra.....	44
3.6.	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	45
3.7.	Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos .....	46
<b>CAPÍTULO 4.</b>	<b>DESARROLLO DE TESIS .....</b>	<b>48</b>
4.1.	INFORMACIÓN BÁSICA.....	48
4.1.1.	<i>UBICACIÓN GEOGRÁFICA</i> .....	48
4.1.2.	<i>CLIMA</i> .....	49
4.1.3.	<i>POBLACIÓN</i> .....	50
4.1.4.	<i>ESTUDIO SOCIOECONÓMICO</i> .....	50
4.2.	DIAGNÓSTICO DEL CENTRO POBLADO .....	53
4.2.1.	<i>VÍAS DE ACCESO</i> .....	53
4.2.2.	<i>CÁLCULO DE LA POBLACIÓN ACTUAL</i> .....	54
4.2.3.	<i>NÚMERO DE VIVIENDAS EN LA ACTUALIDAD</i> .....	54
4.2.4.	<i>DENSIDAD POBLACIONAL</i> .....	54
4.2.5.	<i>POBLACIÓN ACTUAL</i> .....	55
4.3.	TOPOGRAFÍA .....	55
4.4.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	55
4.5.	TRABAJO DE GABINETE .....	56
4.6.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO .....	57
4.6.1.	<i>Sistema Colector</i> .....	57
4.6.2.	<i>Buzones de Concreto</i> .....	58
4.6.3.	<i>Desarrollo del Calculo Hidráulico</i> .....	58
4.6.4.	<i>Diseño del Tanque Séptico y Pozos Percoladores</i> .....	59
4.7.	UNIDADES BÁSICAS DE SANEAMIENTO (UBS).....	59
4.7.1.	<i>Cuarto de baño</i> .....	59
4.7.2.	<i>Caja de registro</i> .....	59
4.7.3.	<i>Tanque séptico</i> .....	60
4.7.4.	<i>Pozo de absorción</i> .....	60
4.8.	Caudal máximo horario por vivienda.....	60
4.9.	NOTAS .....	60
<b>CAPÍTULO 5.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>61</b>
<b>CAPÍTULO 6.</b>	<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>62</b>

<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>63</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>65</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>66</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>69</b>
ANEXO N.º 2. CÁLCULO HIDRÁULICO ALCANTARILLADO SANITARIO – TRAMO 1.....	71
ANEXO N.º 3. DISEÑO HIDRÁULICO ALCANTARILLADO – TRAMO 2 .....	72
ANEXO N.º 4. CÁLCULO HIDRÁULICO ALCANTARILLADO SANITARIO – TRAMO 2.....	73
ANEXO N.º 5. DISEÑO DE TANQUE SÉPTICO– TRAMO 1 .....	75
ANEXO N.º 6. DISEÑO DE POZO DE PERCOLACIÓN – TRAMO 1 .....	79
ANEXO N.º 7. DISEÑO DE TANQUE SEPTICO– TRAMO 2 .....	82
ANEXO N.º 8. DISEÑO DE POZO DE PERCOLACIÓN – TRAMO 2.....	86
ANEXO N.º 9. DISEÑO DE TANQUE SEPTICO – UBS.....	89
ANEXO N.º 10. DISEÑO DE POZO DE PERCOLACIÓN – UBS .....	93
ANEXO N.º 11. CAUDAL MAXIMO HORARIO POR VIVIENDA .....	96
ANEXO N.º 12. ENCUESTA SOCIECONÓMICA.....	98
ANEXO N.º 13. PANEL FOTOGRÁFICO.....	102

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Diámetro nominal de la tubería .....	27
<b>Tabla 2.</b> Clasificación de los terrenos según resultados de prueba de percolación.....	36
<b>Tabla 3.</b> Distancia mínima al sistema de tratamiento.....	37
<b>Tabla 4.</b> Servicios básicos.....	51
<b>Tabla 5.</b> Enfermedades más frecuentes en la población.....	52
<b>Tabla 6.</b> Distancia y tiempo de Trujillo – Tayabamba – Carhuacocha.....	53
<b>Tabla 7.</b> Población actual.....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Dimensiones del tanque séptico .....	30
<b>Figura 2.</b> Detalle de pozo de absorción o pozo de infiltración.....	39
<b>Figura 3.</b> Curva para determinar la capacidad de absorción del suelo.....	41
<b>Figura 4.</b> Mapa provincia de Pataz, departamento de La Libertad.....	48
<b>Figura 5.</b> Mapa de la localidad de Carhuacocha, provincia de Pataz.....	49
<b>Figura 6.</b> Material predominante en las viviendas.....	50
<b>Figura 7.</b> Vista topográfica de Carhuacocha.....	56
<b>Figura 8.</b> Sistema de Alcantarillado y UBS.....	57

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal la propuesta de diseño del sistema de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento en la localidad de Carhuacocha, distrito de Chilia, provincia de Pataz, departamento de La Libertad en el año 2017. Se realizó un diseño No Experimental, Descriptivo y Transversal; se utilizaron técnicas como la observación, datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadística e Informática, encuestas, procesamiento de datos, diseño y cálculo de los sistemas. Se propuso para el diseño del sistema de alcantarillado: dos redes de desagüe con tuberías de PVC de 6" de diámetro, 26 buzones de concreto en total, cuartos de baño y el diseño de dos tanques sépticos de 9 m<sup>3</sup> y 23 m<sup>3</sup> con sus respectivos pozos de absorción, diseñado para el 27% de la población; se propuso además para las unidades básicas de saneamiento: cuartos de baño, tanques sépticos de 2 m<sup>3</sup> y pozos de absorción, diseñado para el 73% de la población. Es así que, la propuesta de diseño abarcó el total de la población, considerando los parámetros y reglamentos de diseño.

**Palabras clave:** ingeniería sanitaria, sistema de alcantarillado, unidades básicas de saneamiento, cálculo hidráulico.

## ABSTRACT

The present research had as objective the idea of designing the sewerage system and / or basic sanitation units in the town of Carhuacocha, Chilia district, Pataz province, department of La Libertad in the year 2017. A design No Experimental, Descriptive and Transversal; we used techniques such as observation, statistics from the National Institute of Statistics and Informatics, surveys, data processing, design and calculation of systems. It was proposed for the design of the sewage system: two drainage networks with PVC pipes of 6 "diameter, 26 boxes of concrete in total, bathrooms and the design of two septic tanks of 9 m<sup>3</sup> and 23 m<sup>3</sup> with wells which was designed for 27% of the population, was also proposed for the basic sanitation units: toilets, septic tanks of 2 m<sup>3</sup> and absorption wells, designed for 73% of the population. of design covered the total population, considering design parameters and regulations.

**Key words:** sanitary engineering, sewage system, basic sanitation units, hydraulic calculation.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En el mundo, respecto al sistema de alcantarillado en los últimos veinte años, se han realizado importantes esfuerzos para incrementar el porcentaje de población con acceso a estos servicios de saneamiento básicos. A pesar de ello, en la actualidad todavía hay unos 2.600 millones de personas que carecen de estos servicios, es decir, más de un tercio de la población mundial no dispone de acceso al saneamiento. Existen importantes divergencias entre regiones en relación al acceso a este servicio básico, mientras que en los países desarrollados se considera que toda la población (99%) dispone de un adecuado saneamiento, en los países en vías de desarrollo, el porcentaje se reduce considerablemente a un 52%. El acceso a los servicios básicos de saneamiento (alcantarillado) es uno de los objetivos del Milenio de las Naciones Unidas para el año 2015, el objeto es reducir el porcentaje de población sin acceso al saneamiento al 23% de la población mundial; sin embargo, teniendo en cuenta la evolución actual, este objetivo no se alcanzará ya que las proyecciones indican que, en el año 2015, un 36% de la población mundial todavía carecerá de acceso al saneamiento. (Senante, Sancho & Garrido, 2012)

Unión Europea, supuso una importante mejora en el sistema de alcantarillado y depuración de aguas residuales urbanas en los Estados miembro de la UE (EM) mediante la Directiva 91/271/CCE de 21 de mayo de 1991, estableciendo las medidas necesarias que los EM han de adoptar para garantizar que las aguas residuales urbanas reciban un adecuado tratamiento antes de su vertido en dos obligaciones bien diferenciadas. En primer lugar, las “aglomeraciones urbanas” deben disponer, según los casos, de sistemas de colectores para la recogida y conducción de las aguas residuales y, en segundo lugar, se prevén distintos tratamientos a los que deberán someterse dichas aguas antes de su vertido a las aguas continentales o marinas. Así mismo, en la determinación de los tratamientos a que deberán someterse las aguas residuales antes de su vertido, se tienen en cuenta las características del emplazamiento donde se producen. De acuerdo con esto, los tratamientos serán más o menos rigurosos según se efectúen en zonas calificadas como sensibles o no sensibles a la eutrofización. (Senante, Sancho & Garrido, 2012)

Guatemala, el abastecimiento de agua y alcantarillado van directamente relacionados con el perfil epidemiológico y es prioritario tomar acciones que incidan en el aumento la cobertura en agua y desagüe de una forma más eficiente y eficaz. En Guatemala las tasas de mortalidad más altas a la fecha siguen siendo las provocadas por enfermedades respiratorias agudas y enfermedades diarreicas agudas, con 59 por cada 1,000 nacidos vivos, afectando en mayor proporción a la población de niños y niñas del grupo atareo entre 0 a 5 años. Las enfermedades diarreicas agudas, enfermedades relacionadas al consumo de agua de mala

calidad bacteriológica, siguen siendo un problema de salud pública con una tasa de incidencia de 249.3 por cada 100,000 habitantes (CEPIS 2009a). No todas las enfermedades de origen hídrico están relacionadas con la calidad del agua de consumo humano, ya que el manejo de la misma y las normas higiénicas en la familia, son otros factores que inciden, como las provocadas por vectores, dado por condiciones que provocan la mala disposición de aguas grises y la basura entre otros. (Ayala, 2009)

Costa Rica, El manejo de las aguas residuales municipales a través de redes de alcantarillado es un tema que adquiere mayor importancia en países en vías de desarrollo como esta; las principales ciudades del Área Metropolitana fueron las primeras en el país en tener Red de Alcantarillado sanitario y PTAR, pero la falta de operación y mantenimiento las llevo a su completo deterioro y por ende a estar fuera de operación, por lo que actualmente las aguas residuales recolectadas en sus redes son descargadas directamente a los ríos sin tratamiento alguno, son el caso de las ciudades de San José, Cartago, Alajuela y Heredia. Debido a ello, se construyeron es estas ciudades distintos sistemas de alcantarillado; sin embargo, a pesar de que Costa Rica tiene una amplia cobertura de saneamiento, presenta vacíos en la cobertura de alcantarillado con tratamiento y el uso de tanques sépticos en zonas inadecuadas. Además, el país no cuenta con un programa integral para el manejo adecuado de las aguas residuales domésticas. En concordancia con esto el Plan Nacional de Desarrollo (2006-2010), en su eje de ambiente promueve la creación de instrumentos para mejorar el servicio de disposición de excrementos y aguas servidas, en todo el territorio nacional. (Programa Nacional de Manejo Adecuado de las Aguas residuales Costa Rica, 2009)

Perú, actualmente existen 5.11 millones de habitantes en las zonas rurales que carecen de un adecuado sistema de saneamiento y de eliminación de aguas residuales. Cabe resaltar que solo el 12% de habitantes que cuentan con estas instalaciones las tienen en buen estado. Según el INEI, inciden en el indicador de mortalidad infantil de las zonas rurales, este índice tiene un promedio nacional de 47% de infantes nacidos vivos, de los cuales el 4.23% fallece por enfermedades gastrointestinales. Además de la mortalidad infantil, la carencia de servicios de agua y saneamiento también influye en la elevada presencia de enfermedades gastrointestinales en niños menores a cinco años, en la pérdida de horas – hombres laborales y la disminución de la productividad por enfermedades. (Doroteo, 2014)

En la localidad de Carhuacocha, aún no se han implementado los sistemas de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento para la deposición de excretas y aguas residuales. Actualmente, cierta parte de la población cuenta con Unidades básicas de saneamiento artesanales instalados por ellos mismos, sin contar con las condiciones de salubridad y normas concernientes a los servicios de saneamiento básico; mientras que el resto de la población realiza la deposición de excretas y aguas residuales a campo abierto, en las chacras, en los bordes de los ríos, etc. Siendo estas uno de los problemas principales para el

aumento de las enfermedades diarreicas y parasitarias pudiendo llevar a altas tasas de mortalidad y morbilidad en la población infantil.

El Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma OS.070 Redes de Aguas Residuales, y OS.100 Consideraciones Básicas de diseño de Infraestructura sanitaria; rigen nuestro proyecto de investigación, al ser las normas encargadas de dictar los lineamientos de las Obras de Saneamiento.

(Hurtado & Martínez, 2012) Encontraron que la Municipalidad Provincial de Grau se preocupó de resolver problemas de saneamiento que presentaba la población de Chuquibambilla, ejecutándose redes de agua potable y desagüe en las zonas céntricas de la localidad, sin embargo, no dieron solución integral a la problemática que constantemente sufrían los pobladores, debido a la demanda poblacional y a que las instalaciones realizadas no cumplen las normas técnicas establecidas para ese tipo de instalaciones. Es así que, mediante el Consejo Ejecutivo del Fideicomiso Aporte Social Proyecto las Bambas, se aprobó el proyecto Integral de Agua Potable y Alcantarillado de Chuquibambilla.

(Avila & Roncal, 2014) Encontraron que según el Programa Nacional de Saneamiento Rural (2013 – 2016), el acceso a las instalaciones básicas de saneamiento es un derecho fundamental en pleno siglo XXI y que aún es negado a una de cada tres personas en el mundo, sin ser la población rural peruana la excepción; constituyendo un problema de desigualdad e inclusión social. De acuerdo al programa en mención, el agua potable no llega ni al uno por ciento de la población rural, y que estas poblaciones se encuentran en miles de localidades dispersas en las regiones naturales del país; por lo que resulta imperativo desarrollar un esfuerzo no solo integral sino específico que pueda abordar los desafíos propios del agua y alcantarillado en el ámbito rural.

(Sotelo, 2010) Encontró que es común la construcción de sistemas de alcantarillado convencionales que de alguna manera ofrecen una solución racional al manejo de las aguas residuales; sin embargo, en muchos de ellos no se ha considerado los temas de los costos ya que ejecutar estos sistemas convencionales en terrenos accidentados, de difícil acceso, socialmente conflictivo y en ciudades en vía de desarrollo resulta ser muy costoso, por la mano de obra calificada que se requiere, traslado de materiales, mayor tiempo de construcción, mantenimiento del sistema y además de una mayor destrucción de los recursos naturales.

Considerar siempre necesario obras de saneamiento (alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento) y tratamiento de agua, sobre todo en países carentes del punto de vista del aprovisionamiento del agua potable, cuya escasez obliga a la mayoría de la población urbano

marginal y rural a abastecerse de ríos, lagunas o lagos que muchas veces se hallan cerca de emisores contaminantes producto de la eliminación de desechos sólidos por la carencia de sistemas de deposición. Si bien es cierto que el mejoramiento de las prácticas de eliminación de excretas es crucial para levantar los niveles de la salud de la población, hay que tener presente que los últimos estudios epidemiológicos, llevados a cabo por la Universidad de Leeds (Gran Bretaña), han demostrado que si en algún anexo (localidad) solo existe agua potable, se habrán evitado el 35% de las enfermedades transmisibles; asimismo, un sistema de unidades básicas de saneamiento evita el 25% de las mismas enfermedades, entonces, si un anexo tuviera agua y una adecuada deposición sanitaria de excretas, se estaría evitando el 85% de las enfermedades transmisibles. Todo lo anterior nos lleva a concluir que para poder evitar el 85% de las enfermedades transmisibles las actividades de salud ambiental deben ser integrales, es decir, se tiene que dotar de un sistema de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento en las localidades rurales y, sobretodo, sensibilizarlos al uso y mantenimiento del mismo.

En Perú, se tienen importantes proyectos que presentan sistemas de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento como:

1. En el Anexo Urcaycoto, se ejecutó el proyecto de instalación del sistema de alcantarillado y unidades básicas de saneamiento sanitarias bajo el nombre: "Instalación del Sistema de Alcantarillado y Unidades básicas de saneamiento Sanitarias en el Anexo Urcaycoto, Distrito de Tayabamba, Provincia de Pataz - La Libertad" I Etapa (sistema de alcantarillado)", ejecutado por el Contratista INVERSIONES Y REPRESENTACIONES J & F HRNOS S.A.C., bajo la modalidad de ejecución por contrata con un monto de contrata de S/. 300,667.17, la supervisión estuvo a cargo de Moreno Vásquez Luis Alberto y el residente de Obra, Juan Carlos Araujo Guevara. El proyecto, ya finalizado, cuenta con la Instalación del sistema de alcantarillado a través de construcción de colector, conexiones domiciliarias de desagüe, emisor, cámara de rejillas, tanque séptico, cámara de distribución, pozos percoladores, instalación de unidades básicas de saneamiento. El problema central de por qué surge la necesidad de ejecutar este proyecto en el anexo Urcaycoto es, por la alta incidencia de enfermedades gastrointestinales, parasitarias y de la piel debido a la deficiente calidad del servicio de alcantarillado e inadecuadas prácticas de higiene. Dicho proyecto beneficia directamente a 205 familias (representa al total de la población) con un horizonte proyectado de 20 años.
2. Otro anexo de la Provincia de Tayabamba, también fue beneficiado con la instalación de unidades básicas de saneamiento sanitarias bajo el nombre: "Instalación de unidades de servicio básico sanitarias y Ampliación del sistema de agua potable en el anexo Cielo Andino parte alta, Distrito de Tayabamba, Provincia de Pataz - La Libertad", ejecutado

por el Contratista EFZ & ABBR INGENIEROS S.R.L., bajo la modalidad de ejecución por contrata con un monto de contrata de S/. 319,471.56, la supervisión estuvo a cargo de Artega Lora Manuel Einar y el residente de Obra, José Herminio Quintana Acuña. El proyecto, ya finalizado, cuenta con la instalación de unidades básicas de saneamiento sanitarias de 1.00m x 1.00m, de hoyo de profundidad de 2.00m, un brocal, losa de concreto armado, caseta de calamina de 2.20m de altura de frente y 2.00m de altura posterior. El proyecto también contó con el mejoramiento del sistema de agua potable que consistió en: construcción de estructura de captación tipo C1, tuberías en línea de conducción, tanque de almacenamiento de 15m<sup>3</sup>, cámaras rompe presión tipo 7 (CRP-7) y conexiones domiciliarias. El problema central de por qué surge la necesidad de ejecutar este proyecto en el anexo Cielo Andino es, por la alta incidencia de enfermedades gastrointestinales y parasitarias debido a los inadecuados hábitos de prácticas de higiene, por el escaso conocimiento de educación sanitaria y la inexistencia de redes de agua potable y unidades básicas de saneamiento sanitarias. Dicho proyecto beneficia directamente a 192 familias (representa al total de la población) con un horizonte proyectado de 10 años.

Actualmente la localidad de Carhuacocha (distrito de Chilia, Provincia de Pataz, departamento de La Libertad), así como otras zonas rurales y pequeñas localidades en el Perú con mayor densidad poblacional, carecen de un sistema de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento, el problema de la disposición de excretas es complejo, debido a dificultades que son comunes en esas áreas: bajo nivel socio económico de los beneficiarios, viviendas aisladas o pequeños núcleos urbanos, limitado acceso a nuevas tecnologías, limitado o nulo acceso a recursos financieros, los sistemas son operados a través de juntas conformadas por miembros de la comunidad, lo que resulta en bajo nivel técnico de los operadores; carencia de supervisión, control y apoyo técnico de instituciones públicas o empresas de agua y saneamiento de mayor tamaño; desinterés del gobierno por mejorar la calidad de vida de aquellas localidades alejadas a zonas urbanas; falta de información y capacitación por parte de los pobladores a llevar una mejor calidad de vida, entre otros.

La carencia de estos sistemas de deposición de excretas y aguas residuales, representa un foco de contaminación latente para la población, ya que los países en que la defecación al aire libre está más extendida, registran el mayor número de muertes de niños menores de cinco años, así como los niveles más altos de malnutrición y pobreza, siendo este, uno de los mayores problemas por la carencia de estos sistemas por la insalubridad que originan. Otra de las consecuencias por la falta de un sistema de deposición de excretas, es la contaminación ambiental que originan los pobladores al desechar sus aguas residuales o fecales al campo abierto, a las riveras del río, en zonas donde pueden hallarse manantiales

de agua subterráneas (para consumo humano); trae como consecuencia también en la localidad de Carhuacocha, que los pobladores no lleven una buena calidad de vida, la cual todas las personas tenemos el derecho de llevarla.

La disposición de excretas es compleja, en la medida que el tamaño de la comunidad de Carhuacocha aumenta y la dispersión de las viviendas disminuye, será necesario recurrir a una solución centralizada que es la implementación de la red de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento, con la finalidad reducir las enfermedades por la insalubridad y mejorar la calidad de vida de la Localidad de Carhuacocha.

Por lo expuesto, debido a la problemática existente por la carencia de estos sistemas de deposición de excretas y aguas residuales, se tomará a la Localidad de Carhuacocha como nuestro proyecto de tesis para la propuesta de un diseño de sistema de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento.

Implementar la propuesta de diseño de un sistema de alcantarillado para aquellas viviendas que se encuentran cerca de la carretera principal y aglomerada las casas una de otras, dicho sistema contará con una red de tuberías de PVC y buzones de concreto, que evacuaran las aguas residuales y fecales de los pobladores mediante este sistema hacia un pozo séptico para ser tratada. Y la propuesta de diseño de instalación de unidades básicas de saneamiento para aquellas familias que se encuentran alejadas y muy dispersas unas de otras, este sistema no solo contara con la implementación de las unidades básicas de saneamiento (inodoros, lavatorios y duchas), sino que también contará con un sistema independiente para tratar los desechos fecales y residuales con tanque séptico y pozo de percolación.

Para el desarrollo de esta propuesta de diseño de sistemas de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento, se realizará el levantamiento topográfico de la zona de estudio para determinar la geografía de la zona, la ubicación de todas las casas de la localidad de Carhuacocha, y las posibles ubicaciones de las redes de desagüe, unidades básicas de saneamiento y pozo séptico.

El contar con los sistemas de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento favorece a que la población de Carhuacocha tenga un hábitat cómodo y saludable, que les proporcione bienestar y calidad de vida, además de proteger el medio ambiente devolviendo a la naturaleza la limpieza que esta requiere, sin contaminantes y en mejores condiciones.

En cuanto a los servicios de saneamiento, existe una relación directa entre la ausencia de servicios de saneamiento y el incremento de la prevalencia de enfermedades diarreicas, en especial entre niñas y niños menores de cinco años de edad, lo que vulnera al mismo tiempo su estado nutricional. A las carencias en servicios de saneamiento mencionadas, se suma

que la población rural mantiene en general prácticas de higiene poco saludables y uso de agua.

De acuerdo a un Estudio del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del año 2011: 90 de cada 100 personas no se lavan las manos, 98 de cada 100 personas manipulan el agua de manera inadecuada y 54 de cada 100 personas mantienen sus viviendas y unidades básicas de saneamiento sucias. Los problemas de saneamiento se traducen de modo directo en la salud y bienestar de las personas principalmente en la prevalencia de Enfermedades Diarreicas Agudas, las cuales repercuten sobre la desnutrición infantil y son una causa importante de mortalidad en la niñez. En ámbito rural de nuestro país, 37 de cada 100 niños sufre de desnutrición crónica.

Con este proyecto se pretendió dar una alternativa para garantizar la correcta deposición de excretas en condiciones aptas, la preservación de la salud pública y protección del medio ambiente. Además, la importancia que tiene el monitoreo de las aguas residuales.

En general, toda localidad que crece y se desarrolla, de igual manera crecen sus necesidades socio económicos y los servicios básicos de saneamiento, es decir, las necesidades que en el inicio de la población eran secundarias cuando estas alcanzan su desarrollo se convierten en primarias e indispensables y algunas son inherentes a las personas convirtiéndose de esta manera en derechos tales como: Educación, salud, vivienda etc.

Una de esas necesidades es básica para la localidad de Carhuacocha, que es contar con los servicios de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento, tomando en cuenta que, al satisfacer dichas necesidades, contribuirá a reducir notablemente las enfermedades diarreicas y parasitarias de la población y mejorar la calidad de vida del poblador.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es la propuesta de diseño de un sistema de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento en la localidad de Carhuacocha, 2017?

## **1.3. Justificación**

### **Justificación General**

La investigación permitirá, desde el marco de las obras de saneamiento, prevenir enfermedades infecciosas, proteger la salud, mejorar la calidad de vida de los pobladores y profundizar en el conocimiento en relación al sistema de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento aplicados a una localidad de ámbito rural.

### **Justificación Teórica**

Llenará el vacío de la información disponible en obras de saneamiento en cuanto al análisis poblacional y su posterior diseño de un sistema de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento en un ámbito rural del Perú.

### **Justificación Práctica**

Servirá para ampliar los conocimientos sobre el diseño de un sistema de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento en un ámbito rural y será de utilidad para todas aquellas personas, profesionales, empresas e instituciones encargadas del diseño y ejecución de proyectos de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento.

### **Justificación Valorativa**

La trascendencia de esta investigación radica en el adecuado diseño y aplicación de este sistema de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento que permitirá reducir las enfermedades de la población en la localidad de Carhuacocha, mejorando la calidad de vida de la población tanto en la calidad de la salud e higiene; por ello es que, la fuente del desarrollo de la humanidad siempre ha estado ligada al recurso agua y sistemas de disposición de excretas, siendo estas causas de vida, salud y prosperidad.

### **Justificación Académica**

Finalmente, se pretende investigar y documentar todo lo posible para que la presente investigación sirva de guía para la comunidad académica y para otros tesisistas en futuras investigaciones.

## **1.4. Limitaciones**

Estudio Topográfico incompleto de la zona de estudio por ser un área considerablemente grande. Como solución se ha descargado las curvas de nivel de la zona de estudio de la Carta Nacional y completado con la georreferenciación del GPS.

Difícil acceso a la zona de estudio por encontrarse la carretera en pésimas condiciones en época de invierno. Como solución se esperó a que las condiciones climáticas sean favorables para hacer el reconocimiento de la zona de estudio.

Corto tiempo que se obtiene para la indagación relacionada con el problema formulado. Como solución se ha elaborado un cronograma con más horas de trabajo y dedicación.

## 1.5. Objetivos

### 1.5.1. Objetivo General

Realizar una propuesta de diseño de un sistema de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento en la localidad de Carhuacocha.

### 1.5.2. Objetivos Específicos

- Realizar el estudio topográfico.
- Realizar un análisis poblacional y situacional.
- Definir las características del sistema de alcantarillado.
- Realizar el diseño de la red de alcantarillado.
- Realizar el diseño estructural del pozo séptico y percolador.
- Definir las características del sistema de unidades básicas de saneamiento.
- Realizar el diseño de las unidades básicas de saneamiento.
- Disminuir la brecha de cobertura de saneamiento de las familias de la localidad de Carhuacocha.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. (Avila & Roncal, 2014). “MODELO DE RED DE SANEAMIENTO BÁSICO EN ZONAS RURALES CASO: CENTRO POBLADO AYNACA-OYÓN-LIMA”.

La investigación tuvo como objetivo proponer un modelo de proyecto de saneamiento rural que mejore la calidad de vida de los pobladores del Centro Poblado Aynaca, del distrito de Cochamarca, provincia de Oyón, departamento de Lima, en el ámbito de salud y contaminación. Para ello, se utilizó una investigación explicativa, que describía el problema y buscaba las causas del mismo; el proceso consistió en que se definió la población de estudio y se realizó un análisis del centro poblado en el que se obtuvo la población total y beneficiaria a intervenir, para posteriormente poder medir el impacto del proyecto, luego se elaboraron encuestas, se ubicaron los componentes de saneamiento y se desarrollaron los cálculos para la red de agua potable y alcantarillado que permitía disminuir el déficit de saneamiento, entre los que comprendía las enfermedades diarreicas y dérmicas; además, se diseñó la planta de tratamiento que permitió disminuir la contaminación ambiental, se finalizó el proyecto con la educación sanitaria a la población. Se obtuvo como resultado que la mejor alternativa de solución del proyecto eran los sistemas de captación (tipo ladera), línea de conducción (2,180 m de tubería de PVC-UF DN 63 mm), reservorio apoyado (capacidad de 40 m<sup>3</sup>), línea de aducción (88.16 m de tubería de PVC-SAP C-10 1 1/2”), red de distribución (741.23 m de tubería de PVC-SAP C-10 1” y 94.88 m de tubería PVC-SAP C-10 3/4”), red de alcantarillado (23 buzones y 1,096.48 m de tubería de PVC 160 mm SN2) y planta de tratamiento (tanque imhoff), además que, el proyecto demandaría una inversión pública de S/. 3,012.52 por habitante si fuera ejecutado por contrata, y si fuera ejecutado por administración directa demandaría una inversión pública de S/. 2,335.70 por habitante. Se concluyó que, el sistema de saneamiento permitió brindar servicios de agua potable y disposición de excretas a un total de 395 pobladores que actualmente habitan en 79 viviendas al primer año de funcionamiento del estudio, así mismo se atendió a una institución educativa y una posta de salud, contribuyendo de esta manera a mejorar la calidad de vida y las condiciones sanitarias de los pobladores de Aynaca.

Este estudio aportará información en la elaboración del análisis y cálculo poblacional de un centro poblado rural, además, aportará información para el diseño del sistema de saneamiento rural de agua potable, alcantarillado, planta de tratamiento y estudio de impacto ambiental en una zona rural, mismo ámbito de estudio desarrollado en nuestra tesis de investigación, asimismo, brindará información económica al presentar el presupuesto por partidas de la red de agua potable, alcantarillado y planta de tratamiento permitiendo dilucidar aún más el proyecto.

**2.1.2. (Palma, 2015). “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA DE DOTACIÓN DE AGUA POTABLE Y EVACUACIÓN DE AGUAS SERVIDAS EN POBLACIÓN DE 60 VIVIENDAS, COMUNA DE PORVENIR”.**

La investigación tuvo como objetivo estudiar la factibilidad técnica de dotación de agua potable y evacuación de aguas servidas en una población de 60 viviendas en la comuna de Porvenir, contribuyendo a ser una fuente de referencia para la elaboración de proyectos de este tipo. Para ello, se recopiló toda bibliografía de carácter teórico y técnico para estudio y diseño del proyecto de agua potable y evacuación de aguas servidas; luego, se utilizó información técnica y planimétrica del terreno; posteriormente, se realizó el diseño técnico del proyecto como planos, cálculos. Se obtuvo como resultado para el diseño del proyecto una conexión a redes de servicios ya existentes a través de la instalación de tuberías de PVC Clase 10 con unión Anger en toda la red, de diámetro D= 110 mm cumpliendo con las expectativas de abastecer de agua potable a las 60 viviendas, contemplando la instalación de dos grifos brida intermedia de diámetro D= 100 mm y para el proyecto de evacuación de aguas servidas se consideró la opción de un punto de empalme, correspondiente a un colector propiciado por la empresa Aguas Magallanes. La instalación de las tuberías es de material PVC de Diámetro D=200 mm y en general este sistema es del tipo alcantarillado convencional con flujo gravitacional. Se concluyó que el estudio de factibilidad desarrollado en la investigación, logró cumplir los objetivos al dar solución al problema planteado inicialmente.

Esta investigación aportará información técnica relevante para el estudio de factibilidad, es decir determinar su grado de pertinencia y conveniencia del proyecto para el diseño de un sistema de dotación de agua potable y evacuación de aguas servidas, brindando planos y memorias de cálculos detallados.

**2.1.3. (Doroteo, 2014). “DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, CONEXIONES DOMICILIARIAS Y ALCANTARILLADO DEL ASENTAMIENTO HUMANO “LOS POLLITOS” – ICA, USANDO LOS PROGRAMAS WATERCAD Y SEWERCAD”.**

La investigación tuvo como objetivo el diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado con la finalidad de mejorar estos servicios en el Asentamiento Humano “Los Pollitos” de la ciudad de Ica, que conllevará a obtener una baja incidencia de enfermedades infectocontagiosas de la población del A.A.H.H. “Los Pollitos”. Para ello; primero, se determinó el periodo de diseño y el cálculo de la población futura a fin de conseguir el diseño más óptimo del sistema de red de agua potable y alcantarillado; segundo, se calculó la dotación de agua, el consumo promedio diario anual, consumo máximo diario y consumo máximo horario para el diseño del sistema de la red de agua

potable y alcantarillado, además de los estudios básicos de ingeniería que contempla los estudios de topografía y estudios de mecánica de suelos; tercero, se determinó los parámetros y requisitos específicos del sistema de red de agua potable y alcantarillado para el diseño; cuarto, con toda esta información y datos obtenidos, se procedió al diseño del sistema de la red de agua potable y alcantarillado utilizando los softwares WATERCAD y SEWERCAD, los cuales permitieron un desarrollo detallado de los planos ingenieriles del proyecto. Se obtuvo como resultados en cuanto al diseño que ninguna de las presiones se debía de encontrar por debajo de los 10 mca, que el punto de empalme de la red de agua potable con el reservorio ficticio se debía mantener en los 25 mca, que todas las tuberías que comprenden la red de agua potable debían tener un diámetro de 3.0 pulgadas y que la profundidad máxima alcanzada de los buzones fue de 3.40 m. Se concluyó que, la presión estática en cualquier punto de la red no deberá ser mayor de 50 mca, la mínima presión no será menor de 10 mca, la velocidad máxima en la red de agua potable deberá ser de 3 m/s; finalmente se concluyó que el proyecto cumple con todas las directrices de la Norma OS.050 del RNE.

Este estudio aportará información adicional importante en cuanto al análisis y cálculo detallado de ingeniería del sistema de agua y alcantarillado haciendo uso de los softwares WATERCAD y SEWERCAD, logrando cumplir con todas las directrices de la Norma OS.050 del RNE, además de los estudios básicos de ingeniería como el de topografía, mecánica de suelos, y cálculo poblacional para obtener el diseño más óptimo del sistema.

**2.1.4. (Carbajal & Villacorta, 2016). "EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL SISTEMA CONVENCIONAL DEL ALCANTARILLADO RESIDUAL ENTRE ALCANTARILLADO AL VACÍO EN CALLE GAROTE, DISTRITO DE BELÉN, PROVINCIA DE MAYNAS, REGIÓN LORETO".**

La investigación tuvo como objetivo desarrollar un sistema de alternativas tecnológicas de conducción de aguas residuales para ser aplicado en mejorar los procesos de selección, priorización y ejecución de la inversión pública con el incremento de la calidad de vida y el desarrollo de la región Loreto. Para ello, se realiza una evaluación técnica y económica basada en la dotación de servicios de alcantarillado residual de 78 viviendas de la calle Garote, ubicado en la ribera del río Itaya, del distrito de Belén, en la ciudad de Iquitos y que actualmente no cuenta con este servicio de recolección de aguas servidas. Para ello; primero, se realizó una evaluación técnica y económica basada en la dotación de servicios de alcantarillado residual de 78 viviendas de la calle Garote, ubicado en la ribera del río Itaya, del distrito de Belén, en la ciudad de Iquitos y que no contaba con este servicio de recolección de aguas servidas; segundo, se eligió esta zona debido a que el terreno en el cual se emplazaba era una zona inundable, ideal para la realización de este estudio, sumado

a un terreno arenoso y con presencia de nivel freático alto, lo que permitía colocar a prueba la viabilidad de este sistema, en relación a los costos y beneficios, de la utilización del método tradicional de alcantarillado. Las conclusiones de esta tesis nos indicaron que con la ejecución del proyecto se benefició, en el primer año a 398 habitantes de la calle Garote con la implementación de la red de alcantarillado, la evaluación económica se realizó con el criterio costo/efectividad, la cual indicaba que para la alternativa del alcantarillado al vacío se invertiría S/ 1,424.43 soles por beneficiario, en cambio con la alternativa convencional se invertiría S/. 1,638.68 soles, El costo de mantenimiento y operación del alcantarillado convencional se estimó en un total de S/. 57,800.00 soles anual, mientras que la alternativa al vacío de S/. 60,280.41 soles anuales.

Este estudio aportará información importante en cuanto a la búsqueda de nuevas tecnologías no tradicionales como es el alcantarillado al vacío para desarrollar un sistema de conducción de aguas residuales opcional a los ya conocidos, además que es un sistema tecnológico innovador y ecológico que contribuye al medio ambiente. Esta investigación además realizó una comparación técnica desde la parte ingenieril y económica, permitiendo aún más determinar las características y costos de cada opción para tenerlo en cuenta en su posible selección en proyectos futuros.

#### **2.1.5. (Almagro & Esparza, 2015). “DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PARROQUIA CUYUJANAPO”.**

La investigación tuvo como objetivo contribuir a la mejora de la calidad de vida de los pobladores de la parroquia de Cuyuja - Napo, a través de un diseño del sistema de gestión de los servicios básicos de agua potable, alcantarillado y residuos sólidos. Para ello, se analizó la situación actual de la parroquia en relación a los servicios básicos, se estableció los principales problemas ambientales, se estudiaron posibles alternativas para el aprovechamiento de nuevas fuentes de agua, se analizaron posibles alternativas para el tratamiento de los residuos sólidos, se establecieron alternativas de mejoramiento en cuanto a la gestión de las aguas servidas, se establecieron propuestas para el desarrollo de una parroquia ecológica. Se realizaron propuestas de gestión para el sistema de agua potable, sistema de alcantarillado y sistema de residuos sólidos. Se concluyó que, la implementación del sistema de recolección de agua de lluvia y su posterior tratamiento de desinfección resultó apto para el consumo humano beneficiando a un 86% de la población además que aportaría 33 l/hab/día, en cuanto los residuos sólidos se plantearon dos propuestas; la primera, la construcción de una celda típica en un área de 0.84 m<sup>2</sup>; la segunda, es un proceso de compostaje.

Este estudio aportará un análisis adicional en cuanto a la gestión ambiental que engloba y enmarca a los sistemas de agua potable, alcantarillado y residuos sólidos; asimismo desarrollar un diagnóstico situacional para posteriormente establecer alternativas de solución a la problemática, a fin de mejorar la calidad de vida de los pobladores de la parroquia y su entorno.

**2.1.6. (Velasteguí, 2015). “LAS AGUAS SERVIDAS Y SU INFLUENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LOS MORADORES DEL RECINTO NUEVO PARAÍSO DE LA PARROQUIA LUMBAQUI, CANTÓN GONZALO PIZARRO, PROVINCIA DE SUCUMBÍOS”.**

La investigación tuvo como objetivo estudiar la influencia de las aguas residuales en la condición sanitaria del recinto Nuevo Paraíso y dotar al sector un estudio que permita construir un sistema eficiente de recolección y tratamiento de las aguas servidas. Para ello, se realizó una encuesta donde se examinó la problemática de la localidad y se realizó una encuesta a 45 viviendas correspondiente al universo de la población, posteriormente se realizó el estudio topográfico para luego realizar el diseño del sistema de alcantarillado, que cuenta con pozos de visita y registros domiciliarios, y la planta de tratamiento; el sistema de alcantarillado se realizó por gravedad a través de un conductor circular de PVC que desemboca en la planta de tratamiento, la cual cumple con las normas y especificaciones técnicas reglamentarias. Se obtuvo como resultado que, el 73,3% son abastecidas de agua potable de la red pública, sólo el 53,3% tienen un abastecimiento permanente, sólo el 26,7% evacúan sus aguas servidas en alcantarillado. Se concluyó que, al realizar el proyecto del sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales, se mejorará la condición sanitaria de la comunidad en un 20% mejorando la calidad de vida de la población.

Este estudio aportará un análisis adicional puesto que brindará información importante en cuanto al análisis situacional de una localidad para un posterior diseño de un sistema eficiente de recolección y tratamiento de aguas servidas, además, de un análisis de precios unitarios, presupuesto, especificaciones técnicas y estudio de impacto ambiental.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Es un sistema de estructuras y tuberías usados para el transporte de aguas residuales, servidas, o pluviales desde el lugar que se generan hasta el sitio en que se vierten o se tratan.

El sistema de alcantarillado se considera un servicio básico, sin embargo, la cobertura de estos sistemas en los países en desarrollo es inferior en relación con la cobertura de las redes de agua potable, generando importantes problemas de Salud.

#### 2.2.1.1. Tipos de Sistemas de Alcantarillado

Las alcantarillas combinadas son aquellas que además de transportar aguas residuales, también transportan aguas lluvias, los sistemas de alcantarilla modernos son generalmente separados. Las excepciones a esta regla general se encuentran en algunas ciudades grandes y antiguas donde las alcantarillas combinadas fueron construidas en el pasado y donde nuevas adiciones siguieron a las existentes en la práctica. En muchos casos, estas comunidades se poblaron densamente y tuvieron construcciones de alcantarillas pluviales antes de que la necesidad de alcantarillas sanitarias fuera en general aceptada. Los sistemas de alcantarillado modernos son clasificados como sanitarios cuando conducen solo aguas residuales, pluviales cuando transportan únicamente aguas producto del escurrimiento superficial del agua lluvia y combinados cuando conduce simultáneamente las aguas domésticas, industriales y lluvias.

Desde la óptica hidráulica los sistemas alcantarillados son clasificados de la siguiente forma:

- **Alcantarillados por gravedad:** Se caracterizan por ser del tipo de flujo a gravedad, donde obedece la forma de la topografía del sitio factor que se busca aprovechar para conformar la red en el lugar que se ubique el proyecto; es utilizado para la recolección de aguas residuales de origen doméstico, comercial, industrial e institucional.
- **Alcantarillados a presión:** Empleado en la recolección de aguas residuales en zonas residenciales donde la construcción de la red por gravedad es problemática, por lo tanto, se hace uso de estaciones de bombeo. Además, se pueden incluir aguas residuales de origen comercial y solo una pequeña fracción de origen industrial. Este tipo de redes son por lo general pequeñas.

El tipo de alcantarillado a escoger depende de las características de tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto. En la actualidad ya no es utilizado el alcantarillado sanitario combinado debido que desde la perspectiva de solución global de saneamiento

que incluye la planta de tratamiento de aguas residuales, el caudal combinado es muy variable en cantidad y calidad, lo cual genera perjuicios en los procesos de tratamiento. Por tanto, es conveniente que la solución al problema de la conducción de aguas residuales y aguas lluvias sea a través de un alcantarillado sanitario separado.

#### **2.2.1.2. Sistema de Alcantarillado Sanitario**

Se denomina Alcantarillado Sanitario, al sistema que está integrado por tuberías y estructuras complementarias necesarias para recibir y evacuar las aguas residuales de la población. El destino final de las aguas residuales podrá ser, previo tratamiento, desde un cuerpo receptor hasta el rehúso, dependiendo del tratamiento que se realice y de las condiciones particulares de la zona de estudio.

Los desechos líquidos de un núcleo urbano, después de haber pasado por las diversas actividades de una población, se componen esencialmente de agua, más sólidos orgánicos disueltos y en suspensión.

El agua residual es el residuo líquido transportado por una alcantarilla, que puede incluir descargas domésticas e industriales. La alcantarilla es una tubería o conducto cerrado, que fluye a medio llenar, transportando aguas residuales.

El alcantarillado sanitario para un área urbana requiere un diseño cuidadoso. Las tuberías deben ser adecuadas en tamaño y pendiente, de modo que contengan el flujo máximo sin ser sobrecargadas y mantengan velocidades que impidan la deposición de sólidos. Antes de que se pueda comenzar el diseño, se debe estimar el caudal y las variaciones de éste. Además, se debe localizar cualquier estructura subterránea, incluyendo otros servicios, que pueda interferir con la construcción.

La red se inicia con la descarga domiciliaria a partir del paramento exterior de las edificaciones. El diámetro de la conexión domiciliaria en la mayoría de los casos es de 4". El ingreso del agua a las tuberías es paulatino a lo largo de la red, acumulándose los caudales, lo que da lugar a ampliaciones sucesivas de la sección de los conductos en la medida en que se incrementan los caudales. De esta manera se obtienen los mayores diámetros en los tramos finales de la red.

##### **2.2.1.2.1. Componentes de un Sistema de Alcantarillado Sanitario**

Una red de alcantarillado sanitario se compone de elementos que deben ser certificados, como:

**a) Descarga domiciliaria**

La descarga domiciliaria, es una tubería con un diámetro generalmente de 6", la cual desaloja las aguas residuales de las casas hacia la red de desagüe. Su conexión debe ser hermética y su unión se realiza por medio de piezas especiales (cachimba) que encauzan el agua de la descarga en el sentido del flujo del agua en la red.

**b) Tuberías o conductos**

Estos reciben diferentes nombres a lo largo del sistema, siendo estas:

- **Emisario final (Emisor):** conduce las aguas hasta el punto de vertido o tratamiento. Una red puede tener más de un emisor dependiendo del tamaño de la localidad, se le distingue de los colectores porque no recibe conexiones adicionales en su recorrido.
- **Colector principal (Colectores):** son tuberías de gran diámetro que transportan las aguas servidas hasta su destino final, generalmente ubicadas en las partes más bajas de las ciudades.
- **Colectores Terciarios (Conexiones domiciliarias):** son tuberías de diámetro pequeño que pueden estar bajo tierra debajo de veredas y conectadas a subcolectores.
- **Colector secundario (Subcolectores):** son colectores que recogen las aguas residuales de los colectores terciarios y conducen a los colectores principales. Se ubican enterradas en las vías públicas.

**c) Buzones de concreto**

Los buzones de concreto son estructuras que desempeñan varias funciones en un sistema de alcantarillado, las cuales son: cambio de dirección, cambio de diámetro de la tubería, cambio de pendiente, como estructura de limpieza, inspección, ventilación y unión de varias tuberías. Deben ser herméticos para evitar la salida del agua residual hacia el terreno, así como la entrada del agua freática a las tuberías. Los buzones de concreto tienen forma cilíndrica, son amplios para que puedan entrar personas a realizar el trabajo de mantenimiento, deben tener un brocal de concreto o fierro y una tapa. En la parte inferior deben tener una media caña (canal) para encauzar el caudal de las aguas residuales, se les coloca una escalera marina para que el personal de operación y mantenimiento pueda descender a realizar su trabajo.

El diámetro interior de los buzones de inspección será de 1,20 m para tuberías de hasta 800 mm de diámetro y de 1,50 m para las tuberías de hasta 1200 mm. Para tuberías de mayor diámetro las cámaras de inspección serán de diseño

especial. Los techos de los buzones contarán con una tapa de acceso de 0,60 m de diámetro.

La distancia entre cámaras de inspección y limpieza consecutivas está limitada por el alcance de los equipos de limpieza. La separación máxima depende del diámetro de las tuberías, según se muestra en la Tabla N° 1.

DIÁMETRO NOMINAL DE LA TUBERÍA (mm)	DISTANCIA MÁXIMA (m)
100	60
150	60
200	80
250 a 300	100
Diámetros mayores	150

**Tabla 1. Diámetro nominal de la tubería**

Fuente: RNE – Norma OS-070

#### 2.2.1.2.2. Tanques sépticos

El tanque séptico es una estructura de separación de sólidos que acondiciona las aguas residuales para su buena infiltración y estabilización en los sistemas de percolación que necesariamente se instalan a continuación. El diseño de tanques sépticos circulares deberá

justificarse y en dicho caso deberá considerarse un diámetro interno mínimo de 1.1 m. Los tanques sépticos solo se permitirán en las zonas rurales o urbanas en las que no existan redes de alcantarillado, o éstas se encuentren tan alejadas, como para justificar su instalación.

En las edificaciones en las que se proyectan tanques sépticos y sistemas de zanjas de percolación, pozos de absorción o similares, requerirán, como requisito primordial y básico, suficiente área para asegurar el normal funcionamiento de los tanques durante varios años, sin crear problemas de salud pública, a juicio de las autoridades sanitarias correspondientes.

No se permitirá la descarga directa de aguas residuales a un sistema de absorción. El afluente de los tanques sépticos deberá sustentar el dimensionamiento del sistema de absorción de sus efluentes, en base a la presentación de los resultados del test de percolación.

#### a) Diseño de Tanque Séptico Según RNE NORMA IS.020

##### Tiempo de Retención

El periodo de retención hidráulico en los tanques sépticos será estimado mediante la siguiente fórmula:

$$PR = 1,5 - 0.3 \log(P.q)$$

Donde:

P: Población servida

Q: Caudal de aporte unitario de aguas residuales, litros/hab/día

El periodo de retención mínimo es de 6 horas.

### Volumen del Tanque Séptico

El volumen requerido para la sedimentación  $V_s$  en  $m^3$  se calcula mediante la fórmula:

$$V_s = 10^{-3} \cdot (P \cdot Q) \cdot PR$$

Debe decir:

Se debe considerar un volumen de digestión y almacenamiento de lodos ( $V_d$ , en  $m^3$ ) basado en un requerimiento anual de 70 litros por persona que se calculará mediante la fórmula:

$$V_d = t_a \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot N$$

Dónde:

P: Población servida

N: Es el intervalo deseado entre operaciones sucesivas de remoción de lodos, expresado en años. El tiempo mínimo de remoción de lodos es de 1 año.

$t_a$ : Tasa de acumulación de lodos expresada en L/hab.año. Un valor diferente al indicado (70 L/hab.año. Deberá justificarse)

### Dimensiones

Profundidad máxima de espuma sumergida ( $H_e$ ). Se debe considerar un volumen de almacenamiento de natas y espumas, la profundidad máxima de espuma sumergida ( $H_e$ , en m) es una función del área superficial del tanque séptico ( $A$ , en  $m^2$ ) y se calcula mediante la ecuación.

$$H_e = 0,7/A$$

Donde:

A: Área superficial del tanque séptico, en  $m^2$

Debe existir una profundidad mínima aceptable de la zona de sedimentación que se denomina profundidad de espacio libre ( $H_l$ , en m) y comprende la superficie libre de espuma sumergida y la profundidad libre de lodos.

La profundidad libre de espuma sumergida es la distancia entre la superficie inferior de la capa de espuma y el nivel inferior de la Tee o cortina del dispositivo de salida del tanque séptico ( $H_{es}$ ) y debe tener un valor mínimo de 0,1 m.

La profundidad libre de lodo es la distancia entre la parte superior de la capa de lodo y el nivel inferior de la Tee o cortina del dispositivo de salida, su valor ( $H_o$ , en m) se relaciona con el área superficial del tanque séptico y se calcula mediante la fórmula:

$$H_o = 0.82 - 0.26xA$$

$H_o$ , está sujeto a un valor mínimo de 0,3 m

La profundidad de espacio libre ( $H_I$ ) debe seleccionarse comparando la profundidad del espacio libre mínimo total calculado como ( $0,1 + H_o$ ) con la profundidad mínima requerida para la sedimentación ( $H_s$ ), se elige la mayor profundidad.

$$H_s = V_s/A$$

Donde:

A: Área superficial del tanque séptico

$V_s$ : Volumen de sedimentación

La profundidad total efectiva es la suma de la profundidad de digestión y almacenamiento de lodos ( $H_d=V_d/A$ ), la profundidad del espacio libre ( $H_I$ ) y la profundidad máxima de las espumas sumergidas ( $H_e$ ). La profundidad total efectiva:

$$H_{\text{total efectiva}} = H_d + H_I + H_e$$

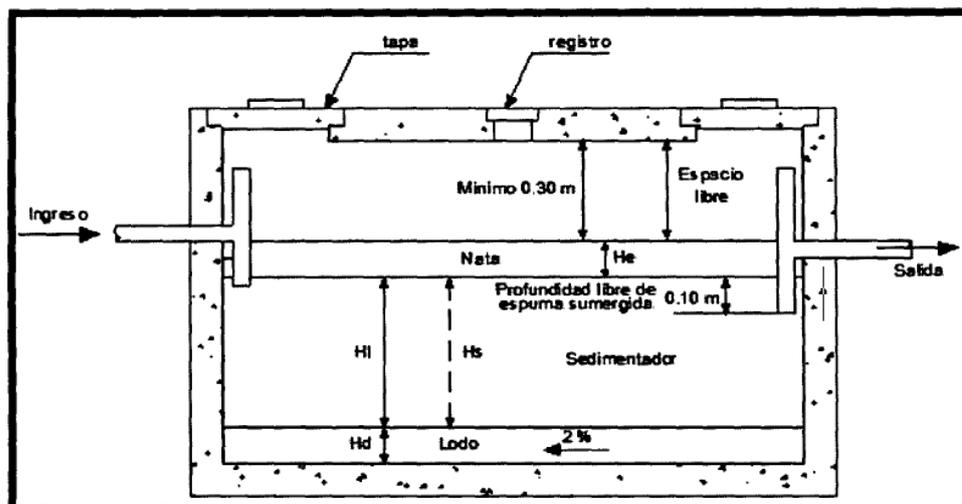
En todo tanque séptico habrá una cámara de aire de por lo menos 0,3 m de altura libre entre el nivel superior de las natas espumas y la parte inferior de la losa de techo.

Para mejorar la calidad de los efluentes, los tanques sépticos, podrán subdividirse en 2 o más cámaras. No obstante, se podrán aceptar tanques de una sola cámara cuando la capacidad total del tanque séptico no sea superior a los 5 m<sup>3</sup>.

Ningún tanque séptico se diseñará para un caudal superior a los 20 m<sup>3</sup>/día. Cuando el volumen de líquidos a tratar en un día sea superior a los 20 m<sup>3</sup> se buscará otra solución. No se permitirá para estas condiciones el uso de tanques sépticos en paralelo.

Cuando el tanque séptico tenga 2 o más cámaras, la primera tendrá una capacidad de por lo menos 50% de la capacidad útil total.

La relación entre el largo y el ancho de un tanque séptico rectangular será como mínimo de 2:1.



**Figura 1. Dimensiones del tanque séptico**

Fuente: OPS/CEPIS/05.163 UNATSABAR Guía Para El Diseño De Tanques Sépticos, Tanques Imhoff Y Lagunas De Estabilización

## b) Consideraciones de Construcción

### Materiales

Para los tanques sépticos pequeños, el fondo se construye por lo general de concreto no reforzado, lo bastante grueso para soportar la presión ascendente cuando el tanque séptico esté vacío. Si las condiciones del suelo son desfavorables o si el tanque es de gran tamaño, puede ser necesario reforzar el fondo. Las paredes son, por lo común, de ladrillo o bloques de concreto y deben enlucirse en el interior con mortero para impermeabilizarlas.

### Accesos

Todo tanque séptico tendrá losas removibles de limpieza y registros de inspección. Existirán tantos registros como cámaras tenga el tanque. Las losas removibles deberán estar colocadas principalmente sobre los dispositivos de entrada y salida.

### Dispositivos de entrada y salida del agua

- El diámetro de las tuberías de entrada y salida de los tanques sépticos será de 100 mm como mínimo (4").
- La cota de salida del tanque séptico estará a 0,05 m por debajo de la cota de entrada, para evitar represamientos.
- Los dispositivos de entrada y salida estarán constituidos por Tees o cortinas.

- El nivel de fondo de cortinas o las bocas de entrada y salida de las Tees, estarán a  $-0,3\text{m}$  y  $-0,4\text{m}$  respectivamente, con relación al nivel de las natas y espumas y el nivel de fondo del dispositivo de salida.
- La parte superior de los dispositivos de entrada y salida estarán a por lo menos  $0,20\text{m}$  con relación al nivel de las natas y espumas.

#### **Muro o tabique divisorio**

Cuando el tanque tenga más de una cámara, se deben prever aberturas o pases cortos sobre el nivel del lodo y por debajo de la espuma. Las ranuras o pases deben ser dos, por lo menos, a fin de mantener la distribución uniforme de la corriente en todo el tanque séptico.

#### **Ventilación del tanque**

Si el sistema de desagüe de la vivienda u otra edificación posee una tubería de ventilación en su extremo superior, los gases pueden salir del tanque séptico por este dispositivo. Si el sistema no está dotado de ventilación, se debe prever una tubería desde el tanque séptico mismo, protegida con una malla.

#### **Fondo del tanque séptico**

El fondo de los tanques sépticos tendrá pendiente de 2% orientada hacia el punto de ingreso de los líquidos. Si hay dos compartimientos, el segundo debe tener la parte inferior horizontal y el primero puede tenerla inclinada hacia la entrada. En los casos en que el terreno lo permita, se colocará tubería para el drenaje de lodos, la que estará ubicada en la sección más profunda. La tubería estará provista de válvula de limpieza.

#### **c) Operación y mantenimiento según el reglamento nacional de edificaciones (IS-020)**

Para una adecuada operación del sistema, se recomienda no mezclar las aguas de lluvia con las aguas residuales, así mismo, se evitará el uso de químicos para limpieza de tanque séptico y el vertimiento de aceites. Los tanques sépticos deben ser inspeccionados al menos una vez por año ya que esta es la única manera de determinar cuándo se requiere una operación de mantenimiento y limpieza. Dicha inspección deberá limitarse a medir la profundidad de los lodos y de la nata. Los lodos se extraerán cuando los sólidos lleguen a la mitad a o las dos terceras partes de la distancia total entre el nivel del líquido y el fondo.

La limpieza se efectúa bombeando el contenido del tanque a un camión cisterna. Si no se dispone de un camión cisterna aspirados, los lodos deben sacarse manualmente con cubos.

Cuando la topografía del terreno lo permita se puede colocar una tubería de drenaje de lodos, que se colocara en la parte más profunda del tanque (zona de ingreso). La tubería estará provista de una válvula. En este caso es recomendable que la evacuación de lodos se realice hacia un lecho de secado.

Cuando se extrae los lodos de un tanque séptico, este no debe lavarse completamente ni desinfectarse. Se debe dejar en el Tanque séptico una pequeña cantidad de fango para asegurar que el proceso de digestión continúe con rapidez.

Los lodos retirados del tanque séptico se podrán transportar hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales. En zonas donde no existe fácil acceso a las plantas de tratamiento o estas no existen en lugares cercanos, se debe disponer los lodos en trincheras y una vez secos proceder a enterrarlos, transportarlos hacia un relleno sanitario o usarlos como mejorador de suelos. Las zonas de enterramiento deben estar alejadas de las viviendas (por lo menos 500 metros de la vivienda más cercana). En ningún caso los lodos removidos se arrojarán a cuerpos de agua.

#### **2.2.1.2.3. Pozos de percolación**

Son pozos para la infiltración del afluente en el terreno. Se utilizan cuando el terreno superficial es poco permeable y existe suelos más permeables en la parte más profunda, por tanto, la profundidad del pozo dependerá de la profundidad del estrato permeable. Son pozos construidos de paredes de ladrillo con juntas abiertas, con diámetro mínimo de 1 m. de forma circular. El espacio entre el ladrillo y el terreno se rellena con grava gruesa con un espesor mínimo de 0.15 m. Toda poza debe tener una losa de concreto armado de 0.15 a 0.20 m de espesor, sobre un anillo también de concreto. La separación de pozos debe ser 3 veces el diámetro del pozo.

##### **a) Diseño de Pozos de absorción según el RNE 2006 Norma IS-020**

1. Los pozos de Absorción podrán usarse cuando no se cuenta con áreas suficiente para la instalación del campo de percolación o cuando el suelo sea impermeable dentro del primer metro de profundidad, existiendo estratos favorables a la infiltración.
2. El área efectiva de absorción del pozo lo constituye el área lateral del cilindro (excluyendo el fondo). Para el cálculo se considera 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.

3. La capacidad del pozo de absorción se calculará en base a las pruebas de infiltración que se hagan en cada estrato, usándose el promedio ponderado de los resultados para definir la superficie de diseño.

4. Todo pozo de absorción deberá introducirse por lo menos 2m en la capa filtrante, siempre y cuando el fondo del pozo quede por lo menos a 2 m sobre el nivel máximo de la capa freática.

5. El diámetro mínimo del pozo de absorción será de 1 m.

#### **b) Aspectos constructivos**

1. Los pozos de absorción tendrán sus paredes formadas por muros de mampostería con juntas laterales separadas. El espacio entre el muro y el terreno natural se rellenará con grava de 2,5 cm. la losa de techo tendrá una capa de inspección de 0,6 m de diámetro.

2. Cuando el efluente de un tanque séptico está conectado directamente a dos o más pozos de absorción, se requerirá instalar caja de distribución de flujo.

3. Se instalarán tantos pozos de absorción como sean necesarios en función de la capacidad de infiltración de los terrenos, la distancia entre ellos se regulará por su diámetro o por su profundidad según los casos, pero no será menor de 6,00 m entre sus circunferencias.

#### **2.2.1.2.4. Fórmula para cálculos de tuberías**

##### **a) Multiplicidad de fórmulas**

El gran número de fórmulas existentes para el cálculo de tuberías, pone en duda a quienes se inician en la hidráulica. Desde la presentación de la fórmula de Chézy, en 1975, que representa la primera tentativa para explicar en forma algebraica la resistencia a lo largo de un conducto, innumerables fueron las expresiones propuestas para el mismo fin, muchas de las cuales todavía hoy son reproducidas y encontradas en los manuales de hidráulica.

##### **b) Criterio para la adopción de una fórmula**

Evidentemente una expresión no debe ser adoptada simplemente por razones de simpatía por su país de origen o por el hecho de haberse empleado con buenos resultados.

Rara vez las tuberías después de puestas en servicio, son convenientemente ensayadas para la determinación de sus características hidráulicas; con todo eso,

los resultados de su funcionamiento, invariablemente son clasificados como buenos.

**c) Fórmulas de circulación de flujo en tuberías parcialmente llenas**

Fórmula de Chezy

$$V = C R_h^{1/2} S^{1/2}$$

Donde:

V = velocidad en (m/seg).

S = Pendiente

C = Coeficiente de Chézy

RH= D/4

Donde:

D = Diámetro de tubería

RH= Radio Hidráulico

Fórmula de Hazen - Williams

$$V = 0.36 \cdot C \cdot D^{0.63} \cdot J^{0.54}$$

Donde:

V = Velocidad media (m/s)

D = Diámetro, (m).

J = Pérdida de carga unitaria, (m/m).

C = Coeficiente que depende de la naturaleza de las paredes de los tubos (material y estado)

### Fórmula de Manning

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde:

V = Velocidad en (m/s).

S = Pendiente

n = Coeficiente de rugosidad de manning

R= Radio Hidráulico

## **2.2.2. UNIDADES BÁSICAS DE SANEAMIENTO**

Es una alternativa para el tratamiento de aguas residuales domesticas en zonas rurales o urbanas que no cuentan con redes de captación de aguas residuales, o se encuentran tan alejadas como para justificar su instalación. El PNSR (Programa Nacional de Saneamiento Rural) menciona que la UBS está compuesta por un baño completo (inodoro, lavatorio y ducha) con su propio sistema de tratamiento y disposición final de aguas residuales.

### **2.2.2.1. Componentes de la Unidad Básica de Saneamiento**

#### **2.2.2.1.1. Cuarto de baño**

El PNSR lo describe como el espacio que permite dar privacidad al usuario durante su uso y/o proteger al usuario contra la intemperie. El área interna debe ser adecuada para la disposición de la ducha, lavatorio e inodoro. De acá es donde nacen las aguas residuales (afluentes) las cuales se desplazan a través de la fuerza de arrastre hidráulico hasta llegar a una caja de registro y después al biodigestor o tanque séptico en el cual se produce el tratamiento primario.

#### **2.2.2.2. Tratamiento de la Unidad Básica de Saneamiento**

Este sistema de UBS, contempla dos tratamientos en el recorrido del agua residual los cuales son denominados como tratamiento primario y tratamiento secundario.

#### 2.2.2.2.1. Tratamiento primario

Proceso anaeróbico de la eliminación de sólidos, que puede realizarse en un tanque séptico o en un Biodigestor autolimpiable.

##### a) Tanque séptico

###### Principios de diseño:

Los principios que han de orientar el diseño de un tanque séptico son los siguientes:

- Prever un tiempo de retención de las aguas servidas, en el tanque séptico, suficiente para la separación de los sólidos y la estabilización de los líquidos.
- Prever condiciones de estabilidad hidráulica para una eficiente sedimentación y flotación de sólidos.
- Asegurar que el tanque sea lo bastante grande para la acumulación de los lodos y espuma.
- Prevenir las obstrucciones y asegurar la adecuada ventilación de los gases.

El diseño del tanque séptico se encuentra descrito en el ítem 2.2.1.2.2.

#### 2.2.2.2.2. Tratamiento secundario

Tratamiento donde la descomposición de los sólidos restantes es realizada por organismos aeróbicos, este tratamiento se realiza mediante campos de percolación o pozos.

##### a) Campo de percolación

Es el área requerida para disponer del afluente del tanque séptico o biodigestor.

###### Diseño de Campo de Percolación según el RNE 2006 Norma IS-020

Para efectos del diseño del sistema de percolación se deberá efectuar un "test de Percolación". Los terrenos se clasifican de acuerdo a los resultados de esta prueba en: Rápidos, Medios, Lentos, según los valores de la presente tabla:

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

**Tabla 2. Clasificación de los terrenos según resultados de prueba de percolación**

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones 2016, Norma IS 020

Cuando el terreno presenta resultados de la prueba de percolación con tiempos mayores de 12 minutos no se consideran aptos para la disposición de efluentes de los tanques sépticos o Biodigestores, debiéndose proyectar otro sistema de tratamiento y disposición final.

Las distancias de los tanques sépticos, campo de percolación, pozos de absorción a las viviendas, tuberías de agua, pozos de abastecimiento y cursos de agua superficial (ríos, arroyos, etc.) estará de acuerdo a la siguiente tabla:

TIPOS DE SISTEMA	DISTANCIA MÍNIMA EN METROS			
	Pozo de agua	Tubería de agua	Curso superficial	Vivienda
Tanque Séptico	15	3	-	-
Campo de Percolación	25	15	10	6
Pozo de absorción	25	10	15	6

**Tabla 3. Distancia mínima al sistema de tratamiento**

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones 2016, Norma IS 020

El tanque séptico o biodigestor y el campo de percolación estarán ubicados aguas debajo de la captación de agua, cuando se trae de pozos cuyos niveles estáticos estén a menos de 15 metros de profundidad.

#### Guía de diseño

1. El área útil del campo de percolación será el mayor valor entre las áreas del fondo y de las paredes laterales, contabilizándolas desde la tubería hacia abajo. En consecuencia, el área de absorción se estima por medio de la siguiente relación:

$$A = Q / R$$

Donde:

A: Área de absorción en (m<sup>2</sup>)

Q: Caudal promedio, efluente del tanque séptico (Lidías)

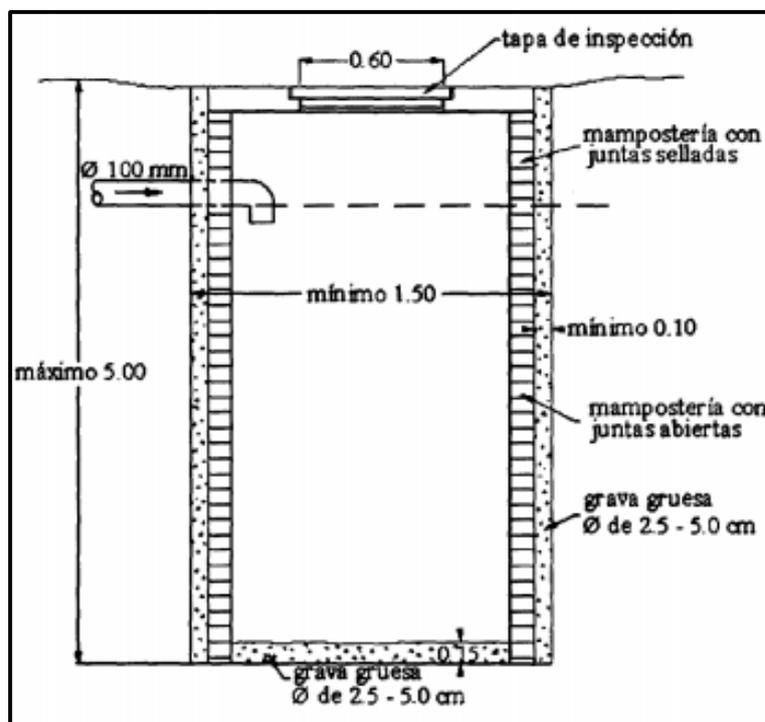
R: Coeficiente de infiltración (Lim<sup>2</sup>/día).

2. La profundidad de la zanja se determina de acuerdo con la elevación del nivel freático y la tasa de percolación. La profundidad mínima de las zanjas será de 0.60 m, procurando mantener una separación de mínima de 2m entre el fondo de la zanja y el nivel freático.

3. El ancho de la zanja estará en función de la capacidad de percolación de los terrenos y podrá variar entre un mínimo de 0.45 m y un máximo de 0.90 m.
4. La longitud de la zanja se determina de acuerdo con la tasa de percolación y el ancho de la zanja. La configuración de las zanjas podrá tener diferentes diseños dependiendo del tamaño y la forma de la zona de eliminación disponible, la capacidad requerida y la topografía del área.
5. La longitud máxima de cada línea de drenes será de 30 m. todas las líneas de drenaje en lo posible serán de igual longitud.
6. Todo campo de absorción tendrá como mínimo dos líneas de drenes. El espaciamiento entre los ejes de cada zanja tendrá un valor mínimo de 2 metros.
7. La pendiente mínima de los drenes será de 1.5 por mil y un valor máximo de 5 por mil.

**b) Pozo de absorción**

La OPS/CEPIS (2003), define a pozo de absorción o pozo de infiltración como hoyo profundo realizado en la tierra para infiltrar el agua residual sedimentada en el tanque séptico. Los pozos de infiltración no deben ser empleados en lugares donde el abastecimiento de agua para consumo humano se obtenga de pozos de menos de 10 metros de profundidad o donde el subsuelo esté compuesto por 28 formaciones calcáreas o rocas fracturadas, a fin de minimizar la contaminación de la fuente de agua subterránea.



**Figura 2. Detalle de pozo de absorción o pozo de infiltración**

Fuente: OPS/CEPIS/03.83 UNATSABAR Especificaciones técnicas para el diseño de zanjas y pozos de infiltración.

El material predominante en el pozo de absorción es el ladrillo (material de mampostería con juntas abiertas) y la grava gruesa como se observa en la figura.

### c) Prueba de Percolación – procedimiento según el RNE 2006 Norma IS-020

La prueba de percolación se utiliza para obtener un estimativo de tipo cuantitativo de la capacidad de absorción de un determinado sitio. El procedimiento recomendado para realizar tales pruebas es el siguiente:

1. Número y Ubicación de las Pruebas. Se harán 6 o más pruebas en agujeros separados uniformemente en el área donde se construirá el campo de percolación.
2. Tipos de Agujeros. Excávense agujeros cuadrados de 0.3 x 0.3 m cuyo fondo deberá quedar a la profundidad a la que se construirán las zanjas de drenaje.
3. Preparación del agujero de prueba. Cuidadosamente, con cuchillo se rasparán las paredes del agujero, añada 5 cm de grava fina o arena gruesa al fondo del agujero.

4. Saturación y expansión del suelo. Se llenará cuidadosamente con agua limpia el agujero hasta una altura de 0.30 m sobre la capa de grava, y se mantendrá esta altura por un periodo mínimo de 4 horas. Esta operación debe realizarse en lo posible durante la noche. A las 24 horas de haber llenado por primera vez el agujero, se determinará la tasa de percolación de acuerdo con el procedimiento que se describe a continuación.

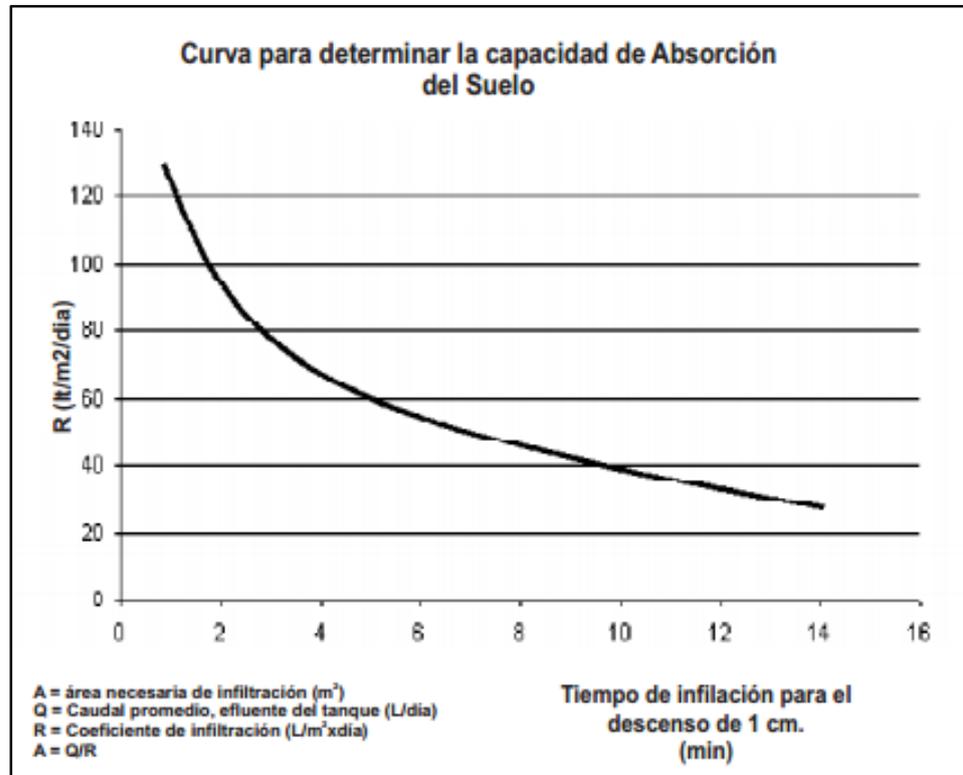
5. Determinación de tasa de percolación:

a. Si el agua permanece en el agujero después del periodo nocturno de expansión, se ajusta la profundidad aproximadamente a 25 cm sobre la grava. Luego utilizando un punto de referencia fijo, se mide el descenso del nivel de agua durante un periodo de 30 min. Este descenso se usa para calcular la tasa de percolación.

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 minutos aproximadamente, durante un periodo de 4 horas. Cuando se estime necesario se podrá añadir agua hasta obtener un nuevo nivel de 15 cm por encima de la capa de grava. El descenso que ocurra durante el periodo final de 30 minutos se usa para calcular la tasa de absorción o infiltración. Los datos obtenidos en las primeras horas proporcionan información para posibles modificaciones del procedimiento de acuerdo con las condiciones locales.

c. En suelos arenosos o en algunos otros donde los primeros 15 cm de agua se filtran en menos de 30 minutos después del periodo nocturno de expansión, el intervalo de tiempo entre mediciones debe ser de 10 minutos y la duración de la prueba una hora. El descenso que ocurra en los últimos 10 minutos se usa para calcular la tasa de infiltración.

Cabe mencionar que en terrenos arenosos no será necesario esperar 24 horas para realizar la prueba de percolación.



**Figura 3. Curva para determinar la capacidad de absorción del suelo**

Fuente: RNE 2006 Norma IS-020

### 2.2.3. DEFINICIONES

**Afluente:** Aguas residuales sin tratar o parcialmente tratadas, que entra a un depósito o estanque.

**Aguas residuales domésticas:** Aguas residuales derivadas principalmente de las casas, edificios comerciales instituciones y similares, que no están mezcladas con aguas de lluvia o aguas superficiales.

**Efluente:** Agua que sale de un depósito o termina una etapa o el total de un proceso de tratamiento.

**Espacio libre:** Es la distancia vertical entre el máximo nivel de la superficie del líquido, en un tanque.

**Estabilidad:** Es la propiedad de cualquier sustancia, contenida en las aguas residuales, o en el efluente o en los lodos digeridos, que impide la putrefacción. Es el antónimo de putrescibilidad.

**Grasa:** En aguas residuales, el término grasa incluye a las grasas propiamente dichas, ceras, ácidos grasos libres, jabones de calcio y de magnesio, aceites minerales y otros materiales no grasosos.

**Lecho de secado de lodos:** Aquella superficie natural confinada o lechos artificiales de material poroso, en los cuales son secados los lodos digeridos de las aguas residuales por escurrimiento y evaporación. Un lecho de secado de lodos puede quedar a la intemperie o cubierto, usualmente, con un armazón del tipo invernadero.

**Lodos:** Los sólidos depositados por las aguas residuales domésticas o desechos industriales crudos o tratados, acumulados por sedimentación en tanques y que contienen más o menos agua para formar una masa semilíquida.

**Pendiente:** La inclinación o declive de una tubería o de la superficie natural del terreno, usualmente expresada por la relación o porcentaje del número de unidades de elevación o caída vertical, por unidad de distancia horizontal.

**Percolación:** El flujo o goteo del líquido que desciende a través del medio filtrante. El líquido puede o no llenar los poros del medio filtrante.

**Periodo de Retención:** El tiempo teórico requerido para desalojar el contenido de un tanque o una unidad, a una velocidad o régimen de descarga determinado (volumen dividido por el gasto).

**Sedimentación:** El proceso de asentar y depositar la materia suspendida que arrastra el agua, las aguas residuales u otros líquidos, por gravedad. Esto se logra usualmente disminuyendo la velocidad del líquido por debajo del límite necesario para el transporte del material suspendido. También se llama asentamiento.

**Sifón:** Conducto cerrado, una porción del cual yace por debajo de la línea de nivel hidráulico. Así se origina una presión inferior a la atmosférica en esa porción y por esto requiere que sea creado un vacío para lograr el flujo.

**Sólidos Sedimentables:** Sólidos suspendidos que se asientan en el agua, aguas residuales, u otro líquido en reposo, en un periodo razonable. Tal periodo se considera, aunque arbitrariamente, igual a una hora.

**Tanque Dosificador:** Un tanque en el cual se introducen aguas residuales domésticas parcialmente tratadas, en cantidad determinada y del cual son descargadas después, en la proporción que sea necesaria, para el subsecuente tratamiento.

**Tanque Séptico:** Es un tanque de sedimentación de acción simple, en el que los lodos sedimentados están en contacto inmediato con las aguas residuales domésticas que entran al tanque, mientras los sólidos orgánicos se descomponen por acción bacteriana anaerobia.

**Tratamiento Primario:** Proceso anaeróbico de la eliminación de sólidos.

**Tratamiento Secundario:** Tratamiento donde la descomposición de los sólidos restantes es realizada por organismos aeróbicos, este tratamiento se realiza mediante campos de percolación o pozos.

## CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

### 3.1. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM
Sistema de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento	Serie de tuberías, unidades básicas de saneamiento y obras complementarias necesarias para recibir, conducir y evacuar las excretas y aguas residuales de la población.	Número de viviendas	Encuestas	Cuestionario
			Levantamiento topográfico	Área, coordenadas
		Número de unidades básicas de saneamiento	Encuestas	Cuestionario
			Levantamiento topográfico	Área, coordenadas
		Número de buzones y dimensiones	Topografía del terreno	Pendiente, coordenadas, área
			Cálculo hidráulico	Pendiente, longitud, caudal, velocidad, material de diseño de tubería
		Número de Tanques sépticos	Número de redes de desagüe	Número de viviendas y población, caudal
		Longitud y diámetro de tuberías	Topografía del terreno	Pendiente, coordenadas, área
			Cálculo hidráulico	Pendiente, caudal, velocidad, material de diseño de tubería

### 3.2. Diseño de investigación

El diseño del presente estudio es No Experimental, porque no se manipulará la variable deliberadamente, sólo se contemplarán los fenómenos y luego se analizarán. Es Descriptivo, porque se describirá y medirá la variable identificada. Es transversal porque se recolectará datos e información para luego describir la variable y analizar su comportamiento en un mismo tiempo.

### 3.3. Unidad de estudio

Localidad de Carhuacocha, distrito de Chilia – Pataz – La Libertad.

### 3.4. Población

Localidad de Carhuacocha, distrito de Chilia – Pataz – La Libertad, 2017.

### 3.5. Muestra

Para esta investigación NO se considerará muestra porque se tiene acceso a toda la población de estudio de la localidad de Carhuacocha.

### **3.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos**

La observación, se utilizará porque es una técnica fiable y que más se adecuada a nuestra investigación puesto que nos permitirá la recolección de información y datos y su posterior análisis, por ello; primero, se empleará en el levantamiento topográfico del área con estación total para obtener los planos de planta, localización, curvas de nivel, topográfico; segundo, en la recolección de muestras en el lugar mediante calicatas y su posterior análisis en el laboratorio, para obtener el Estudio de Mecánica de Suelos y estudio geotécnico del lugar; tercero, en el diseño del proyecto, entre los que se encuentran el número de unidades básicas de saneamiento, el número de buzones y dimensiones, el número de tanques sépticos, longitud y diámetro de las tuberías.

La revisión de las bases de datos y análisis de documentos, se utilizará porque es la técnica más adecuada para analizar y evaluar los censos poblacionales de 1993 y 2007 que permitirán obtener la tasa de crecimiento poblacional y la población futura de diseño del proyecto que se consideró a 20 años, también servirá para el mismo diseño del proyecto.

La encuesta, porque es una técnica fiable y que es la más conveniente para la obtención del número de viviendas, número de familias, número de familias por vivienda, la población total y las necesidades de la población.

### 3.7. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

Primero, se realizarán las encuestas socioeconómicas que permitirán recaudar la mayor información posible de todo lo concerniente a nuestra investigación, se recolecta información como población total, número de viviendas, tasa poblacional por vivienda, ingresos económicos, actividad económica, existencia de suministro de agua potable, existencia de red de desagüe, sistema de deposición de excretas, entre otros. Esta información permitirá conocer la perspectiva situacional del lugar de estudio y de la población sus necesidades.

Segundo, se realizará un estudio y levantamiento topográfico de la localidad de Carhuacocha para determinar las características y topografía del terreno, las curvas de nivel, la ubicación georeferencial de las viviendas, esta información la usaremos para el diseño para el diseño de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento.

Tercero, se realizará un Estudio de Mecánica de Suelos, de esta manera, se quiere determinar el tipo de suelo que tiene dicha localidad, este es un factor importante que se debe tener en cuenta, ya que influirá directamente en el diseño del sistema de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento, y en la ubicación de los pozos de absorción.

Cuarto, se realizará el trabajo de gabinete en el cual se obtendrán los planos topográficos, utilizando los programas AutoCAD y CivilCAD.

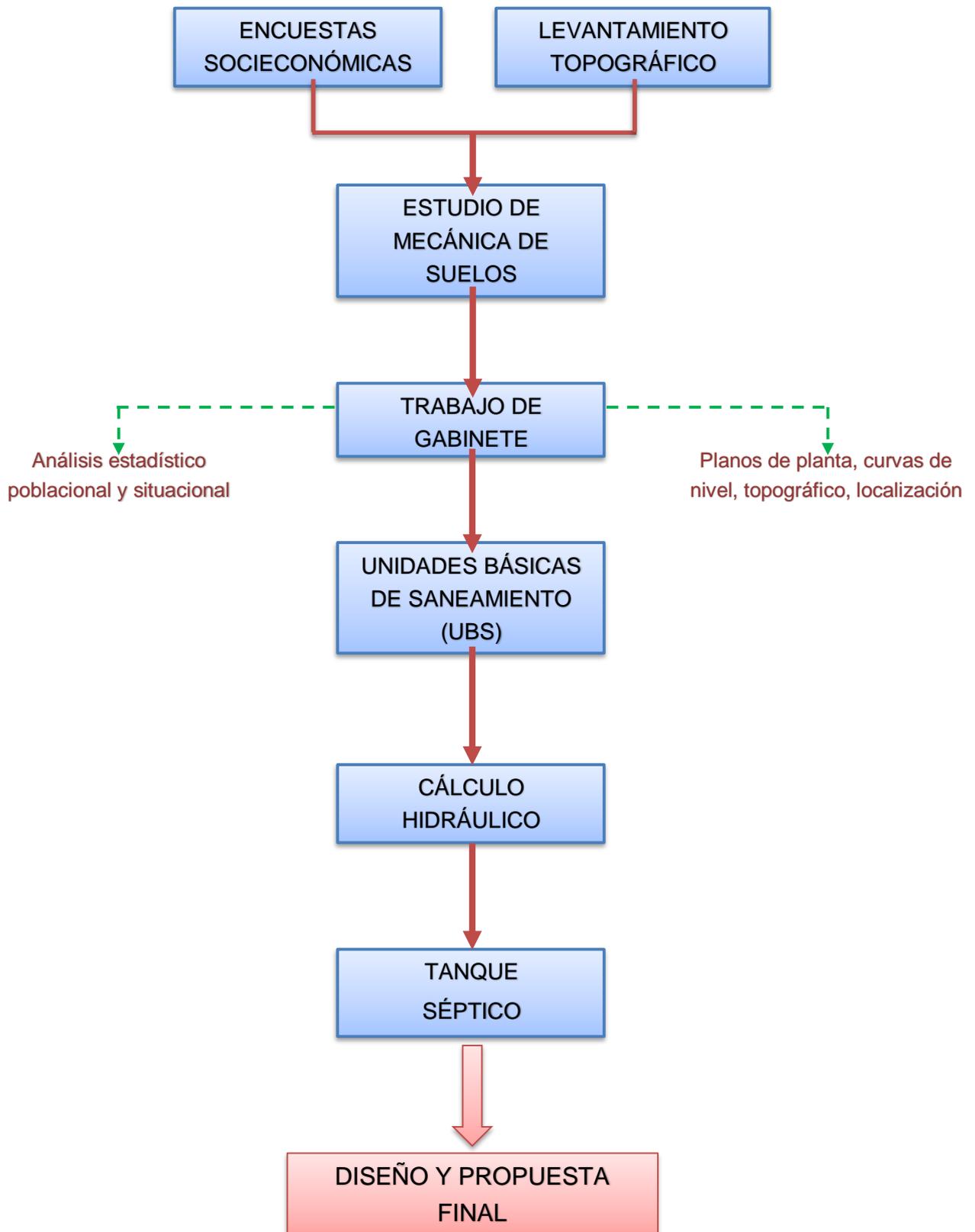
Quinto, se realizará un análisis estadístico teniendo en cuenta los censos poblacionales de 1993 y 2007 y las encuestas realizadas a los pobladores, que permitirán obtener la población actual, la tasa de crecimiento poblacional, la población futura de diseño del proyecto que se consideró a 20 años.

Sexto, con el plano topográfico se realizará el trazo de las dos redes de desagüe considerando la ubicación y densidad de estas viviendas, también se determinará la ubicación de los dos tanques sépticos (considerando áreas planas y de aproximadamente 50 m<sup>2</sup>) que formarán parte del sistema de alcantarillado. Estas redes de desagüe se utilizarán para el diseño del cálculo hidráulico.

Séptimo, con el plano topográfico realizará la ubicación de las unidades básicas de saneamiento, que comprende: cuarto de baño, cajas registro, tanque séptico y pozo de absorción. La ubicación de este sistema se determinará teniendo en cuenta zonas de pendiente baja (planas) con un área de aproximadamente 20 m<sup>2</sup>.

Octavo, se realizará el cálculo hidráulico, con la fórmula de manning, en el que se determinará para las tuberías de PVC: el diámetro, las pendientes y longitudes; para los buzones de concreto: cantidad y dimensiones, el caudal máximo horario, velocidad de diseño, entre otros.

Noveno, se procederá con el diseño del tanque séptico el cual también comprende el pozo percolador, entre lo que se determinará el periodo de retención hidráulica, el volumen y dimensiones del tanque séptico, entre otros.



## CAPÍTULO 4. DESARROLLO DE TESIS

### 4.1. INFORMACIÓN BÁSICA

#### 4.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

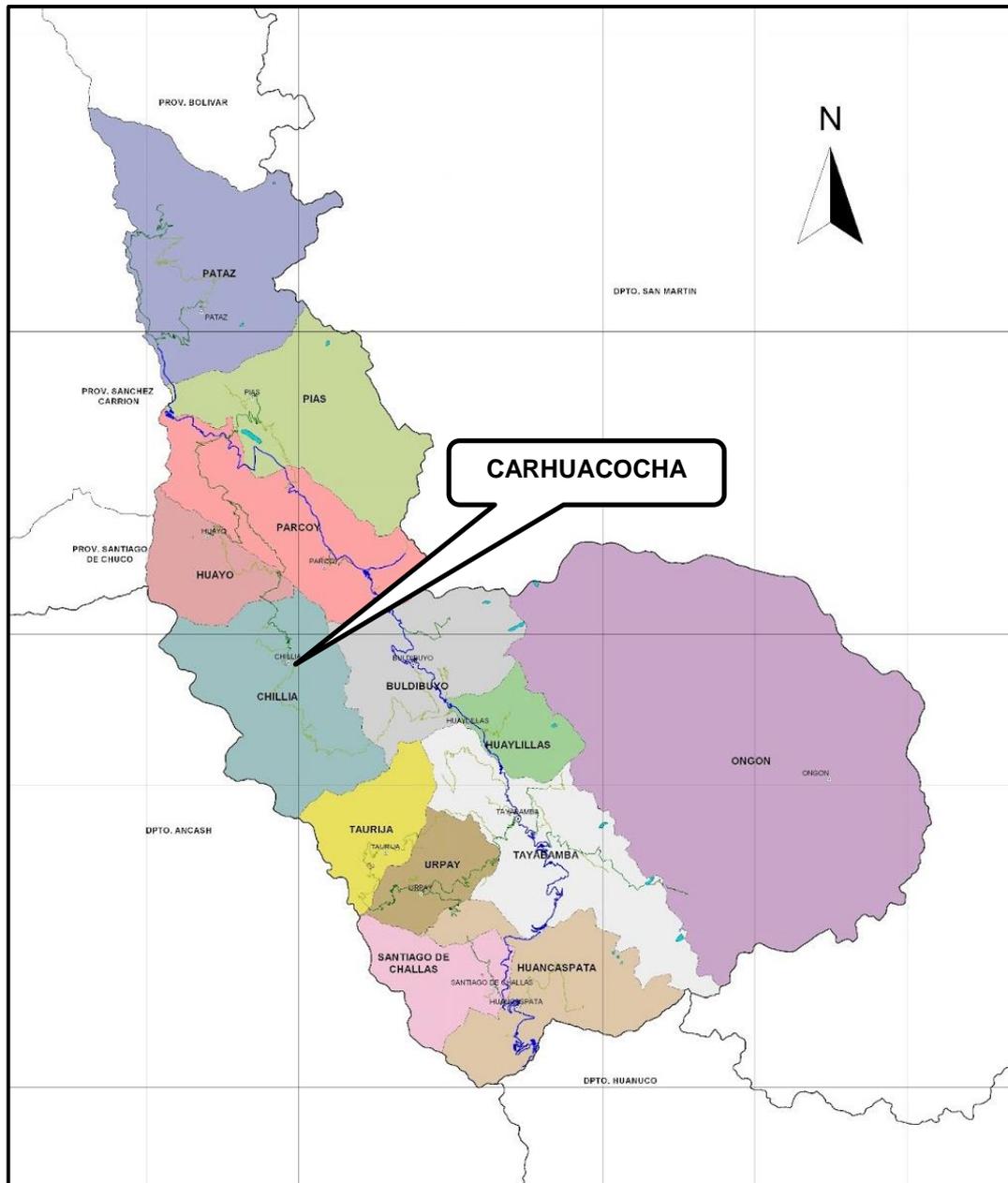
La localidad de Carhuacocha pertenece al distrito de Chilia, que es uno de los trece distritos de la provincia de Pataz, ubicado en la parte sureste del departamento de La Libertad.

Localidad : Carhuacocha  
Distrito : Chilia  
Provincia : Pataz  
Región : La Libertad  
Altitud : 3280 m.s.n.m.



**Figura 4. Mapa provincia de Pataz, departamento de La Libertad**

Fuente: Recuperado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia\\_de\\_Pataz](https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Pataz)



**Figura 5. Mapa de la localidad de Carhuacocha, provincia de Pataz**

Fuente: Gobierno Regional de La Libertad

#### 4.1.2. CLIMA

La localidad de Carhuacocha presenta una temperatura anual promedio de 13.5°C, la época de lluvias es del mes de enero a marzo, y durante los otros meses del año presenta lluvias esporádicas; además, el ambiente es seco. Tiene escasa humedad atmosférica y está bajo el influjo de los vientos dominantes del sur este (alisios), que se desplazan siguiendo la dirección andina. Durante el día las brisas del valle soplan desde las quebradas estrechas hacia las montañas. Como también lo hacen las brisas desde la cumbre de las montañas,

con dirección a los valles. Lo que ha permitido que se pueda tener dentro de su territorio las diferentes regiones naturales.

#### 4.1.3. POBLACIÓN

La localidad de Carhuacocha tiene una población de 472 habitantes al año 2017 pertenecientes al área rural.

#### 4.1.4. ESTUDIO SOCIOECONÓMICO

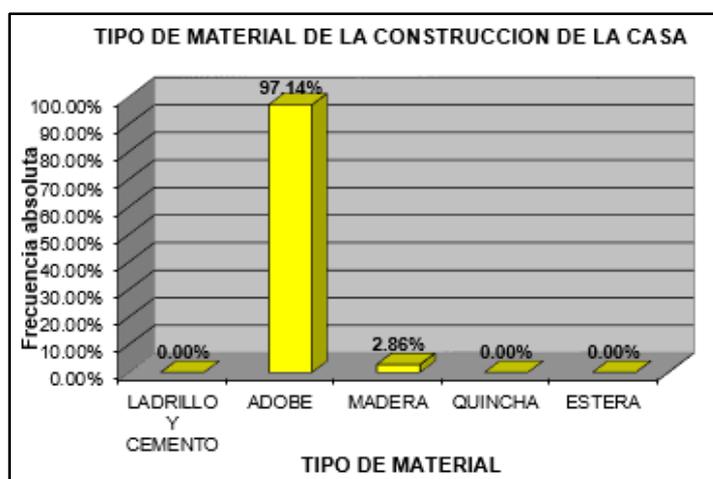
La información se pudo verificar en campo, a través de la encuesta a los pobladores se pudo realizar un estudio socioeconómico del centro poblado de Carhuacocha, los resultados son presentados a continuación:

##### 4.1.4.1. Usos de la vivienda

De acuerdo a la información brindada por los pobladores el 100% de las viviendas son utilizadas para fines de vivienda.

##### 4.1.4.2. Material predominante en la vivienda

Se cuenta con viviendas homogéneas y con un patrón bien característicos de la sierra, que son construidas con materiales de la zona como el adobe y tapial, los pisos son de tierra, los techos de icho y de calamina. El 97.14% son de paredes de adobe con techos de calaminas y paja, y un 2.86% son construidas de madera; estas construcciones son realizadas por los mismos pobladores.



**Figura 6. Material predominante en las viviendas**

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4.3. Servicios básicos

El 100% del centro poblado de Carhuacocha cuenta con el servicio de energía eléctrica en cuanto a alumbrado público en calles y pasajes; y sólo el 28.57% de la población cuenta con el servicio eléctrico domiciliario por ser de recursos económicos muy bajos o tener deudas pendientes con la empresa correspondiente. El 100% de las viviendas cuenta con el servicio de agua, que es abastecida por 3 reservorios; dos de ellos de 5 m<sup>3</sup> y uno de 7 m<sup>3</sup>. El 100% de las viviendas no cuentan con el sistema de red de alcantarillado, ni sistemas de tratamiento, por lo que se hace necesario la implementación de un sistema para la deposición de excretas.

Servicio Domiciliario	Sí tiene (%)	No tiene (%)
Energía eléctrica (pública)	100	0
Energía eléctrica (domiciliaria)	28.57	71.43
Conexión domiciliaria de agua	100	0
Conexión domiciliaria de alcantarillado	0	100

**Tabla 4. Servicios básicos**

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4.4. Unidades básicas de saneamiento

La población no cuenta con el servicio de unidades básicas de saneamiento; solo algunos cuentan con letrinas construidas de forma artesanal y empírica, no cuentan con los componentes necesarios para que puedan ser considerados aptos para la salubridad.

Tanto las casas que se encuentran dentro de la red proyectada de alcantarillado, como aquellas que se encuentran alejadas de la red, se les propondrá la construcción de cuartos de baño.

#### 4.1.4.5. Actividad económica

Según la encuesta realizada, el 100% de las familias se dedica a la actividad agrícola dada la gran extensión de pastos naturales y el ingreso económico de la población depende principalmente de lo proveniente de la venta de sus productos agrícolas. Cabe mencionar además que, no existe mercados en esta localidad, por lo tanto, no se comporta como centro de consumo ni de acopio de productos. Para abastecerse de productos, la población se dirige al distrito de Chilia, donde se concentra el acopio de

productos provenientes de la ciudad de Trujillo. En caso de no encontrar lo que buscan en los pequeños mercados locales, los productores agropecuarios deben trasladarse hasta el distrito de Tayabamba (capital de la Provincia de Pataz).

#### 4.1.4.6. Nivel de ingresos mensuales por familia

Según la encuesta realizada, el 67.65% de la población no supera los S/.1000.00, el 32.35% cuenta con un ingreso que oscila entre S/. 550.00 a S/. 800.00 y un 5.88% que supera los S/.1500.00 nuevos soles. De esto se concluye que el promedio de ingreso de las familias es de S/.910.29 nuevos soles mensuales, cabe mencionar que, el principal aporte a la canasta familiar es realizado por el padre de familia.

#### 4.1.4.7. Nivel de educación

Cuentan con 3 locales destinados a educación, teniendo así: 1 inicial –jardín, 1 primaria y 1 secundaria. Según información de ESCALE – MINEDU, del año 2014, el total de alumnos matriculados por los tres centros educativos es de 112.

#### 4.1.4.8. Salud

La localidad de Carhuacocha no tiene puestos de salud, para atenderse tienen que acudir al Centro de Salud de Chilia, y cuando son emergencias mayores se trasladan al hospital de Pataz y/o Trujillo.

#### 4.1.4.9. Enfermedades más frecuentes en la población afectada

Según la encuesta realizada, se logró determinar que las enfermedades diarreicas y respiratorias son las más frecuentes, según se detalla a continuación:

Enfermadades	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia absoluta acumulada	Frecuencia relativa acumulada
DIARREICAS	7	20.00%	7	20.0%
DE LA PIEL	4	11.43%	11	31.4%
RESPIRATORIAS	24	68.57%	35	100.0%
	35	100.0%		

**Tabla 5. Enfermedades más frecuentes en la población**

Fuente: Elaboración propia

La causa principal de las enfermedades diarreicas es la falta alcantarillado y/o letrinas, sumado la falta de higiene. De la misma encuesta, a la pregunta si en los últimos 15 días alguien de la familia tuvo diarrea, se obtuvo que un 14.29% dijo que sí.

#### 4.1.4.10. Estudio de suelos

Se asumieron terrenos adecuados para las zonas de infiltración tanto de los tanques sépticos como de las unidades básicas de saneamiento, por motivo de altos costos y corto tiempo de elaboración de la tesis en mención.

## 4.2. DIAGNÓSTICO DEL CENTRO POBLADO

### 4.2.1. VÍAS DE ACCESO

El acceso para llegar hasta la localidad de Carhuacocha, empieza desde Trujillo en bus o camioneta con un recorrido de 20 horas en bus, o 12 horas en camioneta aproximadamente, y un coste de S/.60 en bus y S/.150 en camioneta. El tipo de carretera es asfaltado el recorrido que comprende la Panamericana Norte, mientras que el resto es carretera afirmada la cual se halla en estado regular.

Para tener acceso a la localidad de Carhuacocha, se puede tomar de referencia la ciudad de Trujillo y el distrito de Tayabamba (capital de la provincia de Pataz), teniendo los siguientes tipos de vía, distancias y tiempos:

La tabla muestra las distancias y tiempos de recorridos de lugar a lugar, estos tiempos lo contemplamos como si se tratara de un viaje en bus:

De	A	Tipo de vía	Distancia	Tiempo
Trujillo	Tayabamba	Vía afirmada	351 Km.	14 h
Tayabamba	Carhuacocha	Vía afirmada	78 Km.	5h 45min

**Tabla 6. Distancia y tiempo de Trujillo – Tayabamba – Carhuacocha**

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta a Tayabamba (capital de la provincia de Pataz), el acceso para llegar a Carhuacocha, es de la siguiente manera:

- **Trujillo - Chao:** El acceso empieza desde la ciudad de Trujillo, mediante vía asfaltada hasta la ciudad de Chao por la Panamericana Norte (aproximadamente 78 Km); desde aquí se desvía hacia la izquierda.
- **Chao - Tayabamba:** El acceso continúa desde la ciudad de Chao mediante vía afirmada hasta el distrito de Tayabamba (aproximadamente 273 Km).
- **Tayabamba:** El acceso continúa desde el distrito de Tayabamba, mediante vía afirmada hasta la localidad de Carhuacocha (aproximadamente 78 Km).

#### 4.2.2. CÁLCULO DE LA POBLACIÓN ACTUAL

Para determinar la población actual de la localidad de Carhuacocha al año 2017 se hizo con las encuestas a las viviendas de la localidad, cabe resaltar que todas ellas son destinadas a uso de vivienda.

Para calcular la población actual se ha aplicado el método de la densidad de población obtenida con la siguiente fórmula:

$$\text{Población} = \text{N}^{\circ} \text{Viviendas} \times \text{Densidad poblacional (hab/Viv.)}$$

#### 4.2.3. NÚMERO DE VIVIENDAS EN LA ACTUALIDAD

Para determinar el número de viviendas en la localidad de Carhuacocha, se realizó con el trabajo de campo de levantamiento topográfico. Ver plano PT – VG, en donde se localizan todas las viviendas existentes.

Luego de haber realizado las encuestas, se determinó para el estudio todas las viviendas habitadas en la localidad, estas dieron un total de 118 viviendas consideradas para el análisis.

#### 4.2.4. DENSIDAD POBLACIONAL

La densidad poblacional es de 4 habitantes por vivienda, esta información fue sacada de la encuesta realizada en el trabajo de campo.

#### 4.2.5. POBLACIÓN ACTUAL

Una vez realizado el cálculo de las viviendas actuales de la localidad de Carhuacocha y de su densidad poblacional, se determina la población actual, según se observa a continuación:

Año 2017	Población		Total de habitantes
	Viviendas habitadas	Densidad (Hab/Viv)	
CARHUACOCHA	118	4	472

**Tabla 7. Población actual**

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3. TOPOGRAFÍA

La localidad de Carhuacocha tiene una formación y desarrollo topográfico de pendiente alta. En la parte más elevada presenta una altura de 3575 m.s.n.m. (vivienda) y en las zonas más bajas unas alturas de 3245 y 3295 m.s.n.m. (tanques sépticos).

Para el diseño del sistema de alcantarillado se necesitó de un levantamiento topográfico con estación total y GPS, como lo describiremos a continuación:

#### 4.4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

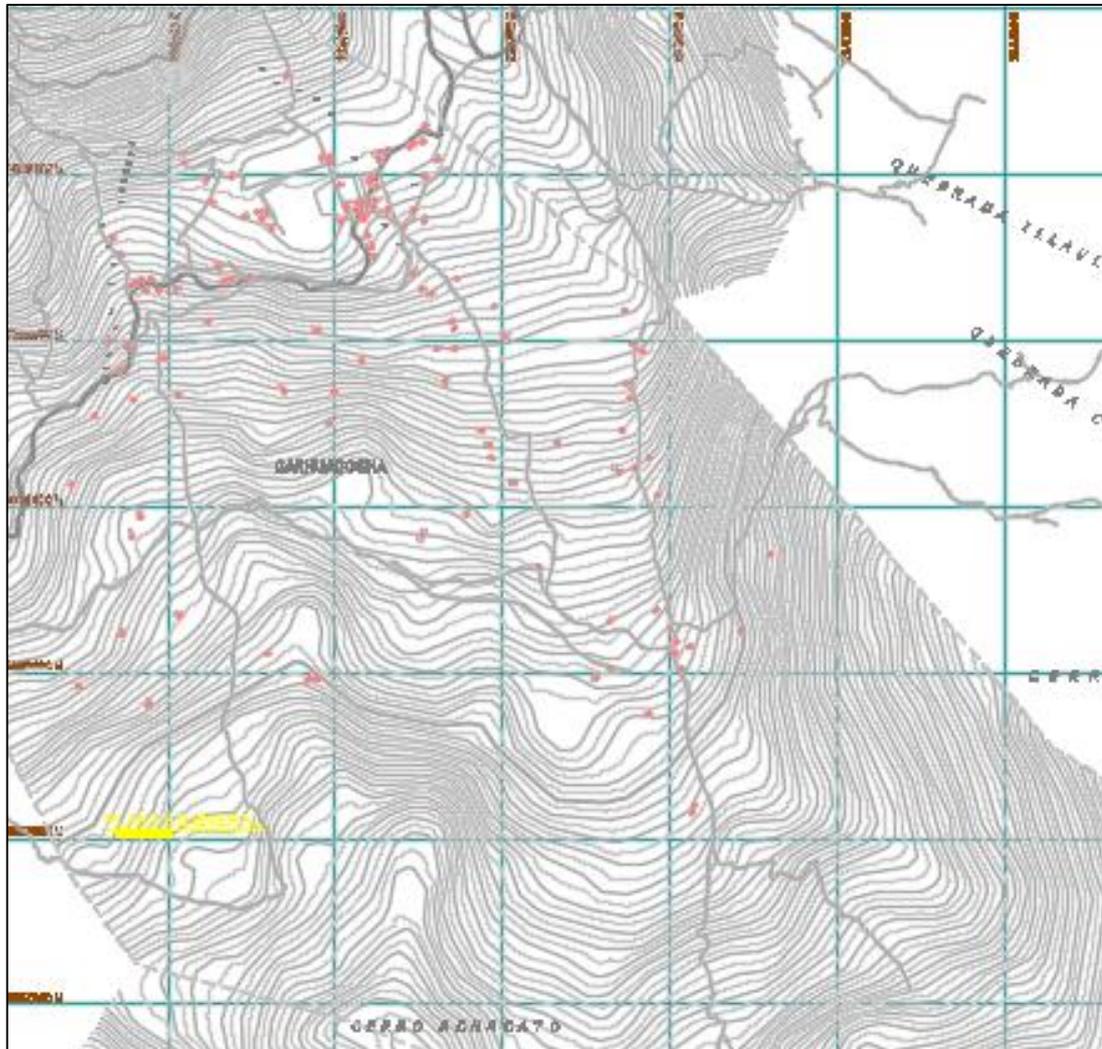
Antes de iniciar el trabajo, se hizo el reconocimiento general del terreno, identificando las posibles zonas donde se propone el diseño del sistema de alcantarillado y la ubicación de los pozos sépticos, el recorrido se realizó con plena coordinación de los pobladores de Carhuacocha.

Una vez identificado el terreno, se realizó en primer lugar el levantamiento topográfico de las zonas donde se propone el diseño del sistema de alcantarillado con el uso de la estación total, ya que en estas zonas se encuentran ubicadas las viviendas más cercanas unas de otras, además de ello, se requiere una mayor precisión de las cotas del terreno para el cálculo de las pendientes de tubería de la red de desagüe.

Para el levantamiento topográfico de las zonas restantes, se hizo uso del GPS, ya que, para estas áreas de terreno y casas alejadas, no es necesario la precisión de las cotas de terreno porque estos contarán con la propuesta de diseño de las Unidades Básicas de Saneamiento.

Tanto con el uso de la estación total, el GPS, y el google maps, se procedió al trabajo de gabinete, en el cual se determinó las curvas del nivel y las viviendas de la localidad de Carhuacocha que serán beneficiadas con los diseños mencionados.

La siguiente imagen muestra el Plano Topográfico, en el cual se hallan las curvas de nivel y las viviendas de toda la localidad de Carhuacocha.



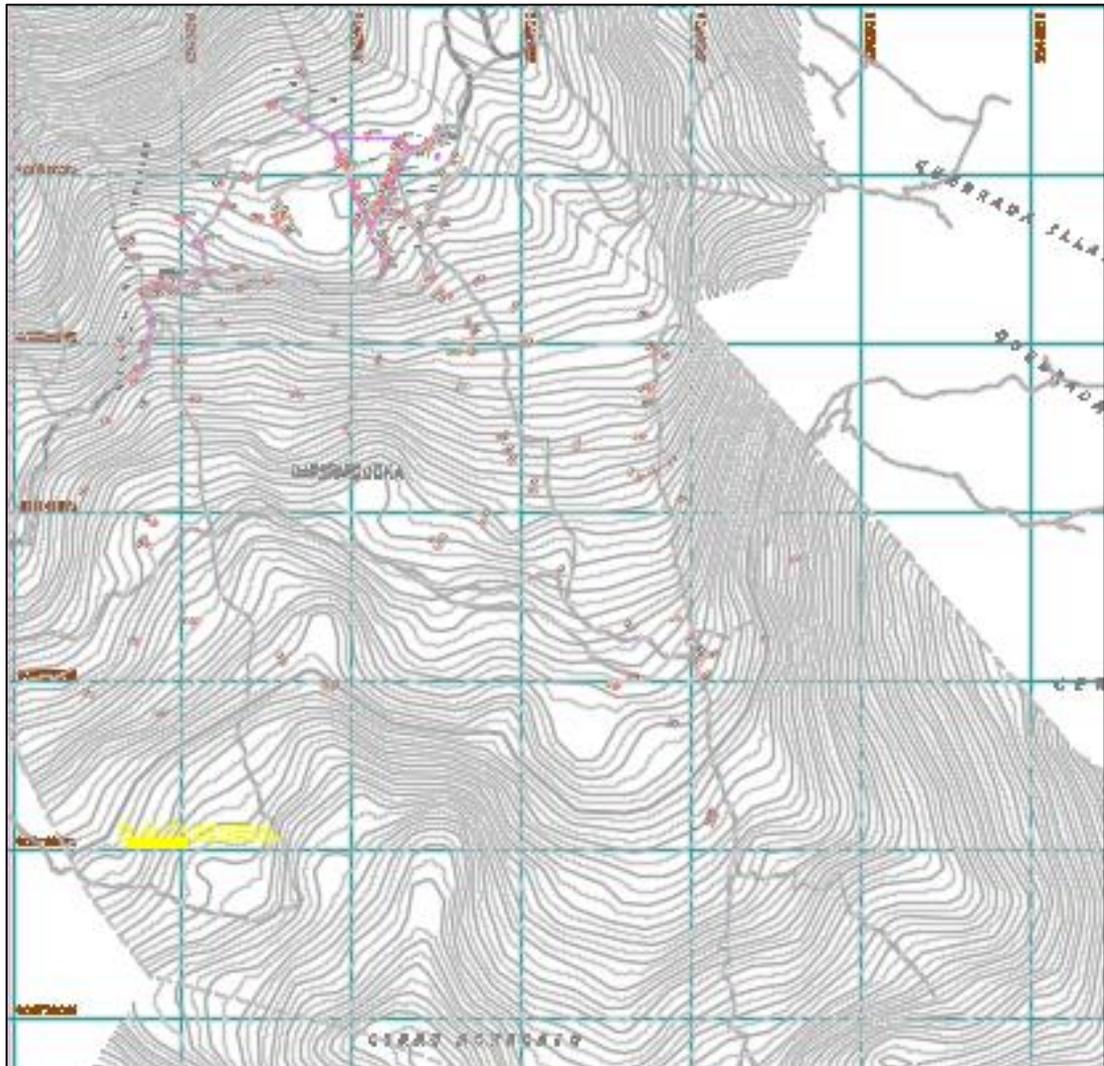
**Figura 7. Vista topográfica de Carhuacocha**

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5. TRABAJO DE GABINETE

Una vez realizado el Levantamiento Topográfico, se procede al trabajo de gabinete, que consiste en representar el terreno real en el plano, identificando en este: las carreteras, trochas carrozables, viviendas. Esta representación del terreno, es el Plano Topográfico.

Una vez obtenido el plano topográfico, procedemos a analizar y dibujar las redes del sistema de alcantarillado, redes 1 y 2. Identificamos también las zonas donde se ubicarán los tanques sépticos y las Unidades Básicas de Saneamiento.



**Figura 8. Sistema de Alcantarillado y UBS**

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

##### 4.6.1. Sistema Colector

El diseño propone para el Sistema de Alcantarillado Sanitario, dos Redes de Desagüe con tuberías de PVC de 150mm de diámetro (6") en ambas redes,

- Longitud de tubería de 542.19m para la Red de Desagüe N° 1 (comprende 8 viviendas).
- Longitud de tubería de 1002.45m para la Red de Desagüe N° 2 (comprende 24 viviendas).

Estas tuberías se extenderán por la carretera principal de la localidad de Carhuacocha en aquellas zonas donde se propone beneficiar a 32 viviendas en total.

Las longitudes de las tuberías, se determinaron mediante el trazo de diseño en plano de las dos redes de alcantarillado sanitario.

Los cálculos de los diámetros de las tuberías y las pendientes, se muestran en el ANEXO N.º 2 y ANEXO N.º 4.

#### **4.6.2. Buzones de Concreto**

Se instalarán buzones de concreto en los encuentros de tuberías, cambios de dirección de diámetro y pendientes, ayudados con el plano topográfico.

La profundidad mínima será de 1.20m. El diámetro interior será 1.20m para tuberías de hasta 800mm de diámetro.

La separación máxima entre buzones será, para tuberías de 150 mm de 80 metros.

Las redes de desagüe estarán constituidas por tuberías de PVC de uniones flexibles con anillo de jebe y por buzones tipo “Standard” del Ministerio de Vivienda. Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, se asume que el 80 % del caudal máximo horario como contribución al sistema de alcantarillado.

Una estimación del caudal de aguas residuales como base para el diseño de la red de colectores cloacales, comprende determinaciones de varios aportes que, de la manera más aproximada o exacta posible, debe hacerse a fin de lograr un diseño ajustado a condiciones reales. Con frecuencia se observan colectores trabajando sobrecargados o desbordándose por las bocas de visita, a causa de imprecisión de los cálculos. Para el cálculo del caudal de diseño de desagüe es el 80% del Caudal Máximo Horario.

#### **4.6.3. Desarrollo del Calculo Hidráulico**

Para el cálculo hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario se consideran dos Redes de Desagüe:

- Red de Desagüe N° 1, se diseña 9 buzones para beneficiar a 8 viviendas.
- Red de Desagüe N° 2, se diseña 16 buzones para beneficiar a 24 viviendas.

haciendo un total de 26 buzones de concreto para todo el Sistema de Alcantarillado Sanitario.

Los detalles del diseño se encuentran en: ANEXO N.º 2 y ANEXO N.º 4.

#### 4.6.4. Diseño del Tanque Séptico y Pozos Percoladores

Para la disposición final de las aguas residuales, se propone contar con áreas de terreno llano, de al menos 50 m<sup>2</sup> para la construcción de los Tanques Sépticos y Pozos de Absorción.

Para el dimensionamiento de los Tanques Sépticos y Pozo de Absorción, se consideraron los criterios de la Norma IS.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Las dimensiones de los tanques sépticos calculados y cantidad de Pozos Percoladores, son:

- Red de Desagüe N° 1: Tanque Séptico N° 1 de dimensiones internas a=3.20m, b=1.60m y h=1.80m, y un pozo percolador de 3m de diámetro y profundidad de 3.50m.
- Red de Desagüe N° 2: Tanque Séptico N° 2 de dimensiones internas a=4.80m, b=2.40m y h=2.20m, y dos pozos percoladores de 3.0m de diámetro y profundidad de 5.25m.

El cálculo de diseño de los Tanques Sépticos y Pozos percoladores se encuentran en el ANEXO N.º 5, ANEXO N.º 6, ANEXO N.º 7.

#### 4.7. UNIDADES BÁSICAS DE SANEAMIENTO (UBS)

En cuanto a las Unidades Básicas de Saneamiento, se propone contar con:

##### 4.7.1. Cuarto de baño

Construida con paredes de ladrillo o bloque de cemento, con dimensiones de 2.00 metros de largo por 1,34 metros de ancho, midiendo entre 1,90 y 2,05 metros de altura. También tienen pisos de cemento reforzado, techo de calamina, puertas de calamina galvanizada con marco de madera.

El cuarto de Baño dispone de: un inodoro con arrastre hidráulico (de tipo convencional, con un tanque conectado al servicio de suministro de agua), tubería de drenaje de 110 milímetros con conexión a un tanque séptico para el manejo de las aguas servidas (con o sin revestimiento interior de ladrillos con juntas verticales abiertas), área para ducha, un lavatorio, y un lavadero prefabricado de granito (fuera de la unidad).

##### 4.7.2. Caja de registro

Se propone una caja de registro de concreto de 53cm x 63cm.

#### **4.7.3. Tanque séptico**

Para el sistema de tratamiento y disposición final de aguas residuales de las viviendas alejadas de la localidad de Carhuacocha, se propone contar con el sistema de tratamiento primario: tanque séptico de 2m<sup>3</sup> de capacidad, se propone esta capacidad, ya que se cuenta con una densidad poblacional de 4 hab/vivienda. Ver diseño en Anexo n.º 9.

Las medidas de este tanque séptico son:

a=1.68m, b=0.85m y h=1.50m

#### **4.7.4. Pozo de absorción**

Se propone un Pozo de Absorción de 1 m de diámetro interno, y una profundidad de 2.00m. Ver diseño en Anexo n.º 10.

#### **4.8. Caudal máximo horario por vivienda**

Actualmente, la localidad de Carhuacocha cuenta con un reservorio de 15 m<sup>3</sup> de capacidad de almacenamiento, y para fines de comparación se hizo el cálculo del Caudal máximo horario por vivienda en el Anexo n.º 11, obteniéndose un caudal de 1192.16 Lt/día/vivienda.

#### **4.9. NOTAS**

Se propone el diseño de las Unidades Básicas de Saneamiento y sus componentes (cuarto de baño, caja de registro, tanque séptico, lecho de secado y pozo de absorción), para 86 viviendas, las cuales no se encuentran dentro de la propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario, debido a que se encuentran alejadas y dispersas.

Se propone para las 32 viviendas que se encuentran dentro del diseño del sistema de Sistema de alcantarillado sanitario, contar solo con el Cuarto de Baño (inodoro, lavadero, ducha y lavamanos), ya que estas viviendas contarán con el acceso a las conexiones domiciliarias de la red de desagüe (no necesitan tratar sus aguas residuales porque estarán conectadas a la red mediante las cachimbas).

## CAPÍTULO 5. RESULTADOS

1.

TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	
Población actual	472 habitantes
Tasa de crecimiento poblacional	1.68 %
Población futura	659 Habitantes
Periodo de diseño	20 años

2.

RED DE DESAGUE - TRAMO 1			
TUBERÍA DE PVC	LONGITUD		542.19 m.
	DIAMETRO		150 mm
BUZONES	CANTIDAD		9 und.
	DIMENSIONES	Ø externo	1.50 m.
		espesor	0.15 m.
		Altura aprox.	1.20 m.

3.

RED DE DESAGUE - TRAMO 2			
TUBERÍA DE PVC	LONGITUD		1002.45 m.
	DIAMETRO		150 mm
BUZONES	CANTIDAD		16 und.
	DIMENSIONES	Ø externo	1.50 m.
		espesor	0.15 m.
		Altura aprox.	1.20 m.

4.

	DIMENSIONES DEL TANQUE SEPTICO Y POZO DE ABSORCION						
	TANQUE SEPTICO				POZO DE ABSORCION		
	CAPACIDAD (m3)	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	CANTIDAD (und)	RADIO INTERNO (m)	PROFUNDIDAD (m)
TRAMO 1	9	3.20	1.60	1.80	1	1.50	3.10
TRAMO 2	17	4.80	2.40	2.20	2	1.50	5.25
UBS	3	1.68	0.85	1.50	86	0.50	2.00

5.

CUADRO COMPARATIVO DE OFERTA Y DEMANDA			
TIPO DE SISTEMA	DOTACION (lt/hab/día)	CAUDAL (lt/viv/día)	
		OFERTA	DEMANDA
ALCANTARILLADO	120	1192.16	480
UBS	80	1192.16	320

## CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN

1. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática, se determinó la tasa de crecimiento poblacional del distrito de Chilia, ya que no se encontraban datos estadísticos de la localidad de Carhuacocha.
2. El sistema de alcantarillado cuenta con dos redes de desagüe debido a la lejanía de las viviendas entre sí. Se consideró cada red en lugares donde se encontraba la mayor densidad de viviendas, abasteciendo así a mayor cantidad de personas.
3. La cantidad de buzones se determinaron en el trazo de las redes, por el cambio de dirección y por la longitud máxima de tubería entre buzón y buzón.
4. Debido a los bajos caudales máximos horarios la longitud máxima entre buzón y buzón (80 m.) se determinó el diámetro mínimo de la tubería de PVC (4”).
5. Se realizó el diseño de tanques sépticos y pozos de absorción bajo la Norma IS 020 del Reglamento Nacional de Edificaciones considerando todos sus parámetros.
6. Para aquellas viviendas que se encuentran dispersas unas de otras y alejadas de las zonas con alta densidad se propuso el diseño de las unidades básicas de saneamiento.
7. Debido a que la localidad de Carhuacocha cuenta con el servicio de agua potable es que propuso el diseño del sistema de desagüe con arrastre hidráulico.
8. Se consideró un pozo de percolación dentro de las unidades básicas de saneamiento debido a que ocupan menor área respecto a las zanjas de percolación.
9. De acuerdo a las dotaciones de la Resolución Ministerial N° 173-2016-VIVIENDA, nuestros caudales ofertados son mayores que nuestros caudales demandados (mostrados en el ítem n.º 5 de los RESULTADOS), asegurando así la funcionalidad de nuestros sistemas propuestos.

## CONCLUSIONES

- Se realizó una propuesta de diseño del sistema de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento en la localidad de Carhuacocha, considerando los parámetros y reglamentos de diseño, abarcando el total de la población.
- El estudio topográfico determinó que la localidad de Carhuacocha presenta pendientes accidentadas; además, con él se logró determinar la ubicación de las viviendas, el trazo de las redes, la ubicación de los tanques sépticos y las unidades básicas de saneamiento.
- El cálculo poblacional determinó una población futura de 659 habitantes, en un periodo de diseño de 20 años, teniendo como base una población actual de 472 habitantes y una tasa de crecimiento de 1.68%.
- El sistema de alcantarillado sanitario propone que las 32 viviendas consideradas en este sistema, contarán con cuartos de baño (inodoro, área para ducha, lavatorio y lavadero prefabricado de granito fuera de la unidad), que irán conectados directamente a la red de desagüe.
- La propuesta de diseño del sistema de alcantarillado contempla dos redes de desagüe, la primera red: tuberías de PVC de Ø6" con longitud de 542.19 m, nueve (9) buzones de concreto con dimensiones de 1.60 m de diámetro externo, 0.20 m de espesor y 1.20 m de altura; esta red está diseñada para 8 viviendas. La segunda red con tuberías de PVC, con una longitud de 1002.45 m y 150 mm de diámetro; además de 16 buzones con dimensiones de 1.60 m de diámetro externo, 0.20 m de espesor y 1.20 m de altura; esta red está diseñada para 24 viviendas.
- Las propuestas de diseño para los tanques sépticos comprenden para el tramo 1, un tanque de 9 m<sup>3</sup> de capacidad y un pozo de absorción de 3.00m de diámetro interno y una profundidad de 3.50m; mientras que para el tramo 2, un tanque de 17 m<sup>3</sup> de capacidad y dos pozos de absorción de 3.00m de diámetro interno y 5.25m de profundidad cada uno.
- El sistema de unidades básicas de saneamiento propone que las 86 viviendas que no están consideradas dentro del sistema de alcantarillado, cuenten con su propio sistema de tratamiento y disposición final de aguas residuales.
- La propuesta de diseño del sistema de unidades básicas de saneamiento comprende: un cuarto de baño (inodoro, área para ducha, lavatorio y lavadero prefabricado de granito fuera de la unidad), construido con paredes de ladrillo o bloque de cemento, con dimensiones de

2.00 metros de largo por 1.34 metros de ancho, midiendo entre 1.90 y 2.05 metros de altura; un tanque septico de 2 m<sup>3</sup> de capacidad y un pozo de absorción de 1m de diámetro interno y profundidad de 2.00 m.

- La propuesta de diseño abarca toda la población de la localidad de Carhuacocha para cerrar la brecha de saneamiento.
- Se asegura la funcionalidad de los sistemas propuestos debido a que los caudales ofertados son mayores que los caudales demandados.

## RECOMENDACIONES

1. La propuesta de diseño de estos sistemas está dirigida únicamente a las poblaciones rurales que cuenten con el servicio de agua potable.
2. La demanda de caudal del agua con que cuentan las viviendas debe ser lo suficiente para que cumpla la funcionalidad de los sistemas propuestos.
3. Para que esta propuesta cumpla con su periodo de diseño, se recomienda capacitar constantemente a la población para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas propuestos.
4. Para el diseño de los sistemas de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento se deben seguir todos los parámetros ya establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma OS.070 y IS.20 y la Resolución Ministerial 173-2016-VIVIENDA.
5. Utilizar programas informáticos permiten un cálculo y diseño más exacto en un menor tiempo, pero debe considerarse siempre al ingresar la información las normas técnicas peruanas, puesto que algunos de ellos vienen predefinidos con normas americanas o europeas.
6. Realizar los test de percolación en las 86 viviendas (que cuentan con su propio sistema de tratamiento de aguas residuales) para la ubicación de los pozos de percolación.

## REFERENCIAS

- Avila Trejo, C. M. & Roncal Linares, A. G. (2014). *Modelo de red de saneamiento básico en zonas rurales caso: centro poblado Aynaca-Oyón-Lima*. (Tesis de grado). Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú.
- Palma Culipichún, F. M. (2015). *Estudio de factibilidad técnica de dotación de agua potable y evacuación de aguas servidas en población de 60 viviendas, comuna de Porvenir*. (Tesis de grado). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Doroteo Calderón, F. R. (2014). *Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano “Los Pollitos” – Ica, usando los programas Watercad y Sewercad*. (Tesis de grado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Carbajal Lopez, M. A. & Villacorta Sifuentes, G. M. (2016). *Evaluación técnica y económica del sistema convencional del alcantarillado residual entre alcantarillado al vacío en la calle Garote, distrito de Belén, provincia de Maynas, región Loreto*. (Tesis de grado). Universidad Científica del Perú, San Juan Bautista, Perú.
- Almagro Ortiz, A. B. & Esparza Almagro, S. P. (2015). *Diseño de un sistema de gestión de agua potable, alcantarillado y residuos sólidos en la parroquia Cuyuja – Napo*. (Tesis de grado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Velasteguí Marín, R. (2015). *Las aguas servidas y su influencia en la condición sanitaria de los moradores del recinto nuevo paraíso de la parroquia Lumbaqui, Cantón Gonzalo Pizarro, provincia de Sucumbíos*. (Tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Sotelo Cabrera, M. C. (2010). *Construcción y optimización del sistema condominial de alcantarillado*. (Tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Meza De la Cruz, J. L. (2010). *Diseño de un sistema de agua potable para la comunidad nativa de Tsoroja, analizando la incidencia de costos siendo una comunidad de difícil acceso*. (Tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Olivari Feijoo, O. P. & Castro Saravia, R. (2008). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del centro poblado Cruz de Médano – Lambayeque*. (Tesis de grado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- Cabrera Davila, A. A. & Carranza Cárdenas, W. M. A. (2004). *Diseño de un sistema condominial de alcantarillado sanitario de los barrios 3 y 4, centro poblado Alto Trujillo – El Porvenir*. (Tesis de grado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Jara Sagardia, F. L. M. & Santos Mundaca, K. 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 de grado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Hurtado Torres, W. & Martínez Durand, L. (2012). *Proceso constructivo del sistema de agua potable y alcantarillado del distrito de Chuquibambilla – Grau – Apurimac.* (Tesis de grado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
  - Espinoza Silva, L. E. (2014). *Sostenibilidad de las unidades básicas de saneamiento de arrastre hidráulico con pozo séptico y con biodigestor en la comunidad de Quinamayo Alto- distrito La Encañada- Cajamarca 2014.* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
  - Banda Quezada, S. G. (2012). *Diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, estación depuradora de aguas residuales (EDAR) para el Centro de Albergue, Formación, y Capacitación Juvenil de la Fundación Don Bosco – Loja.* (Tesis de grado). Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador.
  - Ayala Vargas, E. S. (2009). *Modelo de intervención en agua y saneamiento en comunidades de Chisec, Alta Verapaz.* (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
  - Martínez Jordán, O. R. (2011). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio El Centro y sistema de abastecimiento de agua potable para el barrio La Tejera, municipio de San Juan Ermita, departamento de Chiquimula.* (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
  - Alfaro Melgar, J. M., Carranza Cisneros, J. L. & Gonzalez Reyes, I. (2012). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, aguas lluvias y planta de tratamiento de aguas residuales para el área urbana del municipio de San Isidro, departamento de Cabañas.* (Tesis de grado). Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador.
  - Molinos Senante, M., Hernández Sancho, F. & Sala Garrido, R. (2012). Estado actual y evolución del saneamiento y la depuración de aguas residuales en el contexto nacional e internacional. *Revista Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 32, 1, 69-89. Recuperado de: <http://revistas.ucm.es/index.php/AGUC/article/view/39309/37882>
  - Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2009). *Programa Nacional de Manejo Adecuado de las Aguas Residuales Costa Rica 2009-2015.* San José, Costa Rica. Recuperado de: <http://www.bvs.sa.cr/AMBIENTE/textos/ambiente39.pdf>
  - Linnéa Persson, I. M. (2009). *Diseño de un sistema sostenible de agua potable y saneamiento en zonas rurales de Perú.* Uppsala, Suecia: The Department of Energy and Technology, Swedish University of Agricultural Science.
  - González Chávez, A. E. & Chim Rodríguez, N. D. (s.f.). *Historia del alcantarillado mundial.* Mérida, México: Instituto Tecnológico de Mérida. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/111594478/Historia-Del-Alcantarillado-Mundial>

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2004). *Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales*. Lima, Perú. Recuperado de: [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/instrumentos\\_metod/saneamiento/\\_3\\_Parametros\\_de\\_dise\\_de\\_infraestructura\\_de\\_agua\\_y\\_saneamiento\\_CC\\_PP\\_rurales.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/saneamiento/_3_Parametros_de_dise_de_infraestructura_de_agua_y_saneamiento_CC_PP_rurales.pdf)
- Quispe Castañeda L. & Azzariti, M. (1993). *Depuración de las aguas servidas disposición y eliminación de excretas en zonas rurales y urbano-marginales*. Piura, Perú: Ministerio de Salud & Cooperación Italiana. Recuperado de: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/1906.PDF>
- García Trisolini, E. (2009). *Manual práctico de saneamiento en poblaciones rurales*. Lima, Perú. Fondo Perú – Alemania.
- Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016. Lima, Perú. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.

## ANEXOS

**ANEXO N.º 1. DISEÑO HIDRÁULICO ALCANTARILLADO – TRAMO 1**

<b>TESIS: “PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y/O UNIDADES BÁSICAS DE SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE CARHUACocha, DISTRITO DE CHILIA – PATAZ – LA LIBERTAD, 2017”</b>			
<b>UBICACIÓN: DEPARTAMENTO LA LIBERTAD, PROVINCIA PATAZ, DISTRITO CHILIA, LOCALIDAD CARHUACocha</b>			
Nº LOTES			8
HAB./LOTES			4
POBLACION ACTUAL			32 hab
TASA DE CRECIMIENTO			1.68 %
PERIODO DE DISEÑO			20 años
POBLACION FUTURA			
	$P_f = P_o * (1 + r)^t$		45 hab
DOTACION			80 LT/HAB/DIA
CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES			
	$Q_{prom.} = 0.80 * P_{ob.} * Dot./1,000$		2.857858377 m3/d
CAUDAL MAXIMO HORARIO (M3/Sg)			
	$Q_{m\acute{a}x. \text{ horario}} = 1.3 \times 2 \times Q_{prom.}$		8.60004E-05 m3/s
CAUDAL DE INFILTRACION (M3/Sg)			
	Longitud total de la red		0.54 km
	Número de buzones de la red		10
	$Q_{inf.} = 20000 \text{ lt/Km-día} \times \text{longtuitud de la red} +$ $380 \text{ lt/buzón-día} \times \# \text{ buzones}$		0.00017 m3/s
CAUDAL DE DISEÑO			0.00026 m3/s
CAUDAL DE DISEÑO - UNITARIO			0.00047 lt / s / ml
VERIFICACION DE DIAMETROS ( H = 3/4 D )			
	Valor de n		0.011
	<b>Utilizando Manning</b>		
	$Q = 0.284 \times d^{(8/3)} \times S^{0.5} / n$		
	$V = 0.450 \times d^{(2/3)} \times S^{0.5} / n$	$V \text{ tramo} = Q \text{ tramo} / A \text{ mojada}$	

### ANEXO N.º 2. CÁLCULO HIDRÁULICO ALCANTARILLADO SANITARIO – TRAMO 1

Item	Tipo Colector (*)	Tramo	Jiron/Calle/Avenida	Buzon de Inicio			Buzon de Llegada			Longitud inclinada del Tramo (m)	pendiente (m/m)	Longitud del Tramo (m)	pendiente (m/m)		
				Buzon N°	Cota Terreno (msnm)	Cota de Fondo (msnm)	Altura (m)	Buzon N°	Cota de Terreno (msnm)					Cota de Fondo (msnm)	Altura (m)
1	1	T-1	CARRETERA	BP1	3381.470	3380.270	1.20	BP2	3379.020	3377.82	1.20	37.24	65.79	37.16	0.06579
2	1	T-1	CARRETERA	BP2	3379.020	3377.820	1.20	BP3	3361.710	3360.51	1.20	80.00	216.37	80.00	0.21637
3	1	T-1	CARRETERA	BP3	3361.710	3360.510	1.20	BP4	3354.040	3352.84	1.20	41.21	186.12	40.49	0.18612
4	1	T-1	CARRETERA	BP4	3354.040	3352.840	1.20	BP5	3339.460	3338.26	1.20	59.44	245.31	57.62	0.24531
5	1	T-1	CARRETERA	BP5	3339.460	3338.260	1.20	BP6	3332.290	3331.09	1.20	49.52	144.78	49.00	0.14478
6	1	T-1	CARRETERA	BP6	3332.290	3331.090	1.20	BP7	3331.220	3330.02	1.20	46.61	22.96	46.60	0.02296
7	1	T-1	CARRETERA	BP7	3331.220	3330.020	1.20	BP8	3317.950	3316.75	1.20	74.11	179.06	72.91	0.17906
8	1	T-1	CARRETERA	BP8	3317.950	3316.750	1.20	BP9	3301.320	3300.12	1.20	81.71	203.52	80.00	0.20352
9	1	T-1	CARRETERA	BP9	3301.320	3300.120	1.20	BP10	3296.540	3295.34	1.20	72.35	66.07	72.19	0.06607
											542.19				

Caudal Tramo					Diámetro de diseño (mm)	pendiente mínima (m/m)	SECCION LLENA			CALCULOS					Condiciones	Tipo de material	Altura Promedio (m)
Caudal Tramo (lps)	Caudal Anterior (lps)	Caudal Aporte adicional (lps)	Caudal Real de Paso (lps)	Caudal Diseño del tramo (lps)			Q II (lps)	V II (l/s)	Relación Q max / Q II	Velocidad real (m/s)	Relación y/D	Tensión Tractiva	Velocidad crítica (m/s)				
0.0230	0.000		0.023	1.500	150	0.00540	50.83	2.87	0.03	1.27	0.12	7.13	1.98	si cumple	PVC-UF	1.20	
0.0494	0.023		0.072	1.500	150	0.00540	92.19	5.21	0.02	1.94	0.09	18.05	1.73	si cumple	PVC-UF	1.20	
0.0254	0.072		0.098	1.500	150	0.00540	85.50	4.84	0.02	1.84	0.09	16.07	1.76	si cumple	PVC-UF	1.20	
0.0367	0.098		0.134	1.500	150	0.00540	98.16	5.55	0.02	2.02	0.09	19.86	1.71	si cumple	PVC-UF	1.20	
0.0306	0.134		0.165	1.500	150	0.00540	75.41	4.26	0.02	1.68	0.10	13.21	1.81	si cumple	PVC-UF	1.20	
0.0288	0.165		0.194	1.500	150	0.00540	30.03	1.70	0.05	0.88	0.15	3.15	2.22	si cumple	PVC-UF	1.20	
0.0457	0.194		0.239	1.500	150	0.00540	83.86	4.74	0.02	1.81	0.09	15.54	1.77	si cumple	PVC-UF	1.20	
0.0504	0.239		0.290	1.500	150	0.00540	89.41	5.06	0.02	1.89	0.09	17.12	1.74	si cumple	PVC-UF	1.20	
0.0446	0.290		0.335	1.500	150	0.00540	50.94	2.88	0.03	1.28	0.12	7.16	1.98	si cumple	PVC-UF	1.20	

ANEXO N.º 3. DISEÑO HIDRÁULICO ALCANTARILLADO – TRAMO 2

<b>TESIS: “PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y/O UNIDADES BÁSICAS DE SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE CARHUACOCHA, DISTRITO DE CHILIA – PATAZ – LA LIBERTAD, 2017”</b>			
<b>UBICACIÓN: DEPARTAMENTO LA LIBERTAD, PROVINCIA PATAZ, DISTRITO CHILIA, LOCALIDAD CARHUACOCHA</b>			
Nº LOTES			24
HAB./LOTES			4
POBLACION ACTUAL			96 hab
TASA DE CRECIMIENTO			1.68 %
PERIODO DE DISEÑO			20 años
POBLACION FUTURA			
	$P_f = P_o * (1 + r)^t$		134 hab
DOTACION			120 LT/HAB/DIA
CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES			
	$Q_{prom.} = 0.80 * P_{ob.} * D_{ot.} / 1,000$		12.8603627 m3/d
CAUDAL MAXIMO HORARIO (M3/Sg)			
	$Q_{m\acute{a}x. \text{ horario}} = 1.3 * 2 * Q_{prom.}$		0.000387002 m3/s
CAUDAL DE INFILTRACION (M3/Sg)			
	Longitud total de la red		1.00 km
	Número de buzones de la red		16
	$Q_{inf.} = 20000 \text{ lt/Km}\cdot\text{día} * \text{longtuitud de la red} +$ $380 \text{ lt/buzón}\cdot\text{día} * \# \text{ buzones}$		0.00030 m3/s
CAUDAL DE DISEÑO			0.00069 m3/s
CAUDAL DE DISEÑO - UNITARIO			0.00069 lt / s / ml
VERIFICACION DE DIAMETROS ( $H = 3/4 D$ )			
	Valor de n		0.011
	<b>Utilizando Manning</b>		
	$Q = 0.284 * d^{(8/3)} * S^{0.5} / n$		
	$V = 0.450 * d^{(2/3)} * S^{0.5} / n$	$V \text{ tramo} = Q \text{ tramo} / A \text{ mojada}$	

**ANEXO N.º 4. CÁLCULO HIDRÁULICO ALCANTARILLADO SANITARIO – TRAMO 2**

Item	Tip o Col ector (*)	Tramo	Jiron/Calle/Avenida	Buzon de Inicio				Buzon de Llegada				Longitud inclinada del Tramo (m)	pendiente (m/m)	Longitud del Tramo (m)
				Buzon N°	Cota Terreno (msnm)	Cota de Fondo (msnm)	Altura (m)	Buzon N°	Cota de Terreno (msnm)	Cota de Fondo (msnm)	Altura (m)			
1	1	T-2	CARRETERA	BP11	3304.780	3303.580	1.20	BP12	3300.180	3298.98	1.20	37.30	123.33	37.01
2	1	T-2	CARRETERA	BP12	3300.180	3298.980	1.20	BP13	3289.340	3288.14	1.20	67.78	159.94	66.90
3	1	T-2	CARRETERA	BP13	3289.340	3288.140	1.20	BP14	3288.930	3287.73	1.20	20.39	20.11	20.38
4	1	T-2	CARRETERA	BP14	3288.930	3287.730	1.20	BP15	3282.810	3281.61	1.20	71.02	86.17	70.76
5	1	T-2	CARRETERA	BP15	3282.810	3281.610	1.20	BP16	3279.160	3277.96	1.20	80.08	45.58	80.00
6	1	T-2	CARRETERA	BP16	3279.160	3277.960	1.20	BP17	3275.360	3274.16	1.20	77.79	48.85	77.70
7	1	T-3	CARRETERA	BP14	3288.930	3287.730	1.20	BP18	3287.280	3286.08	1.20	59.73	27.62	59.71
8	1	T-3	CARRETERA	BP18	3287.280	3286.080	1.20	BP19	3282.870	3281.67	1.20	79.91	55.18	79.79
9	1	T-3	CARRETERA	BP19	3282.870	3281.670	1.20	BP20	3279.770	3278.57	1.20	62.89	49.30	62.81
10	1	T-4	CARRETERA	BP21	3280.400	3279.200	1.20	BP22	3279.620	3278.42	1.20	43.91	17.76	43.91
11	1	T-4	CARRETERA	BP22	3279.620	3278.420	1.20	BP20	3279.770	3277.99	1.78	42.63	10.09	42.63
12	1	T-4	CARRETERA	BP20	3279.770	3277.990	1.78	BP23	3277.520	3276.32	1.20	36.40	45.88	36.36
13	1	T-4	CARRETERA	BP23	3277.520	3276.320	1.20	BP24	3276.870	3275.52	1.35	80.00	10.00	80.00
14	1	T-4	CARRETERA	BP24	3276.870	3275.520	1.35	BP17	3275.360	3274.16	1.20	80.01	17.00	80.00
15	1	T-4	CARRETERA	BP17	3275.360	3274.160	1.20	BP25	3264.790	3263.59	1.20	80.70	130.99	80.00
16	1	T-4	CARRETERA	BP25	3264.790	3263.590	1.20	BP26	3247.270	3246.07	1.20	81.90	213.93	80.00
												1002.45		

pendiente (m/m)	Caudal Tramo					Diámetro de diseño (mm)	pendiente minima (m/m)	SECCION LLENA			CALCULOS			
	Caudal Tramo (lps)	Caudal Anterior (lps)	Caudal Aporte adicional (lps)	Caudal Real de Paso (lps)	Caudal Diseño del tramo (lps)			Q II (lps)	V II (l/s)	Relación Q max / Q II	Velocidad real (m/s)	Relación y/D	Tensión Tractiva	Velocidad critica (m/s)
0.12333	0.0233	0.000		0.023	1.500	150	0.00540	69.60	3.94	0.02	1.59	0.10	11.64	1.84
0.15994	0.0423	0.023		0.066	1.500	150	0.00540	79.26	4.48	0.02	1.74	0.10	14.24	1.79
0.02011	0.0127	0.066		0.078	1.500	150	0.00540	28.10	1.59	0.05	0.84	0.16	2.85	2.26
0.08617	0.0443	0.078		0.123	1.500	150	0.00540	58.18	3.29	0.03	1.40	0.11	8.82	1.92
0.04558	0.0500	0.123		0.173	1.500	150	0.00540	42.31	2.39	0.04	1.12	0.13	5.40	2.06
0.04885	0.0485	0.173		0.221	1.500	150	0.00540	43.80	2.48	0.03	1.15	0.13	5.68	2.05
0.02762	0.0373	0.000		0.037	1.500	150	0.00540	32.94	1.86	0.05	0.94	0.15	3.66	2.18
0.05518	0.0499	0.037		0.087	1.500	150	0.00540	46.56	2.63	0.03	1.20	0.12	6.27	2.02
0.04930	0.0392	0.087		0.126	1.500	150	0.00540	44.00	2.49	0.03	1.15	0.13	5.73	2.05
0.01776	0.0274	0.000		0.027	1.500	150	0.00540	26.41	1.49	0.06	0.81	0.16	2.59	2.29
0.01009	0.0266	0.027		0.054	1.500	150	0.00540	19.90	1.13	0.08	0.66	0.19	1.67	2.44
0.04588	0.0227	0.054	0.126	0.203	1.500	150	0.00540	42.45	2.40	0.04	1.13	0.13	5.43	2.06
0.01000	0.0499	0.203		0.253	1.500	150	0.00540	19.82	1.12	0.08	0.66	0.19	1.65	2.44
0.01700	0.0499	0.253		0.303	1.500	150	0.00540	25.84	1.46	0.06	0.79	0.16	2.51	2.30
0.13099	0.0504	0.303	0.221	0.574	1.500	150	0.00540	71.73	4.06	0.02	1.63	0.10	12.24	1.83
0.21393	0.0511	0.574		0.626	1.500	150	0.00540	91.66	5.18	0.02	1.93	0.09	17.85	1.73

## ANEXO N.º 5. DISEÑO DE TANQUE SÉPTICO– TRAMO 1

**El siguiente diseño de tanque septico se ha realizado tomando el cuenta la norma IS.020 del RNE**

Se cuenta con los siguientes datos iniciales:

q = Caudal de aporte unitario de aguas residuales

P = número de personas (poblacion futura)

Para el caudal de aporte unitario de aguas residuales se toma el valor promedio de 70 litros/hab.día.

Considerando la infraestructura, la zona y la actividad de las personas que habitarán el campamento.

### DISEÑO DE TANQUE SEPTICO

q	80	litros/hab.dia
P	45	habitantes

#### 1)Periodo de retencion hidraulica (IS. 020 - 6.2)

El período de retención hidráulico en los tanques sépticos será estimado mediante la siguiente fórmula:

$$PR = 1,5 - 0,3 \cdot \text{Log}(P \cdot q)$$

donde :

PR = Tiempo promedio de retención hidráulica, en días

P = Población Servida

q = Caudal de aporte unitario de aguas residuales, Lt/hab.dia.

El tiempo mínimo de retención hidráulico será de 6 horas.

PR	0.43	dias	=	11	horas
----	------	------	---	----	-------

#### 2)Volumen del tanque septico (IS. 020 - 6.3)

a) Volumen de sedimentacion Vs

$$V_s = 10^{-3} \cdot (P \cdot q) \cdot PR$$

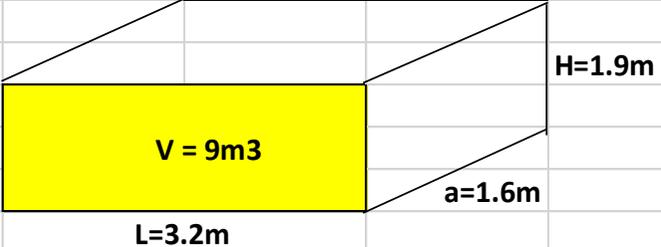
P	44.65403714	habitantes
q	80	l/hab.dia
PR	0.43	dias

Con los datos anteriores se obtiene el Vs

Vs	1.55	m3
----	------	----

b) Volumen de digestion y almacenamiento de lodos Vd		
$V_d = ta \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot N$		
donde,		
N: Es el intervalo deseado entre operaciones sucesivas de remoción de lodos, expresado en años. El tiempo mínimo de remoción de lodos es de 1 año.		
ta: Tasa de acumulación de lodos expresada en L/hab.año. Su valor se ajusta a la siguiente tabla.		
Intervalo entre limpieza del tanque séptico (años)		ta (L/h.año)
		T ≤ 10 °C    10 < T ≤ 20 °C    T > 20 °C
1	94	65    57
2	134	105    97
3	174	145    137
Se considerará un intervalo "N" de 2 años para la remocion de lodos, con el cual se obtiene de la tabla anterior el valor de "ta"		
N	2	años
ta =	70	L/h.año
P	44.65403714	habitantes
Con los datos anteriores se obtiene el Vd		
Vd	6.251565199	m3
c) Volumen de natas tomado de la norma IS 0.20 - 6.4		
V natas	0.7	m3
d) Volumen total		
Vt = Vs + Vd + Vnatas	8.50	m3
Se adopta como volumen		<b>9.00 m3</b>
<b>3) Profundidad del tanque septico (IS. 020 - 6.4)</b>		
Se consideraran las siguientes medidas de profundidad establecidas:		
a) Profundidad libre HI	0.3	m
b) Espacio de seguridad	0.15	m
Considerando el siguiente dimensionamiento rectangular para el tanque séptico:		
ancho	1.60	m
largo	3.20	m
Area (A)	5.11	m2

c)Profundidad maxima de espuma sumergida					
<p><b>6.4.1. Profundidad máxima de espuma sumergida (<math>H_e</math>)</b> Se debe considerar un volumen de almacenamiento de natas y espumas, la profundidad máxima de espuma sumergida (<math>H_e</math>, en m) es una función del área superficial del tanque séptico (<math>A</math>, en <math>m^2</math>) y se calcula mediante la ecuación.</p> $H_e = \frac{0,7}{A}$ <p>donde, <math>A</math> : Área superficial del tanque séptico, en <math>m^2</math></p> <table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>5.113636364</td> <td><math>m^2</math></td> </tr> </table>			A	5.113636364	$m^2$
A	5.113636364	$m^2$			
Hallando el valor de $H_e$ se obtiene:					
$H_e$	0.14	m			
d)Profundidad de para la sedimentación					
<p>Donde: <math>A</math> : Área superficial del tanque séptico <math>V_s</math> : Volumen de sedimentación</p> $H_s = \frac{V_s}{A}$					
El valor del volumen de sedimentacion $V_s$ se calculó en el item <b>2) a)</b>					
$V_s$	1.55	$m^3$			
A	5.11	$m^2$			
Hallando el valor de $H_s$ se obtiene:					
$H_s$	0.30	m			
e)Profundidad de digestion y almacenamiento					
El valor del volumen de digestion y almacenamiento $V_d$ se calculó en el item <b>2) b)</b>					
$V_d$	6.251565199	$m^3$			
A	5.11	$m^2$			
Hallando el valor de $H_d$ se obtiene:					
$H_d$	1.22	m			
$H_d = \frac{V_d}{A}$					

f) Profundidad total efectiva							
La profundidad total resulta de la suma de $H_e + H_s + H_d +$ espacio de seguridad							
Htotal	1.81	m					
Se adopta una profundidad H =		1.90	m				
<b>4) Dimensiones del tanque séptico</b>							
Se adoptará							
Ancho	1.60	m					
Largo	3.20	m					
Profundidad	1.90	m					
							

## ANEXO N.º 6. DISEÑO DE POZO DE PERCOLACIÓN – TRAMO 1

Por inspección del terreno se ha determinado que el tiempo de infiltración para el descenso de 1cm. es de **4 minutos** por lo que está calificado dentro de la norma como suelo apto para hacer uso del pozo percolador (IS. 020 - 7.1.1)

a) Para efectos del diseño del sistema de percolación se deberá efectuar un «test de percolación». Los terrenos se clasifican de acuerdo a los resultados de esta prueba en: Rápidos, Medios, Lentos, según los valores de la presente tabla:

**TABLA 1**  
**CLASIFICACIÓN DE LOS TERRENOS SEGÚN**  
**RESULTADOS DE PRUEBA 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

El suelo es roca filtrante

No existe cerca, pozos de agua, ríos, tuberías, lagunas

### GUÍA DE DISEÑO

1. El área útil del campo de percolación será el mayor valor entre las áreas del fondo y de las paredes laterales, contabilizándolas desde la tubería hacia abajo. En consecuencia, el área de absorción se estima por medio de la siguiente relación.

$$A = Q / R$$

donde:

A : Área de absorción en (m<sup>2</sup>)

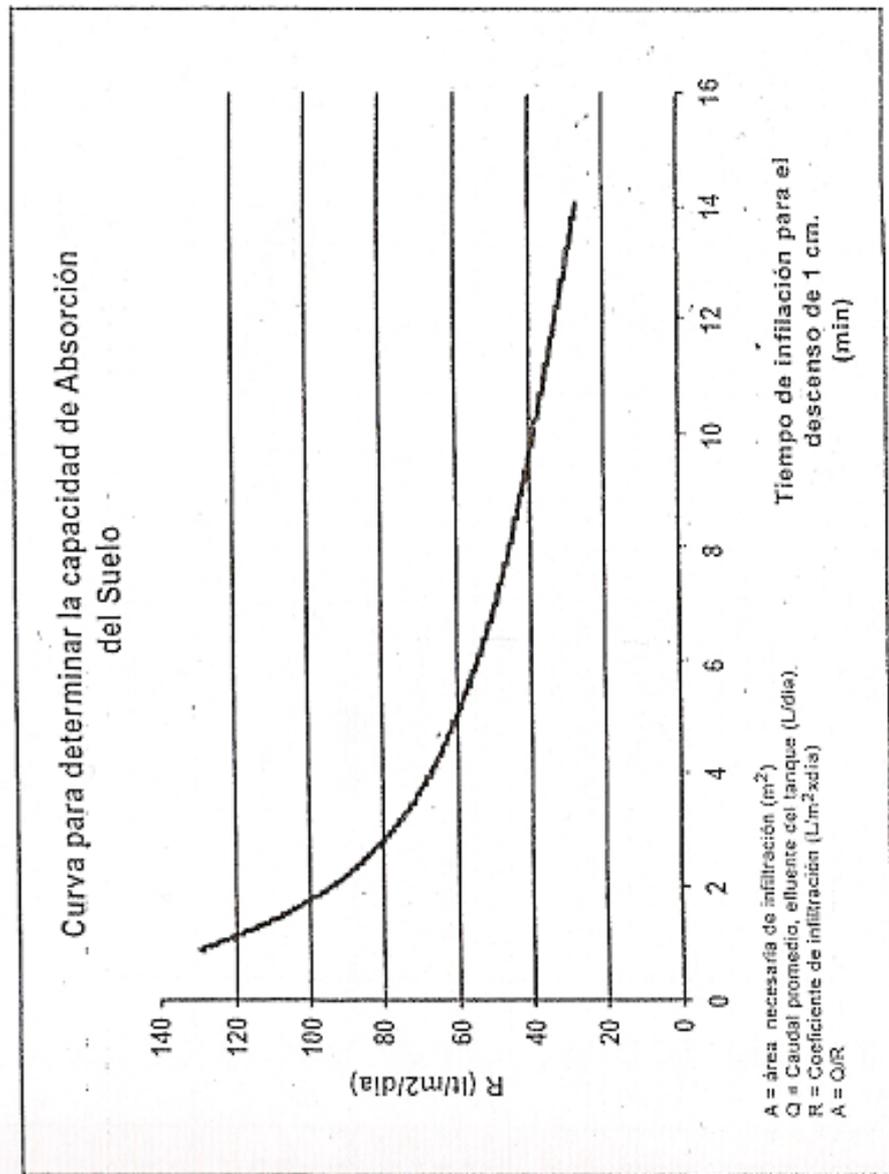
Q : Caudal promedio, efluente del tanque séptico (L/día)

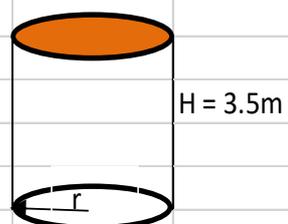
R : Coeficiente de infiltración ( L/m<sup>2</sup>/día).

Con el dato del tiempo de infiltración de 4 minutos se va a la curva y se obtiene el valor de la capacidad de absorción del suelo ( R )

Según la curva siguiente la capacidad de absorción del suelo es de:  l/m<sup>2</sup>/día

GRAFICO 1



Poblacion futura	44.65403714	hab			
Dotacion	80	lt/hab/dia			
Dotacion diaria	3572.322971	lt/dia			
	DOTACION DIARIA		3572.32	lt/dia	
	DOTACION SEMANAL		25006.26	lt/sem	
<b><u>DISEÑO DEL POZO DE PERCOLACION</u></b>					
Por lo tanto se obtiene el caudal promedio siguiente:					
q	3572.32	litros/hab.dia			
P	44.65403714	personas			
Se considera un 60% del caudal efluente para los calculos del diseño del pozo de percolacion					
Q	2143.393783	l/dia			
R	65	l/m2/dia			
Hallando el area de absorción:					
A	32.98	m2			
Considerando el siguiente dimensionamiento para el pozo de percolacion, asemejandolo a un cilindro					
Radio	1.5	m			
H asumido	3.50	m			
Hallando el valor de H diseño, para lo cual el Area de absorcion debe ser igual al area lateral del cilindro					
Area lateral	32.98	m2			
Area de absorcion	32.98	m2			
Diferencia	0.00		<b>DIMENSIONES PARA UN POZO</b>		
Se adoptará H	3.50	m			
<b><u>Dimensiones del pozo de percolacion</u></b>					
Se adoptará					
Radio	1.50	m			
Profundidad	3.50	m			

## ANEXO N.º 7. DISEÑO DE TANQUE SEPTICO– TRAMO 2

**El siguiente diseño de tanque septico se ha realizado tomando el cuenta la norma IS.020 del RNE.**

Se cuenta con los siguientes datos iniciales:

q = Caudal de aporte unitario de aguas residuales

P = número de personas (poblacion futura)

Para el caudal de aporte unitario de aguas residuales se toma el valor promedio de 70 litros/hab.día considerando la infraestructura, la zona y la actividad de las personas que habitarán el campamento.

### DISEÑO DE TANQUE SEPTICO

q	80	litros/hab.día
P	134	habitantes

#### 1)Periodo de retencion hidraulica (IS. 020 - 6.2)

El período de retención hidráulico en los tanques sépticos será estimado mediante la siguiente fórmula:

$$PR = 1,5 - 0,3 \cdot \text{Log}(P \cdot q)$$

donde :

PR = Tiempo promedio de retención hidráulica, en días

P = Población Servida

q = Caudal de aporte unitario de aguas residuales, Lt/hab.día.

El tiempo mínimo de retención hidráulico será de 6 horas.

PR	0.29	días	=	7	horas
----	------	------	---	---	-------

#### 2)Volumen del tanque septico (IS. 020 - 6.3)

a) Volumen de sedimentacion Vs

$$V_s = 10^{-3} \cdot (P \cdot q) \cdot PR$$

P	134	habitantes
q	80	l/hab.dia
PR	0.29	días

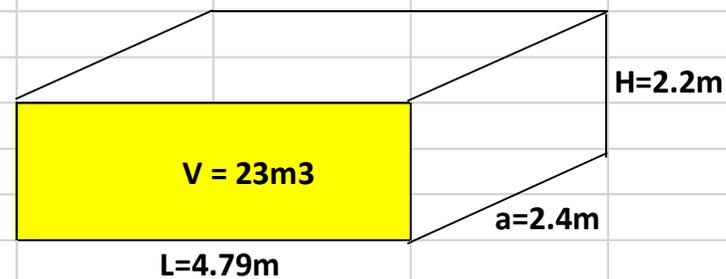
Con los datos anteriores se obtiene el Vs

Vs	3.12	m3
----	------	----

b) Volumen de digestion y almacenamiento de lodos Vd																					
$V_d = ta \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot N$																					
donde,																					
N: Es el intervalo deseado entre operaciones sucesivas de remoción de lodos, expresado en años. El tiempo mínimo de remoción de lodos es de 1 año.																					
ta: Tasa de acumulación de lodos expresada en L/hab.año. Su valor se ajusta a la siguiente tabla.																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Intervalo entre limpieza del tanque séptico (años)</th> <th colspan="3">ta (L/h.año)</th> </tr> <tr> <th>T ≤ 10 °C</th> <th>10 &lt; T ≤ 20 °C</th> <th>T &gt; 20 °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>94</td> <td>65</td> <td>57</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>134</td> <td>105</td> <td>97</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>174</td> <td>145</td> <td>137</td> </tr> </tbody> </table>			Intervalo entre limpieza del tanque séptico (años)	ta (L/h.año)			T ≤ 10 °C	10 < T ≤ 20 °C	T > 20 °C	1	94	65	57	2	134	105	97	3	174	145	137
Intervalo entre limpieza del tanque séptico (años)	ta (L/h.año)																				
	T ≤ 10 °C	10 < T ≤ 20 °C	T > 20 °C																		
1	94	65	57																		
2	134	105	97																		
3	174	145	137																		
Se considerará un intervalo "N" de 2 años para la remocion de lodos, con el cual se obtiene de la tabla anterior el valor de "ta"																					
N	2	años																			
ta =	70	L/h.año																			
P	134	habitantes																			
Con los datos anteriores se obtiene el Vd																					
Vd	18.76	m3																			
c) Volumen de natas tomado de la norma IS 0.20 - 6.4																					
V natas	0.7	m3																			
d) Volumen total																					
Vt = Vs + Vd + Vnatas	22.58	m3																			
Se adopta como volumen		<b>23.00 m3</b>																			
<b>3)Profundidad del tanque septico (IS. 020 - 6.4)</b>																					
Se consideraran las siguientes medidas de profundidad establecidas:																					
a)Profundidad libre HI	0.3	m																			
b)Espacio de seguridad	0.15	m																			
Considerando el siguiente dimensionamiento rectangular para el tanque séptico:																					
ancho	2.40	m																			
largo	4.79	m																			
Area (A)	11.50	m2																			

c) Profundidad máxima de espuma sumergida		
<p><b>6.4.1. Profundidad máxima de espuma sumergida (<math>H_e</math>)</b> Se debe considerar un volumen de almacenamiento de natas y espumas, la profundidad máxima de espuma sumergida (<math>H_e</math>, en m) es una función del área superficial del tanque séptico (<math>A</math>, en <math>m^2</math>) y se calcula mediante la ecuación.</p>		
$H_e = \frac{0,7}{A}$		
donde,		
A : Área superficial del tanque séptico, en $m^2$		
A	11.5	$m^2$
Hallando el valor de $H_e$ se obtiene:		
$H_e$	0.06	m
d) Profundidad de para la sedimentación		
$H_s = \frac{V_s}{A}$		
Donde:		
A : Área superficial del tanque séptico		
$V_s$ : Volumen de sedimentación		
El valor del volumen de sedimentación $V_s$ se calculó en el ítem <b>2) a)</b>		
$V_s$	3.12	$m^3$
A	11.50	$m^2$
Hallando el valor de $H_s$ se obtiene:		
$H_s$	0.27	m
e) Profundidad de digestión y almacenamiento		
El valor del volumen de digestión y almacenamiento $V_d$ se calculó en el ítem <b>2) b)</b>		
$V_d$	18.76	$m^3$
A	11.50	$m^2$
Hallando el valor de $H_d$ se obtiene:		
$H_d$	1.63	m
$H_d = \frac{V_d}{A}$		

f)Profundidad total efectiva							
La profundidad total resulta de la suma de $H_e + H_s + H_d +$ espacio de seguridad							
Htotal	2.11	m					
Se adopta una profundidad H =	2.20	m					
<b>4)Dimensiones del tanque séptico</b>							
Se adoptará							
Ancho	2.40	m					
Largo	4.79	m					
Profundidad	2.20	m					



## ANEXO N.º 8. DISEÑO DE POZO DE PERCOLACIÓN – TRAMO 2

Por inspección del terreno se ha determinado que el tiempo de infiltración para el descenso de 1cm. es de **4 minutos** por lo que está calificado dentro de la norma como suelo apto para hacer uso del pozo percolador (IS. 020 - 7.1.1)

a) Para efectos del diseño del sistema de percolación se deberá efectuar un «test de percolación». Los terrenos se clasifican de acuerdo a los resultados de esta prueba en: Rápidos, Medios, Lentos, según los valores de la presente tabla:

**TABLA 1  
CLASIFICACIÓN DE LOS TERRENOS SEGÚN  
RESULTADOS DE PRUEBA 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

El suelo es roca filtrante

No existe cerca, pozos de agua, ríos, tuberías, lagunas

### **GUÍA DE DISEÑO**

1. El área útil del campo de percolación será el mayor valor entre las áreas del fondo y de las paredes laterales, contabilizándolas desde la tubería hacia abajo. En consecuencia, el área de absorción se estima por medio de la siguiente relación.

$$A = Q / R$$

donde:

A : Área de absorción en (m<sup>2</sup>)

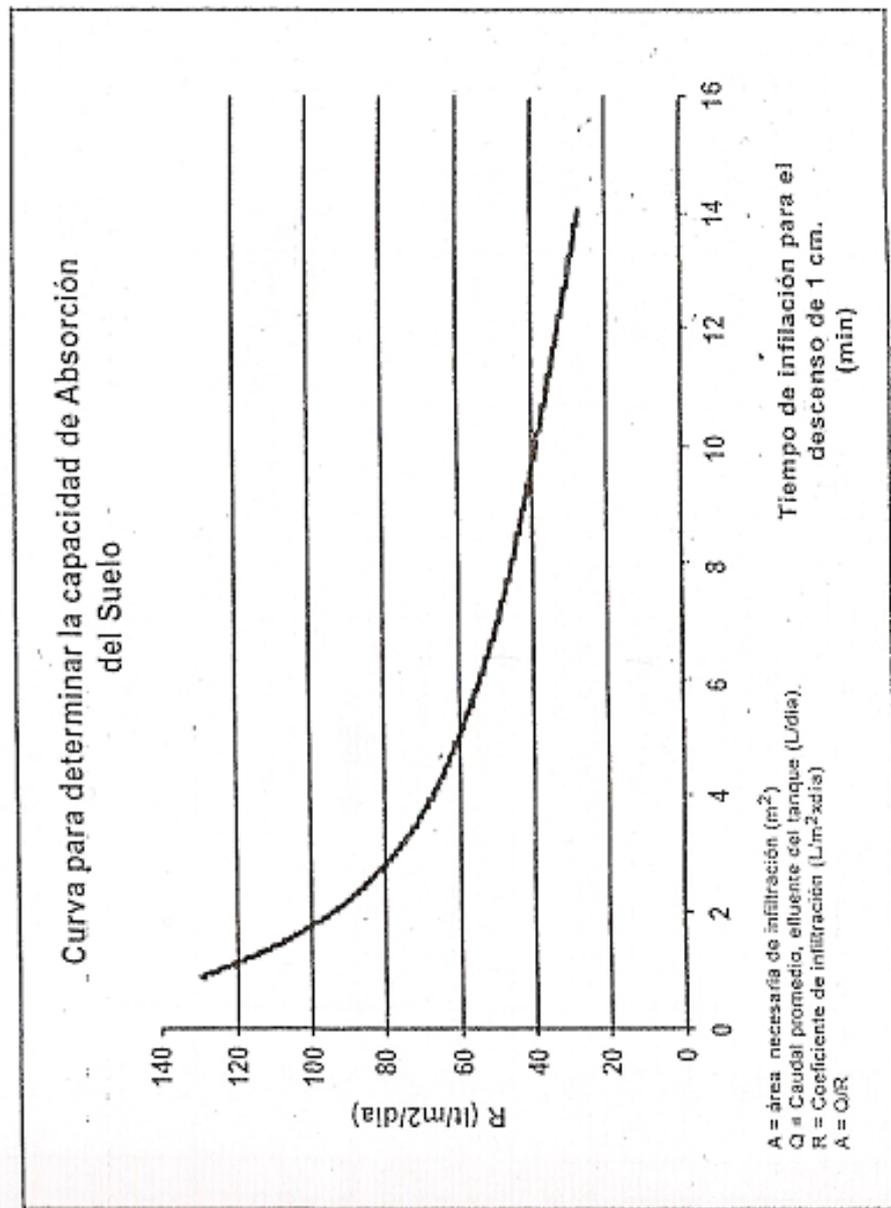
Q : Caudal promedio, efluente del tanque séptico (L/día)

R : Coeficiente de infiltración ( L/m<sup>2</sup>/día).

Con el dato del tiempo de infiltración de 4 minutos se va a la curva y se obtiene el valor de la capacidad de absorción del suelo ( R )

Según la curva siguiente la capacidad de absorción del suelo 65 l/m<sup>2</sup>/día

GRAFICO 1



Poblacion futura	134	hab				
Dotacion	80	lt/hab/dia				
Dotacion diaria	10720	lt/dia				
	DOTACION DIARIA		10720.00	lt/dia		
	DOTACION SEMANAL		75040.00	lt/sem		

### DISEÑO DEL POZO DE PERCOLACION

Por lo tanto se obtiene el caudal promedio siguiente:

q	10720.00	litros/hab.dia
P	134	personas

Se considera un 60% del caudal efluente para los calculos del diseño del pozo de percolacion

Q	6432	l/dia
R	65	l/m2/dia

Hallando el area de absorción:

A	98.95	m <sup>2</sup>
---	-------	----------------

Considerando el siguiente dimensionamiento para el pozo de percolacion, asemejandolo a un cilindro

Radio	1.5	m
H asumido	10.50	m

Hallando el valor de H diseño, para lo cual el Area de absorcion debe ser igual al area lateral del cilindro

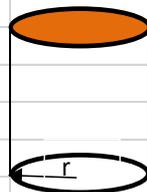
Area lateral	98.95	m <sup>2</sup>
Area de absorcion	98.95	m <sup>2</sup>
Diferencia	0.00	

Se adoptará H

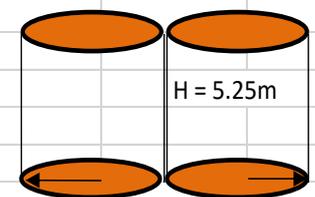
10.50	m
-------	---

### Dimensiones del pozo de percolacion

Se adoptará		
Radio	1.50	m
Profundidad	10.50	m



### DIMENSIONES PARA 2 POZOS



r = 1.5m

r = 1.5m

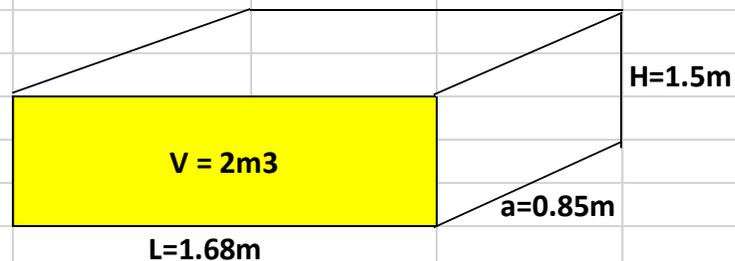
### ANEXO N.º 9. DISEÑO DE TANQUE SEPTICO – UBS

<b>El siguiente diseño de tanque septico se ha realizado tomando en cuenta la norma IS.020 del RNE</b>					
Se cuenta con los siguientes datos iniciales:					
q = Caudal de aporte unitario de aguas residuales					
P = número de personas (poblacion futura)					
Para el caudal de aporte unitario de aguas residuales se toma el valor promedio de 70 litros/hab.día.					
Considerando la infraestructura, la zona y la actividad de las personas que habitarán el campamento.					
<b>DISEÑO DE TANQUE SEPTICO</b>					
q	80	litros/hab.día			
P	6	habitantes			
<b>1)Periodo de retencion hidraulica (IS. 020 - 6.2)</b>					
El período de retención hidráulico en los tanques sépticos será estimado mediante la siguiente fórmula:					
$PR = 1,5 - 0,3 \cdot \text{Log}(P \cdot q)$					
donde :					
PR = Tiempo promedio de retención hidráulica, en días					
P = Población Servida					
q = Caudal de aporte unitario de aguas residuales, Lt/hab.día.					
El tiempo mínimo de retención hidráulico será de 6 horas.					
PR	0.71	días	=	17	horas
<b>2)Volumen del tanque septico (IS. 020 - 6.3)</b>					
a) Volumen de sedimentacion Vs					
$V_s = 10^{-3} \cdot (P \cdot q) \cdot PR$					
P	5.581754642	habitantes			
q	80	l/hab.día			
PR	0.71	días			
Con los datos anteriores se obtiene el Vs					
Vs	0.31	m3			

b) Volumen de digestión y almacenamiento de lodos Vd																					
$V_d = ta \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot N$																					
donde,																					
N: Es el intervalo deseado entre operaciones sucesivas de remoción de lodos, expresado en años. El tiempo mínimo de remoción de lodos es de 1 año.																					
ta: Tasa de acumulación de lodos expresada en L/hab.año. Su valor se ajusta a la siguiente tabla.																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Intervalo entre limpieza del tanque séptico (años)</th> <th colspan="3">ta (L/h.año)</th> </tr> <tr> <th>T ≤ 10 °C</th> <th>10 &lt; T ≤ 20 °C</th> <th>T &gt; 20 °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>94</td> <td>65</td> <td>57</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>134</td> <td>105</td> <td>97</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>174</td> <td>145</td> <td>137</td> </tr> </tbody> </table>			Intervalo entre limpieza del tanque séptico (años)	ta (L/h.año)			T ≤ 10 °C	10 < T ≤ 20 °C	T > 20 °C	1	94	65	57	2	134	105	97	3	174	145	137
Intervalo entre limpieza del tanque séptico (años)	ta (L/h.año)																				
	T ≤ 10 °C	10 < T ≤ 20 °C	T > 20 °C																		
1	94	65	57																		
2	134	105	97																		
3	174	145	137																		
Se considerará un intervalo "N" de 2 años para la remoción de lodos, con el cual se obtiene de la tabla anterior el valor de "ta"																					
N	2	años																			
ta =	70	L/h.año																			
P	5.581754642	habitantes																			
Con los datos anteriores se obtiene el Vd																					
Vd	0.78144565	m <sup>3</sup>																			
c) Volumen de natas tomado de la norma IS 0.20 - 6.4																					
V natas	0.7	m <sup>3</sup>																			
d) Volumen total																					
Vt = Vs + Vd + Vnatas	1.80	m <sup>3</sup>																			
Se adopta como volumen		<b>2.00 m<sup>3</sup></b>																			
<b>3) Profundidad del tanque séptico (IS. 020 - 6.4)</b>																					
Se consideraran las siguientes medidas de profundidad establecidas:																					
a) Profundidad libre HI	0.3	m																			
b) Espacio de seguridad	0.15	m																			
Considerando el siguiente dimensionamiento rectangular para el tanque séptico:																					
ancho	0.85	m																			
largo	1.68	m																			
Area (A)	1.43	m <sup>2</sup>																			

c)Profundidad maxima de espuma sumergida				
<p><b>6.4.1. Profundidad máxima de espuma sumergida (<math>H_e</math>)</b>          Se debe considerar un volumen de almacenamiento de natas y espumas, la profundidad máxima de espuma sumergida (<math>H_e</math>, en m) es una función del área superficial del tanque séptico (A, en <math>m^2</math>) y se calcula mediante la ecuación.</p>				
$H_e = \frac{0,7}{A}$				
<p>donde,          A : Área superficial del tanque séptico, en <math>m^2</math></p>				
A	1.428571429	$m^2$		
Hallando el valor de $H_e$ se obtiene:				
$H_e$	0.49	m		
d)Profundidad de para la sedimentación				
$H_s = \frac{V_s}{A}$				
<p>Donde:          A : Área superficial del tanque séptico  <math>V_s</math> : Volumen de sedimentación</p>				
El valor del volumen de sedimentacion $V_s$ se calculó en el item <b>2) a)</b>				
$V_s$	0.31	$m^3$		
A	1.43	$m^2$		
Hallando el valor de $H_s$ se obtiene:				
$H_s$	0.22	m		
e)Profundidad de digestion y almacenamiento				
El valor del volumen de digestion y almacenamiento $V_d$ se calculó en el item <b>2) b)</b>				
$V_d$	0.78144565	$m^3$		
A	1.43	$m^2$		
Hallando el valor de $H_d$ se obtiene:				
$H_d$	0.55	m		$H_d = \frac{V_d}{A}$

f) Profundidad total efectiva									
La profundidad total resulta de la suma de $H_e + H_s + H_d +$ espacio de seguridad									
Htotal	1.41	m							
Se adopta una profundidad H =		1.50	m						
<b>4) Dimensiones del tanque séptico</b>									
Se adoptará									
Ancho	0.85	m							
Largo	1.68	m							
Profundidad	1.50	m							



## ANEXO N.º 10. DISEÑO DE POZO DE PERCOLACIÓN – UBS

Por inspeccion del terreno se ha determinado que el tiempo de infiltracion para el descenso de 1cm. es de 

4
---

 minutos por lo que esta calificado dentro de la norma como suelo apto para hacer uso del pozo percolador (IS. 020 - 7.1.1)

a) Para efectos del diseño del sistema de percolación se deberá efectuar un «test de percolación». Los terrenos se clasifican de acuerdo a los resultados de esta prueba en: Rápidos, Medios, Lentos, según los valores de la presente tabla:

**TABLA1  
CLASIFICACIÓN DE LOS TERRENOS SEGÚN  
RESULTADOS DE PRUEBA 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

El suelo es roca filtrante

No existe cerca, pozos de agua, rios, tuberias,lagunas

### **GUÍA DE DISEÑO**

1. El área útil del campo de percolación será el mayor valor entre las áreas del fondo y de las paredes laterales, contabilizándolas desde la tubería hacia abajo. En consecuencia, el área de absorción se estima por medio de la siguiente relación.

$$A = Q / R$$

donde:

A : Área de absorción en (m<sup>2</sup>)

Q : Caudal promedio, efluente del tanque séptico (L/día)

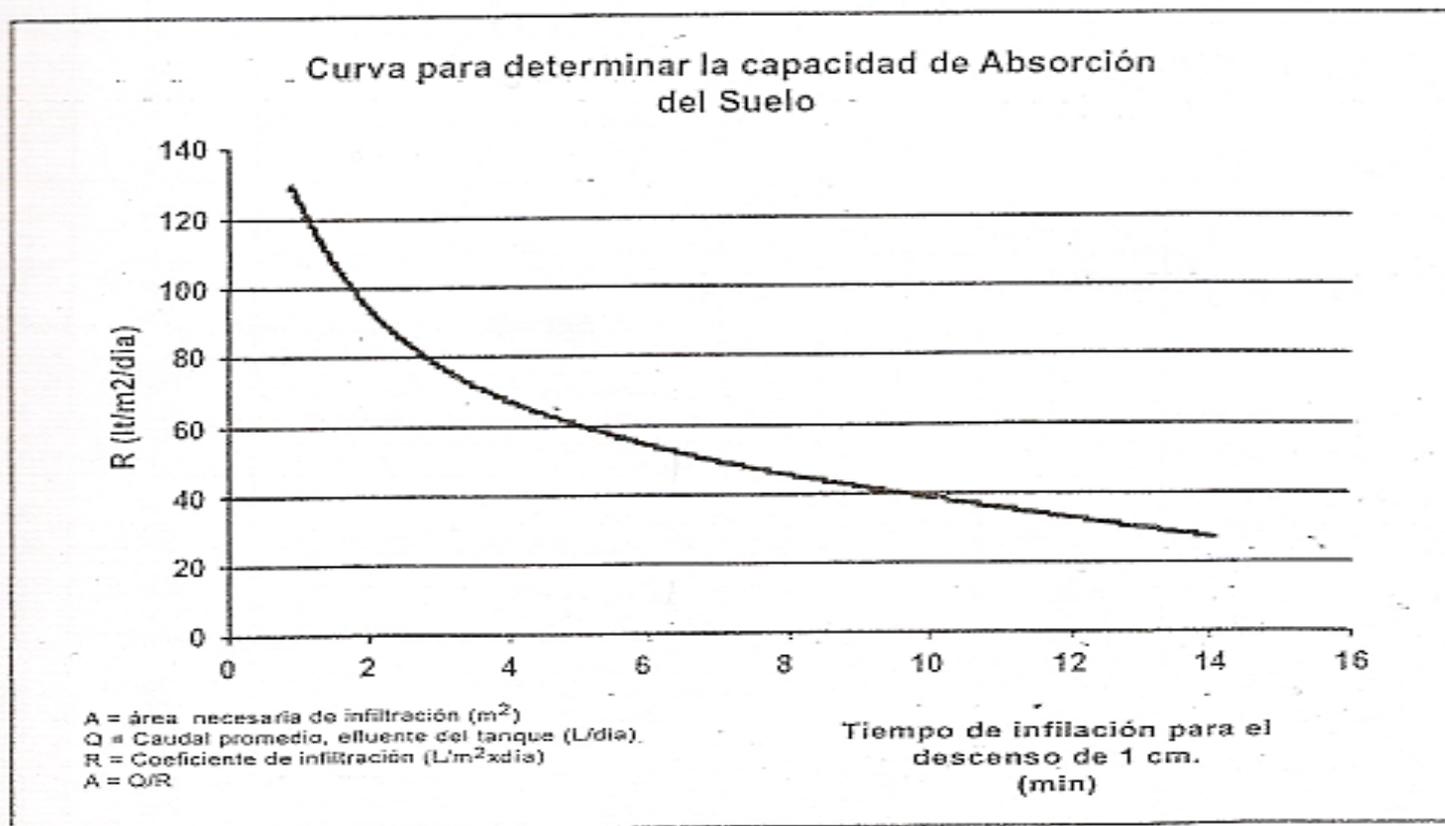
R : Coeficiente de infiltración ( L/m<sup>2</sup>/día).

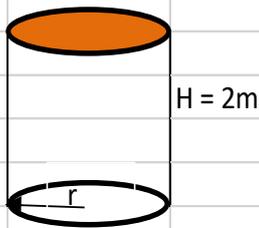
Con el dato del tiempo de infiltración de 4 minutos se va a la curva y se obtiene el valor de la capacidad de absorción del suelo ( R )

Según la curva siguiente la capacidad de absorción del suelo es de:

65 l/m<sup>2</sup>/dia

GRAFICO 1



Poblacion futura	5.581754642	hab			
Dotacion	80	lt/hab/dia			
Dotacion diaria	446.5403714	lt/dia			
	DOTACION DIARIA		446.54	lt/dia	
	DOTACION SEMANAL		3125.78	lt/sem	
<b><u>DISEÑO DEL POZO DE PERCOLACION</u></b>					
Por lo tanto se obtiene el caudal promedio siguiente:					
q	446.54	litros/hab.dia			
P	5.581754642	personas			
Se considera un 60% del caudal efluente para los calculos del diseño del pozo de percolacion					
Q	267.9242228	l/dia			
R	65	l/m2/dia			
Hallando el area de absorción:					
A	4.12	m <sup>2</sup>			
Considerando el siguiente dimensionamiento para el pozo de percolacion, asemejandolo a un cilindro					
Radio	0.5	m			
H asumido	1.31	m			
Hallando el valor de H diseño, para lo cual el Area de absorcion debe ser igual al area lateral del cilindro					
Area lateral	4.12	m <sup>2</sup>			
Area de absorcion	4.12	m <sup>2</sup>			
Diferencia	0.00		<b>DIMENSIONES PARA UN POZO</b>		
Se adoptará H	2.00	m			
<b><u>Dimensiones del pozo de percolacion</u></b>					
Se adoptará					
Radio	0.50	m	r = 0.5m		
Profundidad	2.00	m			

**ANEXO N.º 11. CAUDAL MAXIMO HORARIO POR VIVIENDA**

Datos de entrada	
Nº VIV.	128
DENSID. (Hab./ Viv)	4.0
P2017	512

Datos de entrada	
Població actual	512 habitantes
Tasa de crecimiento	1.68 %
Periodo de diseño	20 años
Dotación domiciliaria	80.00 (l/hab/día)
Dotación estatal	200.00 l/persona

Nombre I.E.	Departamento	Provincia	Distrito	Nivel	Gestión	Dirección	Alumnos (2014)
80436	La Libertad	Pataz	Chilia	Primaria	Pública - Sector Educación	Carhuacocha	0
80436	La Libertad	Pataz	Chilia	Inicial - Jardín	Pública - Sector Educación	Carhuacocha	37
80436	La Libertad	Pataz	Chilia	Secundaria	Pública - Sector Educación	Carhuacocha	75

112

Calculo de población futura	
Crecimiento aritmetico	684 habitantes
Crecimiento geometrico	715 habitantes
Metode Wappaus	719 habitantes
Mètode exponencial	626 habitantes
<i>Maximo crecimiento</i>	719 habitantes

Variacions de consum	
Caudal minimo diario	0.893 l/seg
Q_min_dia	0.001 m3/seg
Caudal maximo diario	1.339 l/seg
Q_max_dia	0.001 m3/seg
Caudal maximo horario	2.410 l/seg
Q_max_hora	0.0024100800 m3/seg
N Horas funcionamiento bomba N =	18.00 Horas

$$Q_{\text{máx.d}} = k_1 * Q_{\text{md}} \quad 1.5$$

$$Q_{\text{máx.h}} = k_2 * Q_{\text{máx.d}} \quad 1.8$$

RESERVORIO PROYECTADO				
Porcentaje de regulacion (30% si es bombeo)	25.00%			
Poblacion futura	684 Hab.			
Volumen del Reservoirio =	19.281 m3			V= 0.25*Qmind*86400/1000
V=	19.000 m3			

**Datos de Entrada**

N° VIVIENDAS Y LOCALES	131	viv	
Caudal maximo horario (Qmh)	2.410	Lt/s	
Caudal unitario : Qunit = Qmh/Pf	0.018	Lt/s/viv	
	1589.55	lt/dia/viv	V=20m3
	<b>1192.16</b>	<b>lt/dia/viv</b>	V=15m3

## ANEXO N.º 12. ENCUESTA SOCIECONÓMICA

### A. INFORMACIÓN BÁSICA DE LA LOCALIDAD

Encuestador(a): \_\_\_\_\_

Fecha de Entrevista: \_\_\_\_/\_\_\_\_/20\_\_\_\_ Hora \_\_\_\_\_ Cuestionario N.º \_\_\_\_\_

Departamento: \_\_\_\_\_ Provincia: \_\_\_\_\_ Distrito: \_\_\_\_\_

Localidad / Centro Poblado: .....

Persona Entrevistada (jefe del hogar): ( ) Padre ( ) Madre ( ) otro \_\_\_\_\_

### B. INFORMACIÓN SOBRE LA VIVIENDA

1. ( ) sólo vivienda ( ) Vivienda y actividad productiva asociada
2. Tiempo que viven en la casa: \_\_\_\_\_año(s) \_\_\_\_\_meses
3. La casa es : ( ) Propia ( ) Alquilada ( ) Prestada ( ) Otro \_\_\_\_\_
4. El material de la casa es de : Ladrillo y cemento ( ) Adobe ( ) Madera ( )  
Quincha ( ) Estera ( ) Otros ( ) \_\_\_\_\_
5. Posee energía eléctrica ( ) sí ( ) no Si es sí cuanto paga mensual S/. \_\_\_\_\_
6. Posee teléfono ( ) sí ( ) no; Si es Si cuanto paga mensual S/. \_\_\_\_\_
- 6.1. Posee Cable ( ) sí ( ) no; Si es Si cuanto paga mensual S/. \_\_\_\_\_ 6.2 Posee Internet ( ) sí ( ) no;  
Si es sí cuánto paga mensual S/. \_\_\_\_\_

### INFORMACIÓN SOBRE LA FAMILIA

7. ¿Cuántas familias viven en la casa? \_\_\_\_\_

8. ¿Cuántas personas habitan la casa? \_\_\_\_\_

9.	Cuál es la actividad principal que desarrolla su familia?	Actividad
	Agricultura	
	Ganadería	
	Minería artesanal	
	Comercio	
	Otros (especificar)	

10.	Detallar el ingreso de la familia	Jornal/día	Salario/Mensual
	Padre		
	Madre		
	Hijos mayores de 18 años (sumatoria de sueldos)		

Otros miembros del hogar (sumatoria de sueldos)		
<b>Total</b>		

11.	Cuánto gasta según corresponda si es semanal, mensual o anual	Semanal	Mensual	Anual
	Alimentación			
	Energía Eléctrica			
	Agua y Alcantarillado			
	Cable mágico			
	Teléfono			
	Educación			
	Salud			
	Transporte			
	Vestimenta			
	Contribución a fiestas patronales			
	Combustible			
	Otros			
	<b>Total</b>			

#### INFORMACIÓN SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

12. Usted dispone de conexión domiciliaria: ( ) sí ( ) no  
 13. Dispone de agua de forma permanente: ( ) sí ( ) no

#### C. INFORMACIÓN SOBRE EL SANEAMIENTO

14. Está usted conectada a la red de alcantarillado: ( ) sí ( ) no.  
 15. En los últimos meses ha tenido problemas con su desagüe: sí ( ) No ( )  
 Si es sí, de qué tipo: Atoramiento ( ); Malos Olores ( ); Roturas ( )  
 16. Estaría usted dispuesto a participar para mejorar o instalar el servicio de conexión a red pública: ( ) sí ( ) no  
 Si es sí, cómo participarían: Aportando: ( ) dinero ( ) mano de obra ( ) Materiales ( ) Otro Cual \_\_\_\_\_  
 17. Si es no, por qué no quisiera participar en las mejoras:  
 ( ) Porque estoy satisfecho con lo que tengo  
 ( ) No tengo dinero ni tiempo  
 ( ) No me interesa  
 ( ) Otros (especificar): \_\_\_\_\_

#### E.1 – Sin Conexión Domiciliaria

18. Cuál es el sistema de disposición de excretas que utiliza:
- ( ) Pozo séptico
- ( ) Letrina
- ( ) Campo abierto
- ( ) Otros (especificar): \_\_\_\_\_
19. Le da mantenimiento a su sistema de disposición de excretas: Sí ( ) No ( )
- Si la respuesta es Sí, cómo, especificar: \_\_\_\_\_
20. Si la respuesta es No, por qué \_\_\_\_\_
21. Ha tenido problema con su sistema de disposición de excretas como:
- ( ) presencia de roedores
- ( ) presencia de insectos
- ( ) presencia de malos olores
- ( ) otros, especificar \_\_\_\_\_

#### D. HIGIENE DE LOS ALIMENTOS Y DE LA VIVIENDA

22.	Lavado de frutas y verduras	Sí	No
	Lava las frutas antes de consumirlas		
	Lava las verduras antes de consumirlas		

23.	Presencia de animales	Sí	No
	Animales en el corral		
	Animales sueltos en la casa		

24.	Limpieza de la vivienda	Sí	No
	Diariamente		
	Semanalmente		
	Mensualmente		

25.	Como eliminar la basura	Sí	No
	Enterrar la basura en el hueco		
	La tira al río o acequia		
	La bota alrededor de la casa		
	La bota dentro del patio de la casa		
	Alimenta con ella a los animales		
	Otros		

### E. SALUD

26.	En los últimos 15 días algún miembro de su familia tuvo diarrea	Sí	No
-----	---	----	----

27.	Cuáles son las enfermedades más frecuentes en su familia?	
	Enfermedades diarreicas	
	Enfermedades de la piel	
	Enfermedades respiratorias	
	Otros, especificar:	

### F. CONOCIMIENTOS SOBRE SALUD

28. ¿Por qué se enferman los niños con diarrea? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

29. ¿Cómo evitar que los niños se enfermen de diarrea? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

### ANEXO N.º 13. PANEL FOTOGRÁFICO



Actualmente los pobladores de la localidad de Carhuacocha, realizan la deposición de excretas en letrinas artesanales.



Se realizaron encuestas a los pobladores de la localidad de Carhuacocha, para determinar información que nos ayude a realizar los diseños propuestos.



Reunión con los pobladores de la localidad de Carhuacocha para que nos indiquen los posibles lugares para la ubicación de los tanques sépticos.