



Universidad Nacional

SAN LUIS GONZAGA



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**“ANÁLISIS Y DISEÑO INTEGRAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DEL ANEXO PALLANCATA,
DISTRITO CORONEL CASTAÑEDA, PARINACOCHAS, AYACUCHO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:
BACH. ALEXIS OMAR MATOS PALOMINO**

ICA – PERÚ

2021

DEDICATORIA:

A Dios por darme una familia con la que puedo contar, por sus bendiciones y guía espiritual que me han permitido culminar exitosamente este gran momento en mi vida universitaria.

A mis padres, que siempre me apoyaron incondicionalmente y así llegar a ser un profesional de la patria.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que durante los cinco años estuvieron apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	1
ÍNDICE GENERAL	3
RESUMEN EN ESPAÑOL	5
RESUMEN EN INGLÉS	6
INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	9
1.1. Antecedentes del problema de investigación	9
1.1.1. Antecedentes a nivel internacional	9
1.1.2. Antecedentes a nivel nacional	9
1.1.3. Antecedentes a nivel local	9
1.2. Bases teóricas de la investigación	10
1.2.1. Periodo de diseño	10
1.2.2. Estudios de campo	11
1.2.3. Población de diseño	12
1.2.4. Consumo	12
1.2.5. Caudales de diseño	14
1.2.6. Conexiones domiciliarias	15
1.2.7. Redes Colectoras	15
1.2.8. Modelo Numérico SEWERGEMS V8i	21
1.2.9. Tratamiento de aguas residuales	21
1.3. Marco legal	31
1.4. Marco conceptual	31
CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	33
2.1. Situación problemática	33
2.2. Formulación de problemas	33
2.2.1. Problema general	33
2.2.2. Problemas específicos	33
2.3. Delimitación del problema	34
2.3.1. Delimitación espacial o geográfica	34
2.3.2. Delimitación temporal	34
2.3.3. Delimitación social	34
2.3.4. Delimitación conceptual	34

2.4.	Justificación e importancia de la investigación	34
2.4.1.	Justificación.....	34
2.4.2.	Importancia.....	35
2.5.	Objetivos de investigación	35
2.5.1.	Objetivo general	35
2.5.2.	Objetivos específicos	35
2.6.	Hipótesis de investigación.....	35
2.6.1.	Hipótesis general o principal.....	35
2.6.2.	Hipótesis específicas.....	36
2.7.	Variables de investigación	36
2.7.1.	Identificación de variables	36
2.7.2.	Operacionalización de variables.....	36
CAPÍTULO III: ESTRATEGIA METODOLÓGICA / METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		37
3.1.	Tipo, nivel y diseño de investigación	37
3.1.1.	Tipo de investigación	37
3.1.2.	Nivel de investigación.....	37
3.1.3.	Diseño de investigación	37
3.2.	Población y muestra materia de investigación	38
3.2.1.	Población de estudio	38
3.2.2.	Tamaño de la muestra	38
CAPÍTULO IV: TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN		39
4.1.	Técnicas de recolección de datos.....	39
4.2.	Instrumentos de recolección de datos	39
4.3.	Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos	39
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		41
5.1.	Descripción de la zona el proyecto.....	41
5.1.1.	Ubicación.....	41
5.1.2.	Accesibilidad.....	43
5.1.3.	Clima	43
5.1.4.	Topografía y tipo de suelos.....	44
5.1.5.	Características urbanas y vivienda	44
5.1.6.	Servicios públicos existentes	46

5.2.	Consideraciones para el diseño del proyecto	48
5.2.1.	Periodo de diseño	48
5.2.2.	Estudios topográficos.....	48
5.2.3.	Población de diseño	49
5.2.3.1.	Datos censales	49
5.2.3.2.	Cálculo de la población de diseño	50
5.2.4.	Consumo	51
5.2.4.1.	Dotación.....	51
5.2.5.	Caudales de diseño	52
5.2.5.1.	Caudal máximo diario	52
5.2.5.2.	Caudal máximo horario	52
5.2.5.3.	Gastos considerados en el diseño de alcantarillado	52
5.3.	Consideraciones para el diseño del proyecto	53
5.3.1.	Conexiones domiciliarias.....	53
5.3.2.	Redes Colectoras	54
5.3.2.1.	Diseño de la red.....	55
5.3.3.	Modelo Numérico SEWERGEMS V8i	58
5.3.4.	Tratamiento de aguas residuales.....	65
5.3.4.1.	Elección del sistema de tratamiento	65
5.3.4.2.	Dimensionamiento del tanque séptico.....	65
5.3.4.3.	Diseño de filtros percoladores.....	70
5.4.	Discusión de resultados.....	74
	CAPÍTULO VI: COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	76
6.1.	Contrastación de hipótesis general	76
6.2.	Contrastación de hipótesis específicas.....	77
	CONCLUSIONES	79
	RECOMENDACIONES	80
	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	81
	ANEXOS.....	83

RESUMEN

En el centro poblado Anexo Pallancata, del distrito de Coronel Castañeda, provincia de Parinacochas, en el departamento de Ayacucho, se vive una problemática relacionada con la carencia de un sistema integral de alcantarillado, lo que se traduce en un riesgo de salubridad que afecta a la calidad de vida de su población. En la presente investigación se han analizado todos los aspectos técnicos relacionados con el problema aportado soluciones que permitan dar solución al problema actual.

El objetivo principal de la investigación plantea realizado un análisis preliminar de datos que son relevantes para el diseño y proponer la red de desagüe y la planta de tratamiento de aguas residuales como solución integral a la problemática. Por lo tanto se plantea la hipótesis de que el desarrollo del objetivo principal influye sobremanera en el mejoramiento de la calidad de vida del Anexo Pallancata.

En consecuencia se desarrolla una investigación cuantitativa, aplicada, aplicando para el diseño hidráulico la modelación numérica, a nivel descriptivo y correlacional, ejecutando un diseño de investigación no experimental-transversal. La población de estudio en el Anexo Pallancata son sus 147 habitantes.

El análisis preliminar determinó una población futura de 312 habitantes, que requieren un caudal de aporte a la red de desagüe de 0.48 lt/seg y 1.67 lt/seg para el diseño de la planta de tratamiento de agua residual. Para ello el sistema requiere de la instalación de una red colectora de 806.50m con PVC-160 mm; 27 cámaras de inspección de concreto, 43 conexiones domiciliarias y la instalación de una tubería emisora de 103.73m de PVC- 200mm.

Por último la variable independiente de la hipótesis principal, influyó directamente en la mejora de la calidad de vida de los pobladores del Anexo Pallancata al demostrarse dicha tendencia mediante análisis estadístico y probabilístico, usando información estadística del Ministerio de Salud (MINSA) y datos estándar de la OMS.

Palabras Clave: Red de desagüe, planta de tratamiento, calidad de vida,

ABSTRACT

In the town center Annex Pallancata, in the district of Coronel Castañeda, province of Parinacochas, in the department of Ayacucho, there is a problem related to the lack of a comprehensive sewerage system, which translates into a health risk that affects the quality of life of its population. In the present investigation all the technical aspects related to the problem have been analyzed, providing solutions that allow solving the current problem.

The main objective of the research is to carry out a preliminary analysis of data that are relevant for the design and propose the drainage network and the wastewater treatment plant as an integral solution to the problem. Therefore, the hypothesis is proposed that the development of the main objective greatly influences the improvement of the quality of life of the Pallancata Annex.

Consequently, a quantitative, applied research is developed, applying numerical modeling to the hydraulic design, at a descriptive and correlational level, executing a non-experimental-transversal research design. The study population in the Pallancata Annex is its 147 inhabitants.

The preliminary analysis determined a future population of 312 inhabitants, which require a flow rate of 0.48 lt/sec and 1.67 lt/sec for the design of the wastewater treatment plant. For this, the system requires the installation of a collecting network of 806.50m with PVC-160 mm; 27 concrete inspection chambers, 43 home connections and the installation of a 103.73m PVC- 200mm emitter pipe.

Finally, the independent variable of the main hypothesis directly influenced the improvement of the quality of life of the inhabitants of the Pallancata Annex by demonstrating this trend through statistical and probabilistic analysis, using statistical information from the Ministry of Health (MINSa) and standard data from The OMS.

Key Words: Drainage network, treatment plant, quality of life,

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**“ANÁLISIS Y DISEÑO INTEGRAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DEL ANEXO PALLANCATA,
DISTRITO CORONEL CASTAÑEDA, PARINACOCHAS, AYACUCHO”**

ÁREA DE CONOCIMIENTO:
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
MANEJO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS

AUTOR:
BACH. ALEXIS OMAR MATOS PALOMINO

ASESOR:
ING. ALFREDO M. ALCÁZAR GONZALES

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de la presente investigación se han puesto en práctica los conocimientos adquiridos durante los años de estudio en nuestra facultad, tratando en todo momento demostrar el criterio que todo ingeniero civil debe tener para cumplir con las metas que exige nuestra profesión en beneficio de la sociedad.

Por tal motivo, se eligió como tema el “Análisis y Diseño Integral del Sistema de Alcantarillado para Mejorar la Calidad de Vida del Anexo Pallancata, Distrito de Coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho”, atendiendo a su problemática relacionada con el tema de saneamiento. Para lo cual se desarrollaron los siguientes capítulos:

Capítulo I: describe el marco teórico, antecedentes y bases teóricas de la investigación, así como los marcos legales y conceptuales aplicados al tema.

Capítulo II: describe la situación problemática, se identifica el problema, objetivo e hipótesis generales y sus específicas correspondientemente.

Capítulo III: se expone el diseño metodológico de la investigación, tipo, nivel y diseño de la investigación, así como población y tamaño de la muestra.

Capítulo IV: se describen las técnicas e instrumentos de investigación.

Capítulo V: se muestran los aspectos generales de la zona del proyecto, ubicación, accesos, clima, topografía, características urbanas y servicios públicos existentes, etc y también los criterios para el diseño hidráulico, discutiendo los resultados obtenidos y proponiendo las estructuras hidráulicas necesarias.

Capítulo VI: se expone la comprobación de las Hipótesis de la investigación, producto del diseño del sistema integral de alcantarillado.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL

CÓRDOVA, C. (2013), Universidad Católica de Colombia, Tesis: “DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO CENTRO POBLADO PASOANCHO SITUADO EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ”, menciona: *“La red de alcantarillado es considerada uno de los servicios básicos indispensables en la comunidad, pero muchos territorios del país son insuficientes para utilizar este medio. En el pasado, en muchas partes del país, se priorizó la transformación de las redes de abastecimiento de agua potable y la construcción de las redes de tratamiento de aguas residuales se llevó a cabo de manera indefinida. Parecía que no existía esa lógica y una idea tan simple, es decir, si el suministro de agua debe salir de alguna manera. La comunidad Centro Poblado Pasoancho es uno de los muchos lugares del país donde no se cuenta con este tipo de servicios. Se ha completado el proyecto de la red de tratamiento de alcantarillado y alcantarillado en esta comunidad para mejorar las condiciones de vida de los residentes”.*

1.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL

AYVAR, V. (2018). Universidad César Vallejo. Tesis: “DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE CUATRO COMUNIDADES DE KIMBIRI- CUSCO-2018”, en su resumen indica: *“En la actualidad, se debe considerar el desarrollo sostenible del país en todas las áreas, por lo que los factores sociales que mejoran la calidad de vida en todas las áreas del país son de suma importancia. El trabajo actual incluye el diseño e implementación de los servicios de agua potable y tratamiento de aguas residuales en Kimbiri Cusco para buscar el bienestar de las personas que no pueden atender a esta población por problemas sociales y económicos”.*

1.1.3. ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL

MADRID, R. (2015). Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”. Tesis: “DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PARA EL AA. HH. CARMEN

ROSA MENDOZA URIBE DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS, PROVINCIA DE PISCO, DEPARTAMENTO DE ICA”. Menciona: *“Es de mucha vital importancia, que este asentamiento humano cuente con **servicio de alcantarillado**, debido a que se pone en peligro la salud pública de estos habitantes, logrando así una **mejora en la calidad de vida** de estas. Mientras tanto la comunidad del asentamiento humano se ve en la obligación de usar silos y de depositar sus desechos (aguas usadas en el lavado de ropa, servicios, etc.) en la vía pública y lugares inapropiados. Esta deficiencia es un peligro latente en este asentamiento humano ya que la comunidad que habita en dicho lugar es propensa de sufrir enfermedades, y también a la proliferación de virus originando así un grave problema de salud pública.”*

1.2. BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. PERIODO DE DISEÑO

Es el tiempo durante el cual se considera que el sistema está funcionando con normalidad, y se deben intervenir muchas variables para lograr un proyecto económicamente viable. Por lo tanto, el ciclo de diseño se puede definir como el tiempo que tarda el sistema en alcanzar el 100% de eficiencia a través de la capacidad de impulsar el gasto deseado por la existencia física de las instalaciones y estructuras.

Criterios para fijar el período de diseño

Si el ciclo del proyecto es corto, el sistema inicialmente requerirá una pequeña inversión, pero luego requerirá una inversión continua basada en el crecimiento de la población. Por otro lado, la implementación de un proyecto con un ciclo de diseño más largo requerirá una mayor inversión inicial, pero luego no llevará mucho tiempo. Además, debido al largo ciclo de diseño, la tasa de flujo de la alcantarilla será menor que la tasa de flujo de diseño durante muchos años, por lo que la velocidad será menor de lo esperado y el rendimiento del sistema será menor de lo esperado. En proyectos de tratamiento de aguas residuales en áreas rurales, se recomienda considerar la construcción por etapas, asumiendo un ciclo de diseño relativamente corto, alrededor de 20 años, con el fin de minimizar costos y ajustar posibles errores en el crecimiento de la población y estimaciones de consumo de agua.

Factores determinantes del período de diseño

El período de diseño se determinará considerando los siguientes factores:

- Vida útil de las estructuras y equipos.
- Grado de dificultad para realizar la ampliación de la infraestructura.

- Crecimiento poblacional.
- Capacidad económica para la ejecución de obras
- Situación geográfica, en especial, zonas inundables.

Debiendo compatibilizar éste con las directivas existentes para los proyectos de inversión pública. Como año cero del proyecto se considerará la fecha de inicio de la recolección de información e inicio del proyecto.

Normas para la determinación del período de diseño

Para centros poblados en zonas rurales, con poblaciones menores a 2000 habitantes, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) recomienda usar “Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural”, aprobada mediante RM-192-2018-Vivienda.

Determinación del período de diseño

Según la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, se recomienda:

Tabla 1
Períodos de diseño para estructuras hidráulicas de alcantarillado

ESTRUCTURAS	PERÍODO DE DISEÑO
Red de desague	20 años
Emisor	20 años
Caseta de bombeo	20 años
Equipos de bombeo	5 a 10 años
Plantas de tratamiento	20 a 30 años

Fuente: MVCS – Elaboración propia

1.2.2. ESTUDIOS DE CAMPO

Estudio topográfico

Las características topográficas del terreno es información primordial para evaluar los posibles emplazamientos de plantas de tratamiento y para conocer las longitudes y pendiente de las calles para diseñar la red de alcantarillado a proyectar. Las mediciones permitirán obtener como producto final planos de todas las áreas donde se ejecutará el proyecto. La precisión en los levantamientos topográficos es importante para el propósito de la ingeniería. La información consignada en los planos topográficos debe mostrar características de la superficie terrestre, como pendientes, accidentes geográficos, cursos de agua, construcciones existentes como carreteras, viviendas, canales, etc.

Elementos Básicos

Son los planos resultantes del levantamiento topográfico sobre el cual se proyectan las diversas obras. Las escalas mayormente utilizadas son:

- Plano de Ubicación: 1/10,000; 1/15,000; 1/5,000
- Localización: 1/50,000
- Plano topográfico general: 1/2,000
- Plano de lotización: 1/2,000 o 1/2,500
- Plano de flujos y red de alcantarillado: 1/2,000 o 1/2,500
- Plano de zonas de perfiles de calles: H=1/2,000; V=1/100
- Plano de zonas de secciones transversales de calles H=V=1/200
- Plano de plantas de tratamiento: 1/100
- Plano de detalles de estructuras y otros: 1/25

1.2.3. POBLACIÓN DE DISEÑO

La “Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural” del MVCS recomienda usar el **Método de Crecimiento Aritmético** que mejor se ajusta al crecimiento de poblaciones menores a 2,000 habitantes, aplicando la siguiente expresión:

$$P_f = P_o \left(1 + \frac{r \times t}{100} \right)$$

Dónde: P_f = población futura
 t = periodo de diseño en años
 P_o = población actual
 r = tasa de crecimiento poblacional en %

1.2.4. CONSUMO

Es la cantidad de agua que se asigna según las normas, para cualquier uso, en un tiempo determinado que generalmente es un día.

Tipos de Consumo

A) Consumo Doméstico

Usado para beber, preparar alimentos, lavado de ropa, para limpieza personal o de la vivienda, etc. Se fija por normas o costumbres y se asigna por persona y por día. También se le conoce como dotación.

B) Consumo de Uso Público

Se considera para edificios públicos como: Escuelas, puestos policiales, cuarteles, riego de jardines, piscinas públicas, etc. Considera también agua para incendios, que es un consumo instantáneo. La Norma Técnica OS-100 “Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria” del Reglamento Nacional de Edificaciones (2006) indica que no es obligatorio la demanda contra incendios para poblaciones menores de 10,000 habitantes.

C) Consumo Industrial y Comercial

Se considera cuando existen instalaciones industriales y comerciales tales como: Almacenes, fábricas, centros manufactureros, restaurantes, hoteles, etc. En este proyecto no se aplica.

D) Consumo por Pérdida y Desperdicio

En la red pública se producen por el mal funcionamiento de las válvulas y el descuido de los grifos. Dentro de los inmuebles, por el mal funcionamiento de los aparatos sanitarios y griferías. Este consumo tiene estrecha relación con la presión del agua, ya que en exceso lleva a un rápido deterioro de los accesorios en las futuras conexiones domiciliarias.

Dotación

Es la cantidad de agua que se asigna para un determinado uso y se expresa por persona y por día. Para la determinación de la dotación en una zona rural se tienen que tomar en cuenta una serie de factores tales como:

- Costumbres de la población
- Nivel de vida de la población
- Clima de la localidad
- La disponibilidad de fuentes del líquido elemento
- Calidad del agua suministrada y Costo del agua
- La presión de la red de distribución
- El consumo, comercial, industrial y publico
- Consumo por desperdicio en el sistema
- Consumo de agua por ganado u otro animal domestico
- Riego de jardines y dotación contra incendios

Para centros poblados en zonas rurales, con poblaciones menores a 2000 habitantes, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) recomienda usar “Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de

Saneamiento en el *Ámbito Rural*", aprobada mediante RM-192-2018-Vivienda. En esta norma, la dotación de agua según la opción de saneamiento se adopta del siguiente cuadro, para lo cual se considerará arrastre hidráulico, por tratarse de un sistema de alcantarillado.

Tabla 2
Dotación de agua según opción de saneamiento

REGIÓN	SIN ARRASTRE HIDRÁULICO	CON ARRASTRE HIDRÁULICO
Costa	60 lt/h/día	90 lt/h/día
Sierra	50 lt/h/día	80 lt/h/día
Selva	70 lt/h/día	100 lt/h/día

Fuente: MVCS – PNSR (2018)

Tabla 3
Dotación para servicios diversos

TIPO DE SERVICIO	DOTACIÓN
Escuela Primaria	20lts/alumno/día
Escuela Secundaria	25lts/alumno/día
Consultorios Médicos	500lts/día
Riego de Áreas Verdes	2lts/m ² /día

Fuente: RNE IS.010

1.2.5. CAUDALES DE DISEÑO

Consumo máximo diario (Q_{md}):

$$Q_{md}(l/s) = 1.3 \times Q_p(l/s)$$

Consumo máximo horario (Q_{mh}):

$$:Q_{mh}(l/s) = 2.0 \times Q_p(l/s)$$

Gastos considerados en el diseño de alcantarillado

El caudal que contribuye al diseño del alcantarillado, especialmente para la tubería emisora, consta de los siguientes caudales:

- Caudal de contribución de alcantarillado
- Caudal de contribución de excretas
- Caudal de infiltración por escorrentía de lluvia a los buzones

Caudal de contribución de alcantarillado:

El caudal de contribución que ingresa al alcantarillado, según la norma OS.070 del RNE, es el 80% del caudal de agua potable consumido, luego:

$$Q_D = 0.80 \times Q_{mh}$$

Caudal de contribución de Excretas:

Según la Norma OS.100 del RNE, se considera que la contribución de excretas es 0.20 kg/hab/día. Considerando un peso específico de la excreta $\gamma_E=1,400$ kg/m³, el volumen de contribución de excretas, expresado en lt/hab/día se determina por:

$$Q_E = \frac{1\text{lt} \times 0.20\text{kg} / \text{hab} / \text{día}}{\gamma_E (\text{kg} / \text{m}^3)}$$
$$Q_E = \frac{1\text{lt} \times 0.20\text{kg} / \text{hab} / \text{día}}{1,400(\text{kg} / \text{m}^3)} = 0.143\text{lt} / \text{hab} / \text{día}$$

Luego el caudal de contribución de excretas que ingresa al alcantarillado es:

$$Q_{CE} = \frac{Q_E \times P_{equivalente}}{86,400} (\text{lt} / \text{seg})$$

Caudal de Infiltración en buzones por escorrentía de lluvias:

Para el caudal de contribución por infiltración de escorrentía de lluvias a los buzones, se recomienda:

$$Q_{CI} = 0.044 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} / \text{buzon}$$

Caudal de diseño para la tubería emisora y PTAR:

Luego, el caudal para el diseño de la tubería emisora será:

$$Q_E = Q_D + Q_{CE} + Q_{CI}$$

1.2.6. CONEXIONES DOMICILIARIAS

Están constituidas por una caja de concreto simple, rectangular de 0.30 x 0.60 m de área por 0.50 m de profundidad, la cual se coloca en la vereda. Esta recibe los desagües de la vivienda y los deriva a la línea de servicio local o colector público.

1.2.7. REDES COLECTORAS

Criterios generales de diseño

A) Redes de alcantarillado

a.1) Alcantarillado de Servicio Local: Es el que está constituido por las tuberías que reciben conexiones prediales. Se admitirán conexiones prediales únicamente hasta con tuberías de 160mm. (6") de diámetro.

a.2) Colectores: Son los constituidos por tuberías que reciben las descargas de aguas servidas por el alcantarillado de servicio local. En los colectores no se podrá realizar conexiones prediales.

a.3) Emisores: Serán los constituidos por las líneas conductoras de las aguas servidas, hasta la disposición final o hasta la instalación de tratamiento. Los colectores son las tuberías que reciben las aguas negras de las conexiones domiciliarias y pueden terminar en un interceptor, en un emisor o en la planta de tratamiento.

B) Consideraciones para el trazado de tuberías

Se tomará en cuenta lo siguiente, para el trazo de la red en el plano:

- La línea de alcantarillado se proyectará en el eje de las calles.
- La red se ubicará a una profundidad tal que asegure satisfacer la más desfavorable de las siguientes condiciones:
- La profundidad necesaria para no interferir con otros servicios públicos existentes (agua potable).
- Un recubrimiento mínimo de 1 m sobre la clave del tubo, para vías vehiculares.
- Para vías peatonales donde no hay circulación de vehículos, el recubrimiento será menor.
- La conexión domiciliaria debe partir con 0.30 m por debajo del nivel del terreno y una pendiente mínima de 15 m por mil.
- Los colectores de desagüe se deben ubicar a 2 m como mínimo.
- El trazo de los colectores se hace en el eje central de las calles.
- Las tuberías de desagüe no se podrán colocar a menos de 2.00 m. de distancia de las tuberías de agua.

C) Cámaras de inspección

Se instalan en los encuentros de tuberías, en los cambios de dirección, cambios de diámetro y pendientes.

C.1) La profundidad mínima será de 1.20mts.

C.2) Diámetro interior:

- 1.20 m., para tuberías hasta de 800 mm., de diámetro.
- 1.80 m., para tuberías hasta de 1,200 mm., de diámetro.
- Para diámetros mayores, serán de diseño especial.

C.3) Espaciamiento máximo entre cámaras:

- 120 m., para tuberías hasta de 600 mm. (24”).
- 250 m., para tuberías mayores de 600 mm., de diámetro.

C.4) En las cámaras de inspección de más de 2 m., de profundidad, se aceptan tuberías que no lleguen al nivel del fondo, si su cota de llegada es 0.50 m. a más sobre el fondo. Si la caída es mayor a 1.00 m., se usan dispositivos especiales.

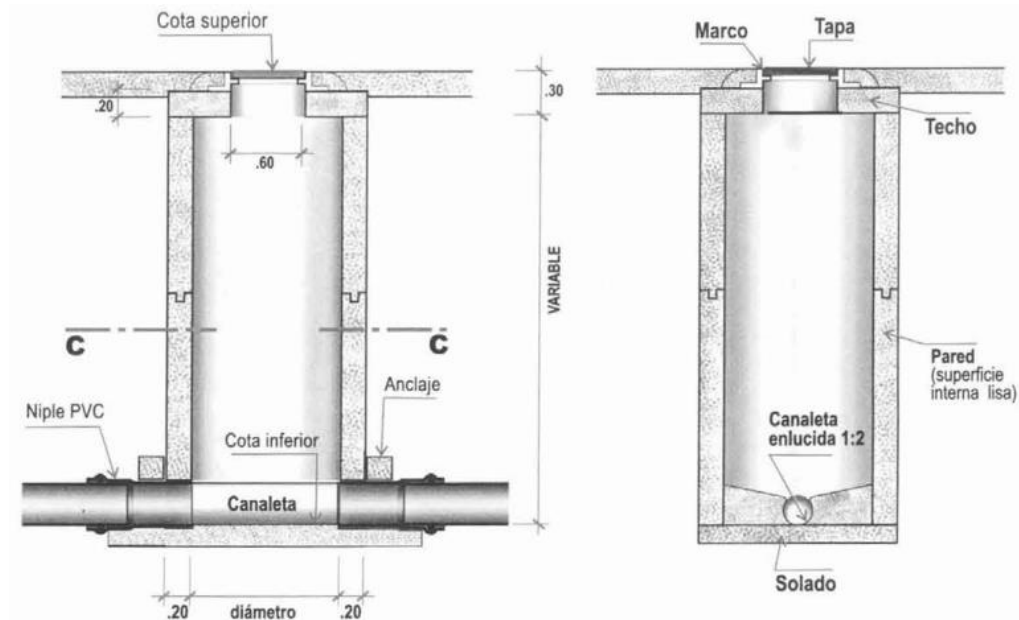


Figura 1. Corte longitudinal y transversal de una cámara de inspección

Fuente: Manual de Instalación: Las Redes de Agua Potable y Desagüe – MVCS/ASPEM 2007
Manual de Instalación: Las Redes de Agua Potable y Desagüe – MVCS/ASPEM 2007

Cálculo hidráulico

Los caudales para el diseño de la red de alcantarillado se calculan tomando en cuenta lo siguiente:

- El 80% del caudal de agua potable consumida ingresa al sistema de alcantarillado. Para los efectos de la capacidad de diseño de dicho sistema, el porcentaje anterior se aplicará al caudal correspondiente al máximo anual de la demanda horaria.
- El agua de infiltración a los sistemas de alcantarillado está en relación a: los terrenos saturados de aguas freáticas, la permeabilidad del suelo y la clase de tuberías a emplearse. En estos casos deberá justificarse la evaluación del volumen de infiltración.
- El agua de lluvias que se pueda incorporar al caudal del sistema de alcantarillado, debe establecerse en base a su ingreso por las cámaras de inspección y por el drenaje a las conexiones prediales. En general:

$$0.0002\text{ts} / \text{seg} / \text{m} < q_i < 0.0008\text{ts} / \text{seg} / \text{m}$$

El dimensionamiento del sistema de alcantarillado se hará para la conducción de los caudales máximos con una altura de flujo de 75% del diámetro de la tubería.

Velocidades permisibles

Esta influye en la profundidad de excavación para instalar la red de alcantarillado. A mayor pendiente mayor profundidad de excavación, en consecuencia, mayor es la velocidad del flujo. Si no hay arrastre de sólidos en la tubería, se colmatará con el tiempo reduciendo su diámetro. Por ello existen límites permisibles de velocidad para evitar la erosión y a la vez asegurar la auto limpieza mediante el arrastre de sólidos. Estas dependen del material de la tubería, según el siguiente cuadro:

Tabla 4
Velocidades permisibles en tuberías de alcantarillado

MATERIAL DEL TUBO	VELOCIDAD (m/seg)	
	MINIMA	MAXIMA
Concreto hasta 45 cm	0.30	3.0*
Concreto mayor de 45 cm	0.30	3.50
Asbesto cemento	0.30	5.00
PCV	0.30	5.0**
Polietileno	0.30	5.00

* El limitar las velocidades tiene el objeto de evitar la generación de gas Hidrógeno sulfurado, que es muy tóxico y aumenta los malos olores en las aguas así como reducir los efectos de la erosión en las paredes de los conductos.

** En el caso del PVC los gases generados por la conducción de las aguas en este rango de velocidades no lo afecta, además de soportar la abrasión.

Fuente: León, M. J. F. A. (2000). Hidráulica de las conducciones libres

Pendientes permisibles

Para reducir volúmenes de excavación, la pendiente de la tubería debe seguir en lo posible la pendiente del terreno, teniendo en cuenta lo siguiente:

- La pendiente mínima permisible es la necesaria para tener una velocidad de 0.30 m/s con un gasto de 1 lt/seg y un tirante mínimo de 1.5 cm.
- Las pendientes mínimas y máximas se especifican en base al diámetro interno de la tubería y el gasto mínimo según:

Tabla 5
Pendientes permisibles en tuberías PVC usando la fórmula de Manning

SERIES	DIÁMETRO		GASTO MÍNIMO (lt/seg)	PENDIENTE	
	NOMINAL (mm ó cm)	INTERNO PROMEDIO (mm)		MÍNIMA (v=0.3 m/s) (mm/m)	MÁXIMA (v=5.0 m/s) (mm/m)
SERIE 20	11	103.65	1	1.12	203.23
	16	151.65	1	1.22	122.35
	20	189.9	1	1.32	90.72
	25	237.2	1	1.43	67.39
	31.5	299.05	2	0.86	49.48
	35.5	337.05	2	0.9	42.18
	40	379.8	2	0.94	35.98
	45	427.4	3	0.69	30.73
	50	474.75	4	0.57	26.72
	63	598.45	5	0.51	19.62
SERIE 25	11	103.65	1	1.12	203.23
	16	153.35	1	1.23	120.55
	20	191.9	1	1.32	189.39
	25	239.9	1	1.44	66.38
	31.5	302.25	2	0.86	48.78
	35.5	340.65	2	0.9	41.59
	40	384	2	0.94	35.45
	45	431.9	3	0.7	30.31
	50	479.95	4	0.57	26.36
	63	604.65	5	0.51	19.35

Fuente: León, M. J. F. A. (2000). Hidráulica de las conducciones libres

Los 300 m iniciales de la red de alcantarillado se diseñan con pendiente mínima de 1% o 0.1‰. Según las Normas de Saneamiento vigentes hay que considerar una pendiente mínima de 8 por mil, siempre que la velocidad sea de un valor menor a la mínima permisible de 0.60 m/seg.

Fórmulas para el cálculo hidráulico

Para el cálculo hidráulico de la red de alcantarillado se pueden usar las fórmulas de GANUILLET y KUTTER, BABBIT, o la de MANNING, para conductos circulares:

- Ganguillet y Kutter

De la fórmula de Chezy:

$$V = C\sqrt{RS}$$

Dónde: C = coeficiente de Chezy

R = radio hidráulico

S = pendiente

Luego:

$$C = \frac{23 + \frac{0.00155}{S} + \frac{1}{n}}{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{S}\right) \times \frac{n}{\sqrt{R}}}$$

Esta expresión trabaja en el sistema métrico, donde “n” es el coeficiente de Manning.

Tabla 6
Coeficientes “n” para el cálculo hidráulico en tuberías (fórmula de Ganguillet – Kutter y Manning)

MATERIAL	N
Cerámica vitrificada	0.010
Asbesto cemento	0.010
Plástico PVC	0.010
Concreto y Fierro fundido	0.013
Acero	0.015

Fuente: León, M. J. F. A. (2000). Hidráulica de las conducciones libres

- Babbitt

En este caso, en la fórmula anterior se desprecia el término: $0.00155/S$, por lo tanto:

$$v = \frac{(23n + 1)R_H \sqrt{S}}{n(\sqrt{R_H} + 23n)}$$

Para tuberías de concreto, el valor de “n” es igual a 0.013, y R_H es la cuarta parte del diámetro de la tubería, luego:

$$V = \frac{50D\sqrt{S}}{0.598 + \sqrt{D}}$$

En esta fórmula la velocidad se considera a tubo lleno o a media sección, donde V está expresado en m/seg.

$$Q = \frac{39.27D^3 \sqrt{S}}{0.598 + \sqrt{D}}$$

Aquí se considera el caudal a tubo lleno, donde Q está en m³/seg.

- Manning:

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

Dónde: n: Coeficiente de Manning.

S: Pendiente de Tubería (m/m).

R: Radio Hidráulico (m).

1.2.8. MODELO NUMÉRICO SERWERGEMS V8I

Es un Software de diseño y simulación de alcantarillados sanitarios. Su proceso reduce considerablemente el diseño. Tiene muchas otras capacidades como:

- Asignar y evaluar cargas de alcantarillado
- Asignar y evaluar cargas de aguas pluviales
- Analizar sistemas hidráulicos y desbordamientos de alcantarillado combinado
- Analizar la formación de sulfuro de hidrógeno
- Analizar las capacidades de entrada
- Construir y gestionar modelos hidráulicos
- Diseñar y analizar alcantarillas
- Diseñar y analizar controles para desarrollos de bajo impacto
- Diseñar y analizar estanques y desembocaduras
- Diseñar alcantarillado sanitario
- Diseñar sistemas de aguas pluviales
- Simular la calidad del agua

Los resultados obtenidos para las diversas variables analizadas, generan cuadros de resultados que pueden ser exportados a hojas de cálculo para personalizar la presentación. Asimismo, puede exportarse al AutoCad, el plano de flujos que se genera con los datos de buzones y tuberías calculadas.

1.2.9. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos, y su propósito es eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en las aguas residuales utilizadas por el ser humano. El propósito del tratamiento es producir agua depurada (o aguas residuales tratadas) que puedan ser reutilizadas en el medio ambiente y residuos sólidos o lodos (biosólidos o lodos) aptos para su reutilización. Suele llamarse tratamiento de aguas residuales. Los sitios residenciales, institucionales y comerciales e industriales producen aguas residuales. Estos se pueden procesar en el lugar donde se producen (fosa séptica u otro método de depuración), o se pueden recolectar y transportar a la planta de tratamiento municipal a través de tuberías y / o bombas.

Grados de tratamiento y sistemas usuales

A) Tratamiento primario

Es para remover aceites, grasas, arenas y sólidos gruesos. Se hace con maquinaria o manualmente.

B) Tratamiento secundario

El tratamiento secundario se designa para degradar el contenido biológico de las aguas residuales que se derivan de la basura humana, restos de comida, jabones y detergentes. La mayoría de las plantas municipales e industriales trata el licor de las aguas residuales usando procesos biológicos aeróbicos.

C) Tratamientos terciarios

El tratamiento terciario proporciona una etapa final para aumentar la calidad del efluente al estándar requerido antes de que éste sea descargado al ambiente receptor (mar, río, lago, campo, etc.) Más de un proceso terciario del tratamiento puede ser usado en una planta de tratamiento. Si la desinfección se practica siempre en el proceso final, es siempre llamada pulir el efluente.

Elección del sistema de tratamiento

Los **Tanques Sépticos** se usan para el tratamiento de aguas residuales de familias que habitan en localidades que no cuentan con servicios de alcantarillado o que la conexión al sistema de alcantarillado les resulta costosa por su lejanía. El uso de tanques sépticos se permitirá en localidades rurales, urbanas y urbanas marginales. Su uso se limita para un máximo de 350 habitantes.

Las aguas residuales pueden provenir de inodoros con arrastre hidráulico, o pueden incluir aguas grises en la vida (producidas en duchas, lavaderos, etc.). Las fosas sépticas tienen muchas ventajas sobre las alcantarillas tradicionales. Sin embargo, esto es más caro y requiere una cantidad suficiente de agua del grifo para descargar los desechos en el tanque de agua del tanque de drenaje. Muchos problemas con las fosas sépticas se deben al hecho de que apenas se considera la eliminación de aguas residuales de las fosas sépticas. Dado que el agua residual es anaeróbica y puede contener una gran cantidad de patógenos, estos patógenos son posibles focos de infección, por lo que sin el permiso de la autoridad sanitaria no se debe utilizar para regar cultivos ni verterse en canales o aguas superficiales.

El **Tanque Imhoff** es una unidad de tratamiento primario cuyo fin es remover sólidos suspendidos. Para comunidades de 5000 habitantes o menos, ofrecen ventajas para tratar aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y la

digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por esto también se les llama tanques de doble cámara. Su operación es simple y no requiere de partes mecánicas; sin embargo, para su uso concreto las aguas residuales deben pasar por los procesos de tratamiento preliminar de cribado y remoción de arena. Su forma típica rectangular y se divide en tres compartimentos:

- Cámara de sedimentación.
- Cámara de digestión de lodos.
- Área de ventilación y acumulación de natas.

Durante la operación, las aguas residuales fluyen a través de la cámara de sedimentación, donde se eliminan la mayoría de los sólidos sedimentables. Se deslizan por la pared inclinada en el fondo de la cámara de sedimentación, ingresan a la cámara de digestión a través del espacio y hay sedimentadores superpuestos en el fondo. La parte superpuesta evita que el gas del producto de digestión o las partículas sólidas suspendidas interfieran con el proceso de precipitación. El gas y las partículas ascendentes que se producen inevitablemente durante el proceso de digestión se transfieren a la sala de crema o área ventilada. El lodo acumulado en el tanque de digestión se extrae regularmente y se introduce en el lecho de secado, donde el contenido de humedad se reduce por infiltración, y luego se retira y se desecha en un vertedero o se utiliza para la mejora del suelo.

Las **Lagunas de Estabilización** son estructuras simples que embalsan aguas residuales para mejorar sus características sanitarias. Tienen poca profundidad (2 a 4 m) y con períodos de retención relativamente grandes (por lo general de varios días). Cuando las aguas residuales se descargan a estas lagunas se produce en ellas, espontáneamente, un proceso de autodepuración o estabilización natural, en el que ocurren fenómenos de tipo físico, químico, bioquímico y biológico. Este proceso se lleva a cabo en casi todas las aguas estancadas con alto contenido de materia orgánica putrescible o biodegradable. Los parámetros más usados para evaluar el comportamiento de las lagunas y la calidad de sus efluentes son la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) que caracteriza la carga orgánica; y el número más probable de coliformes fecales (NMP CF/100ml), que caracteriza la contaminación microbiológica. Además, tienen importancia los sólidos totales sedimentables, en suspensión y disueltos. Si bien es cierto que las lagunas de estabilización tienen más ventajas que los Tanques Imhoff, para el medio donde se encuentra el proyecto no sería favorable ya que requieren de grandes áreas de terreno para su implantación. Y ya que es un sistema

sensible a las condiciones climáticas, puede producir vectores y no permite modificaciones en las condiciones de proceso.

Por lo tanto, se adopta como solución al tratamiento de aguas servidas, el **Pozo Séptico**, por ser una población pequeña.

Criterios generales de diseño del sistema de tratamiento asumido

Los principios para 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.

Dimensiones internas del tanque séptico

Para determinar las dimensiones internas de un tanque séptico rectangular, se tomará en cuenta la norma IS.020 y OS.090 del RNE. Asimismo, se ha consultado los procedimientos de cálculo para el diseño de tanque séptico publicadas por la “Guía Para el Diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización” publicada por el Área de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental de la Organización Mundial de la Salud (OMS), de los cuales se extraen los siguientes criterios:

- a) Entre el nivel superior de natas y la superficie inferior de la losa de cubierta el espacio libre mínimo es de 300 mm (30 cm).
- b) El ancho mínimo del tanque será de 0,60 m, ya que es el espacio más pequeño requerido para que una persona pueda trabajar durante la construcción o las operaciones de limpieza.
- c) La profundidad neta no será menor a 0,75 m.
- d) La relación entre el largo y ancho deberá ser como mínimo de 2:1.
- e) En general, la profundidad no deberá ser superior a la longitud total.
- f) El diámetro mínimo de las tuberías de entrada y salida del tanque séptico será de 100mm (4”).
- g) El nivel de la tubería de salida del tanque séptico deberá estar situado a 0,05m por debajo de la tubería de entrada.

- h) Los dispositivos de entrada y salida de agua residual al tanque séptico estarán constituidos por Tees o pantallas.
- i) Cuando se usen pantallas, éstas deberán estar distanciadas de las paredes del tanque a no menos de 0,20 m ni mayor a 0,30 m.
- j) La prolongación de los ramales del fondo de las Tees o pantallas de entrada o salida, serán calculadas por la fórmula $(0,47/A+0,10)$.
- k) La parte superior de los dispositivos de entrada y salida dejarán una luz libre para ventilación de no más de 0,05 m por debajo de la losa de techo del tanque séptico.
- l) Si el tanque tiene más de un compartimiento, las interconexiones entre ellos se harán de manera que evite el paso de natas y lodos.
- m) Si el tanque séptico tiene un ancho W, la longitud del primer compartimiento debe ser 2W y la del segundo W.
- n) El fondo de los tanques tendrá una pendiente de 2% orientada al punto de ingreso de los líquidos.
- o) El techo de los tanques sépticos deberá estar dotado de losas removibles y registros de inspección de 150 mm de diámetro.

Consideraciones para un tanque sépticos con compartimientos

- a) El número de compartimientos no será mayor a cuatro y cada uno deberá tener un largo de 0,60 m como mínimo.
- b) Se puede dividir por tabiques, si el volumen es mayor a 5 m³.
- c) Si tiene más de 2 compartimientos, el primero tendrá un volumen entre 50% y 60% de sedimentación y los subsiguientes entre 40% a 50% de volumen de sedimentación.
- d) En el primer compartimiento pueden tener lugar la mayor parte de los procesos de sedimentación y digestión, en cuyo caso sólo pasaran al segundo algunos materiales en suspensión. De este modo cuando llegan repentinamente al tanque séptico grandes cantidades de aguas servidas, si bien la eficiencia de sedimentación se reduce, los efectos son menores en el segundo compartimiento.
- e) En el dibujo Se detalla algunas de las dimensiones que se podrían tomar para un tanque séptico con dos compartimientos.

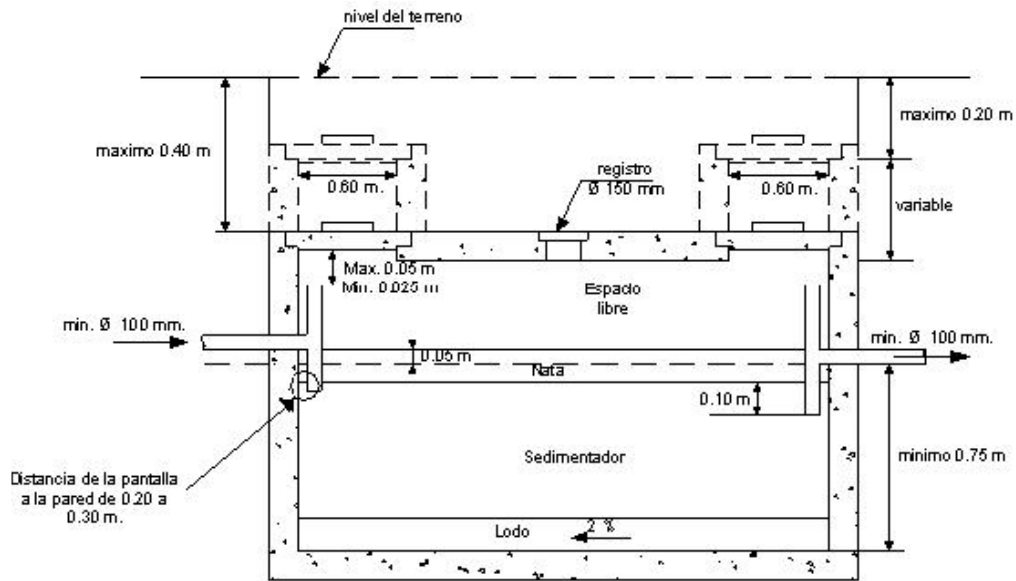


Figura 2. Esquema de un pozo séptico de dos compartimentos

Fuente: OPS, CEPIS, UNATSABAR, 2005

Dimensionamiento del Tanque Séptico

Período de Retención Hidráulica:

Según la norma IS.020 (Art.06) se expresa en días, siendo el periodo mínimo de 6 horas, es decir 0.25 días:

$$PR = 1.5 - 0.3 \log(P_f \times q_u)$$

Donde:

P_f = Población futura

q_u = Caudal de aporte unitario de aguas residuales, (lt/hab/día).

Siendo el porcentaje de retorno al alcantarillado de 80%, y la dotación de 80 lt/hab/día,

El caudal de aporte unitario de aguas residuales sería:

$$q_u = 80 \left(\frac{lt}{hab} \right) \times \frac{80\%}{100} = 64 \frac{lt}{hab} / día$$

Luego el caudal de aguas residuales (Q_R) es:

$$Q_R = \frac{P_f \times q_u}{1000}$$

Volumen requerido para la sedimentación:

Este valor V_s , se expresa en m³ y se determina con:

$$V_s = 10^{-3} \times (P_f \times q_u) \times \frac{PR}{24hr}$$

Luego la profundidad mínima requerida para la sedimentación será:

$$H_s = \frac{V_s}{A} = \frac{4.99}{27.00} = 0.18 \text{ m}$$

Volumen de digestión y almacenamiento de lodos:

Este volumen (V_d) se basa en una tasa anual de acumulación de lodos (ta) expresada en lt/hab/año. Su valor depende de la temperatura ambiente de la zona, la cual se puede tomar del siguiente cuadro:

Tabla 7
Tasa de acumulación de lodos en función de la temperatura ambiente y el intervalo de limpieza

INTERVALO ENTRE LIMPIEZA "N" DEL TANQUE SÉPTICO (años)	ta (l/hab/año)		
	$T \leq 10^\circ C$	$10 < T \leq 20^\circ C$	$T > 20^\circ C$
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137

Fuente: Norma OS.020 RNE 2016

Sin embargo, la norma IS.020 (Art.7b), fija este valor en 70 litros por persona, luego la fórmula para este caso es:

$$V_d = 70 \times 10^{-3} \times P \times N$$

Dónde:

N = Intervalo deseado en años, entre operaciones sucesivas de remoción de lodos.

Entonces, la altura o **profundidad requerida para digestión y almacenamiento** de lodos (H_d) es:

$$H_d = \frac{V_d}{A}$$

La **profundidad máxima 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_e) y debe tener un valor mínimo de 0,1 m.

Luego:

$$H_e = \frac{0.7}{A}$$

En consecuencia, se asume: $H_e = 0.10 \text{ m} = 10 \text{ cm}$

Profundidad del dispositivo de salida respecto al nivel superior de espuma (H_{tee}):

$$H_{tee} = H_e + 0.10$$

La profundidad libre de lodo (H_o) 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 en metros, se relaciona al área superficial del tanque séptico y se calcula mediante la fórmula:

$$H_o = 0.82 - 0.26A$$

La **profundidad de espacio libre (H_L)** debe seleccionarse comparando la profundidad del espacio libre mínimo total calculado como $(0.10 + H_o)$ y con la profundidad mínima requerida para la sedimentación (H_S). Se elige la mayor profundidad

Profundidad neta o útil del tanque séptico (H_T), será la suma de las alturas anteriores calculadas:

$$H_T = H_e + H_L + H_d$$

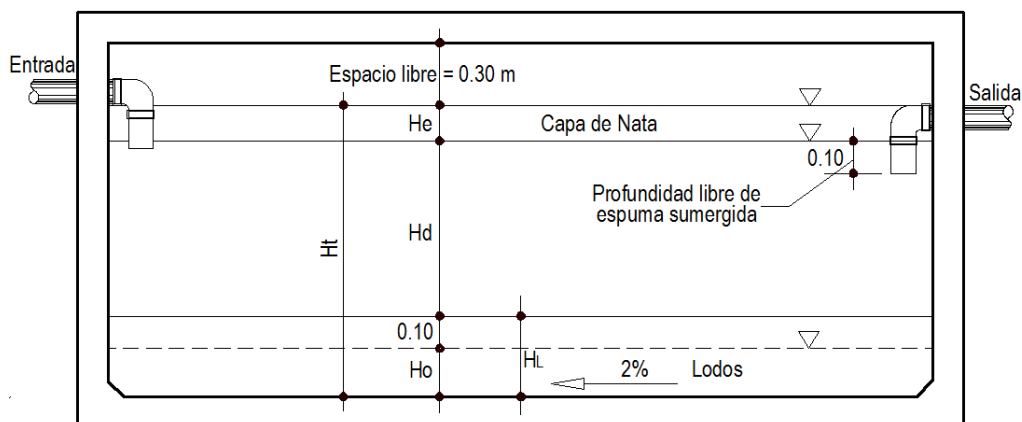


Figura 3. Esquema del tanque séptico

Dimensiones finales

El volumen total o volumen útil del tanque séptico será:

$$Vu = Ht \times A$$

El volumen disponible para la sedimentación (V_s) es:

$$Vs = H_L \times A$$

El período de retención hidráulica **PR**, será:

$$PR = \frac{Q_R}{V_S} \times 24 \text{ hr}$$

Valor superior al mínimo que es 6 horas.

Compartimientos:

Si el volumen total es mayor a 5 m³ hay que dividir el tanque. El primer volumen será el 70% y el restante el 30%. Luego:

- Vol. Cámara 1 = 0.70 × Vu
- Vol. Cámara 2 = Vu – Vol. Cámara 1

Longitud de la Cámara 1:

$$L_{C1} = \frac{Vol_{C1}}{a \times H_L}$$

Longitud de la Cámara 2:

$$L_{C2} = b - L_{C1}$$

Luego la disposición final del tanque séptico con dos cámaras es:

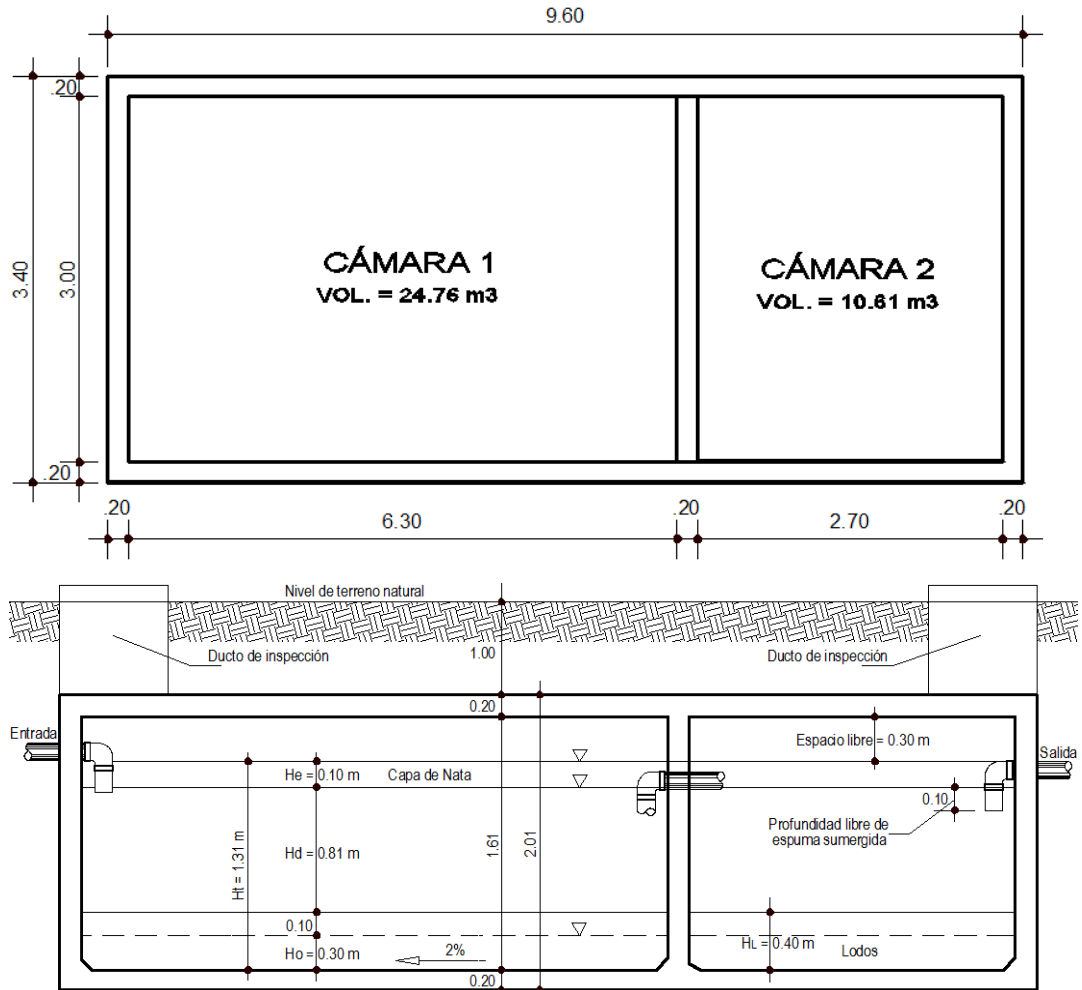


Figura 4. Planta y elevación final del tanque séptico

Diseño de los Filtros Percoladores

Pruebas de infiltración:

Para diseñar el sistema de percolación se debe de efectuar un “Test de percolación” para medir la Capacidad de Infiltración del suelo. Las mediciones del nivel descendido se realizaron cada media hora, según el siguiente detalle:

Con mayor precisión también se puede calcular con la siguiente expresión:

$$Ci = 113.91 - 32.36 \times LN(Ti)$$

Área requerida para los campos de infiltración (A_i)

Primero debe considerarse que el caudal efluente unitario (Q_e) que pasa a las zanjas o pozos de absorción, por lo general es el 60% del caudal unitario Q_R . Luego:

$$Q_e = 0.60 \times q_u$$

Siendo la población de 312 habitantes, el caudal total a percolar (Q_p) es:

$$Q_p = P \times Q_e$$

Luego, el área de percolación requerida, se determina con:

$$A_i = \frac{Q_p}{C_i}$$

Caudal del efluente:

Para determinar el área requerida para diseñar los campos de infiltración o pozos de percolación, se debe trabajar con el efluente que sale del tanque séptico. Evidentemente, este caudal (Q_e) es menor que el caudal de aporte unitario residual (q_u). Se considera el 60%, para tal efecto. Luego:

$$Q_e = 0.60 \times q_u$$

Este caudal unitario efluente se aplica a la población futura calculada, para obtener el total que va al pozo percolador (Q_{et}):

$$Q_{et} = P \times Q_e$$

Luego, el área total requerida para la infiltración es:

$$A_i = \frac{Q_{et}}{C_i}$$

En caso de utilizarse **zanjas de infiltración**, el ancho (a_z) por reglamento estará entre 0.45 y 0.90 m y la longitud de la zanja (L_z) sería:

$$L_z = \frac{A_i}{a_z}$$

Pozos de absorción:

Ya que no se cuenta con el área suficiente para establecer campos de percolación, se utilizarán pozos de absorción. La ventaja de su uso es que se aprovecha el área de las paredes verticales perimetrales para la infiltración, requiriendo así menor espacio. Los estratos de la zona también favorecen a la infiltración. El diámetro útil del pozo, según la norma IS.020 no debe ser menor a 1.00 m.

Si se asume que se va a requerir 2 pozos de percolación, el área de infiltración total requerida se divide entre $n = 2$. Luego, el área (A_{ip}) requerida para cada pozo es:

$$A_{ip} = \frac{A_i}{n}$$

Se asume diámetro y profundidad y luego se calculando el área de las paredes laterales de cada pozo (A_{LP}). Esta no debe ser menor que A_{ip} . Luego:

- Diámetro asumido de cada pozo (D_P) en m.
- Altura asumida de cada pozo (H) en m.

Área lateral perimetral del pozo:

$$A_{LP} = 2\pi D_P \times H$$

Finalmente, las dimensiones asumidas son correctas. El detalle de los pozos percoladores se muestra en los planos correspondientes consignados en los anexos.

1.3. MARCO LEGAL

La construcción de la carretera se diseñará y ejecutará de acuerdo a las normas vigentes mencionadas.

- ✓ Resolución Ministerial-192-2018 “Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural” del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).
- ✓ R.N.E. Norma Técnica IS.010 “Instalaciones Sanitarias para Edificaciones” del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006).
- ✓ R.N.E. Norma Técnica IS.020 “Tanques Sépticos” del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006).
- ✓ R.N.E. Norma Técnica OS.090 “Planta de tratamiento de aguas residuales” del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006).
- ✓ R.N.E. Norma Técnica OS.100 “Consideraciones Básicas de diseño de infraestructura sanitaria” del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006).

1.4. MARCO CONCEPTUAL

- **Agua residual doméstica:** Agua de origen doméstico, comercial e institucional, que contiene desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana.
- **Arrastre hidráulico:** Fuerza de tracción que produce los desagües para la evacuación de las excretas desde los aparatos sanitarios hasta el hoyo o pozo.
- **Criterios de diseño:** Guía de ingeniería que especifica objetivos, resultados o límites que debe cumplir en el diseño de un proceso, estructura o comportamiento de un sistema.

- **Caudal máximo horario:** Caudal de consumo más alto en un día de máximo consumo, observado en el periodo de un año.
- **Caudal Medio:** Promedio de los caudales diario de un periodo determinado.
- **Manejo de aguas residuales:** Conjunto de obras de recolección, conducción, tratamiento, disposición final y acciones de operación, monitoreo, control y vigilancia con relación a las aguas residuales.
- **Parámetro de diseño:** Conjuntos de datos para las condiciones finales e intermedias del diseño que sirven para el dimensionamiento, cálculos hidráulicos de los diferentes componentes del sistema recolección, tratamiento y distribución final del agua potable.
- **Sistema integral de desagües:** Conjunto de infraestructuras públicas de saneamiento básico que comprendan los elementos siguientes: red de colectores, emisor, estaciones de tratamiento de las aguas residuales, cualquiera que sea el tipo de tecnología utilizada y el objetivo sea devolver los efluentes a los cauces públicos en las mejores condiciones, compatibles con el mantenimiento del medio ambiente.
- **Parámetros de diseño para infraestructuras de desagües:** Conjunto de datos para las condiciones finales e intermedias del diseño que sirven para el dimensionamiento, cálculos hidráulicos de los diferentes componentes de un sistema integral de recolección y tratamiento y disposición final de aguas residuales.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

El Anexo Pallancata, tiene una problemática relacionada con la carencia de un sistema integral de Alcantarillado, la cual repercute en la calidad de vida de sus pobladores, sobre todo en lo relacionado a enfermedades de origen hídrico. La falta de una red colectora de aguas residuales origina que las calles del centro poblado se contaminen debido a desechos fecales que a veces son depositados en sus alrededores, contaminando el área y generando vectores de transmisión de enfermedades diarreicas.

Actualmente el Anexo Pallancata tiene cobertura del servicio de agua potable, no obstante casi el 100% no tiene cobertura en tratamiento de desagües. Escasas viviendas cuentan con letrinas artesanales, ya saturadas y con instalaciones deficientes.

La contaminación se percibe en el aire ya que los pobladores hacen sus necesidades fisiológicas en zonas descampadas que están cerca a sus viviendas, generando focos infecciosos. Por lo tanto es necesario resolver esta problemática para asegurar la calidad de vida de sus pobladores en relación al tema de salubridad.

2.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMAS

2.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿En qué medida influye el Análisis y Diseño Integral del Sistema de Alcantarillado para mejorar la Calidad de Vida del Anexo Pallancata, Distrito de Coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho?

2.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- a) *¿En qué medida influye el análisis hidráulico para el diseño del sistema de alcantarillado, en el Anexo Pallancata, Distrito de Coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho?*
- b) *¿En qué medida influye el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado, en el mejoramiento de la calidad de vida del Anexo Pallancata, Distrito de coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho?*

2.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

2.3.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL O GEOGRÁFICA

El proyecto se desarrollará en:

- Localidad : Anexo Pallancata
- Distrito : Coronel Castañeda
- Provincia : Parinacochas
- Departamento : Ayacucho

Su centro se ubica en las coordenadas geográficas siguientes: Latitud Sur 14°44'4.13"S y Longitud Oeste 73°13'3.25"O; las Coordenadas UTM, son 691,886.77 m E y 8'370,282.95 m S. Sobre la cota 4,480.80 m.s.n.m.

2.3.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL

En este caso, siendo una investigación transversal, la delimitación temporal corresponde al período de diseño de 22 años, comprendido entre el año 2020 que se realiza la evaluación y el año 2042 en que culmina el período de diseño.

2.3.3. DELIMITACIÓN SOCIAL

Es el área socioeconómica en la que se desarrolla el anexo Pallancata, distrito de Coronel Castañeda, provincia de Parinacochas, Ayacucho, el cual cuenta con una población de 312 habitantes.

2.3.4. DELIMITACIÓN CONCEPTUAL

El tema general es la HIDRÁULICA, aplicada al Diseño de Redes de Desagüe y Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Considerando normas técnicas peruanas (NTP) del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), la norma técnica RM-192-2018-MVCS para centros poblados en zonas rurales y el manual: "Criterios de diseño de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico" del ANA.

2.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. JUSTIFICACIÓN

La justificación para esta investigación radica en que se buscará una solución adecuada que aporte a la problemática del Anexo Pallancata y que a la vez permitirá que

forme parte del Plan Nacional de Saneamiento Rural (PNSR) impulsado por el Ministerio de Vivienda y Construcción y Saneamiento (MVCS) para lograr los objetivos nacionales en relación a temas de salubridad y calidad de vida poblacional rural.

2.4.2. IMPORTANCIA

El presente investigación es importante porque se logrará obtener una solución económicamente viable que sirvan de aporte para problemáticas semejantes que se producen en otras localidades con características geográficas y socioeconómicas similares, donde el fin es mejorar la calidad de vida de sus pobladores al contar con servicios de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.

2.5. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

2.5.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar el Análisis y Diseño Integral del Sistema de Alcantarillado que influya en el mejoramiento de la calidad de vida del Anexo Pallancata, Distrito de Coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho.

2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) *Realizar el análisis hidráulico que influye en el diseño del sistema de alcantarillado, en el Anexo Pallancata, Distrito de Coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho.*
- 2) *Realizar el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado que influye en el mejoramiento de la calidad de vida del Anexo Pallancata, Distrito de Coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho.*

2.6. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

2.6.1. HIPÓTESIS GENERAL O PRINCIPAL

El Análisis y Diseño Integral del Sistema de Alcantarillado influye en la Calidad de Vida del Anexo Pallancata, Distrito de Coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho.

Hipótesis que se plantea, de la cual se demostrará su veracidad o falsedad, en base a los resultados obtenidos de la investigación aplicada.

2.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- a) *El análisis hidráulico influye en el diseño del sistema de alcantarillado, en el Anexo Pallancata, Distrito de Coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho.*
- b) *El diseño hidráulico del sistema de alcantarillado influye en el mejoramiento de la calidad de vida del Anexo Pallancata, Distrito de coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho.*

2.7. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

2.7.1. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

- **VARIABLE INDEPENDIENTE**

Análisis y Diseño Integral del Sistema de Alcantarillado.

- **VARIABLE DEPENDIENTE**

Calidad de vida del Anexo Pallancata, Distrito de coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho.

2.7.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 8

Representación de la operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<i>INDEPENDIENTE:</i> <i>Análisis y diseño integral del sistema de alcantarillado</i>	<i>Calcular la red de alcantarillado y sus planta de tratamiento de aguas residuales</i>	<ul style="list-style-type: none">• <i>Población de actual.</i>• <i>Caudal de diseño.</i>	<ul style="list-style-type: none">• <i>Población futura</i>• <i>% de contribución de caudal a la red de alcantarillado</i>
<i>DEPENDIENTE:</i> <i>Mejorar la calidad de vida del Anexo Pallancata, distrito de Coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho.</i>	<i>Mejoramiento de la calidad de vida de la población</i>	<ul style="list-style-type: none">• <i>Mejores índices de salubridad.</i>• <i>Reducción de tasas de morbilidad por EDAs.</i>	<ul style="list-style-type: none">• <i>Dimensionado de la red de desagüe.</i>• <i>Dimensionado de planta de tratamiento de aguas residuales</i>

CAPÍTULO III

ESTRATEGIA METODOLÓGICA / METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

✓ BÁSICA

También llamada investigación pura o fundamental, la investigación es básica porque en una parte del tiempo que se ara la investigación será en laboratorios. Para poder determinar las principales características fisicoquímicas del suelo, su principal aporte lo hace al conociendo científico, explorando nuevas teorías y transformar las ya existentes. Además, investiga principios y leyes actuales.

✓ APLICADA

Esta investigación es aplicada por que lo resultados u objetivos alcanzados serán en beneficio de la sociedad en este caso en el beneficio del anexo Pallancata.

✓ CAMPO

Esta investigación es de campo porque a la vez es aplicada, y está fijada a interpretar y solucionar alguna situación, problema o necesidad en un momento determinado, esta investigación es trabajada en campo o ambiente natural, en este caso será el anexo Pallancata.

3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

✓ CUANTITATIVA

El tipo de estudio de esta investigación es cuantitativo, porque es un proceso formal, objetivo, sistemático, en el que se usan datos numéricos para obtener información sobre el anexo Pallancata.

3.1.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

✓ TRANSVERSAL

El diseño de investigación es transversal ya que los datos se recolectarán en un tiempo único de un solo momento. El propósito de este método es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Para poder diseñar el camino vecinal del anexo Pallancata.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA MATERIA DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. POBLACIÓN DE ESTUDIO

Es el Anexo Pallancata y sus 147 habitantes, en el distrito Coronel Castañeda, provincia de Parinacochas, departamento de Ayacucho.

3.2.2. TAMAÑO DE LA MUESTRA

Son 910.23 metros lineales de la red del Sistema Integral del saneamiento básico del Anexo Pallancata, además de los 27 buzones, 43 conexiones domiciliarias, Distrito Coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho.

CAPÍTULO IV

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

4.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las principales técnicas que se ha empleado en la investigación son: Observación de campo no experimental, recopilación de información temática.

4.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los principales instrumentos que se aplicaron en las técnicas son: Equipo fotográfico, equipo topográfico.

4.3. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Estas consistirán en la Recolección de datos, Procesamiento de información y Presentación y publicación de los resultados. Respecto al análisis se aplicará el análisis cuantitativo y su interpretación será objetivamente.

4.4. PROCEDIMIENTOS

La secuencia metodológica será estructurada en tres etapas, las cuales son:

1. Etapa preliminar de gabinete, consiste en la recopilación, procesamiento, evaluación y análisis de la información temática preliminar, relacionada con el ámbito de influencia del estudio, que en este caso es:
 - Recopilación de información relacionada con enfermedades de origen hídrico e índices de salubridad en la zona.
 - Datos censales para determinar la tasa de crecimiento poblacional.
2. Etapa de campo, tiene como finalidad evaluar los peligros, vulnerabilidades y riesgos de la zona donde se ubica el proyecto, así como su área de influencia, teniendo en cuenta el desarrollo de las siguientes actividades:
 - Reconocimiento de campo de toda el área de influencia del proyecto.
 - Determinar la población actual mediante encuesta de campo
 - Desarrollar el levantamiento topográfico que permita estructurar la red de alcantarillado y planta de tratamiento en planta y perfil.
 - Ejecutar estudios de Suelos para la planta de tratamiento

3. Etapa final de gabinete, Comprende principalmente las tareas de análisis y diseño hidráulico:

- Identificación de población futura
- Caudal de diseño
- Trazo de la red en planta y perfil
- Trazo de la planta de tratamiento de aguas residuales en planta y perfil.

CAPÍTULO V

PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA EL PROYECTO

5.1.1. UBICACIÓN

El proyecto se desarrollará en:

- Localidad : Anexo Pallancata
- Distrito : Coronel Castañeda
- Provincia : Parinacochas
- Departamento : Ayacucho

Su centro se ubica en las coordenadas geográficas siguientes: Latitud Sur 14°44'4.13"S y Longitud Oeste 73°13'3.25"O; las Coordenadas UTM, son 691,886.77 m E y 8'370,282.95 m S. Sobre la cota 4,480.80 m.s.n.m.



Figura 5. Ubicación del departamento de Ayacucho

Fuente: wikipedia.org



Figura 6. Ubicación de la provincia de Parinacochas

Fuente: wikipedia.org

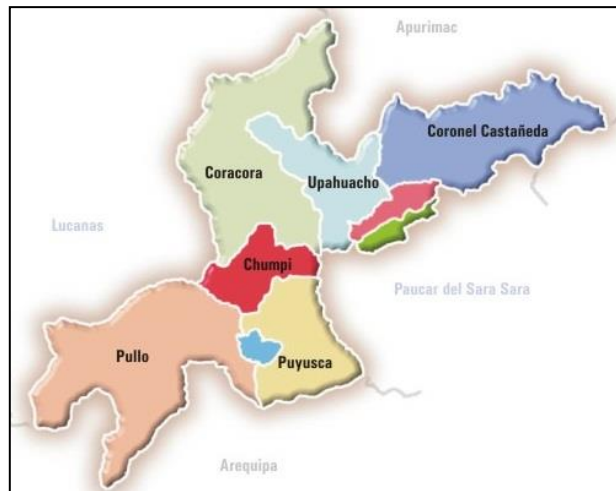


Figura 7. Ubicación del distrito de Coronel Castañeda

Fuente: seace.gob.pe



Figura 8. Ubicación del Anexo Pallancata

Fuente: anizoperu.es.tl

5.1.2. ACCESIBILIDAD

La ruta de acceso desde la ciudad de Ica, es a través de la Carretera Panamericana Sur, pasando por Palpa, Nazca (Ruta Nacional 001S); Pampa Galeras, Condorcencca (Ruta 026A); Lucanas, San Juan, Puquio (Ruta 651 asfaltada); Chaviña, Coracora (Ruta 115 asfaltada), desde allí pasa por Upahuacho (Ruta 660 Afirmada); luego por trocha carrozable, Tauca, Huayta, Aniso y finalmente el Anexo Pallancata, haciendo un recorrido de 13horas aproximadamente.

Tabla 9
Rutas de accesibilidad

RUTA	DISTANCIA (Km)	TIEMPO (Horas)	VÍA
Ica - Coracora	396.20	07 h 30'	Asfaltada
Coracora - Upahuacho	87.90	02 h 50'	Afirmada
Upahuacho - Anizo	122.70	02 h 00'	Afirmada
Anizo - Pallancata	28.00	00 h 40'	Afirmada
TOTALES:	634.80	13 h 00 mín	

Fuente: MTC – Elaboración propia

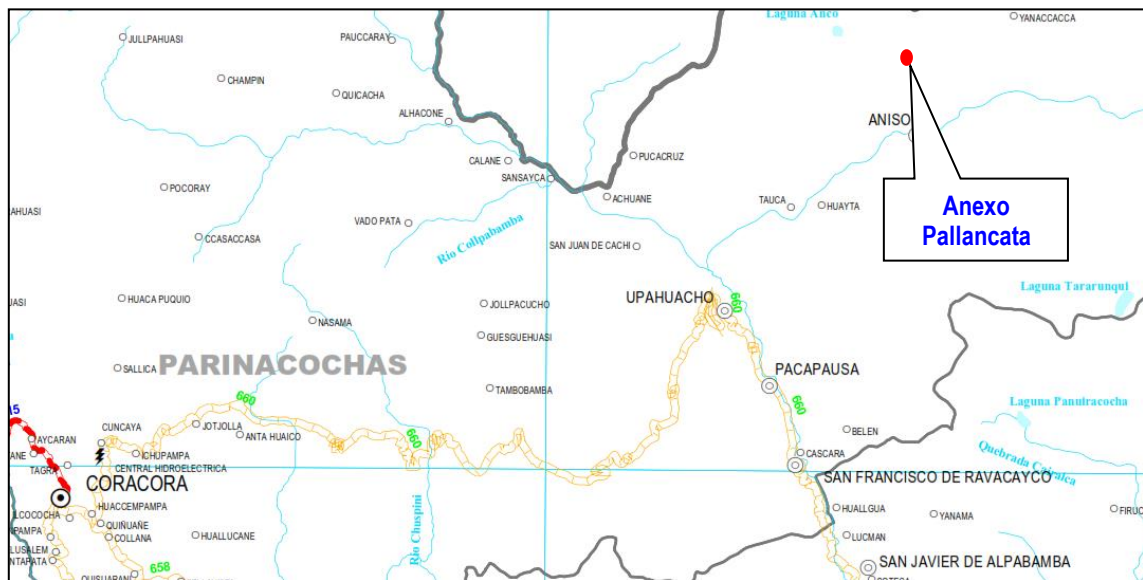


Figura 9. Acceso al anexo Pallancata (fuente MTC)

Fuente: Google Maps

5.1.3. CLIMA

La zona de estudio afectada se encuentra en la región natural denominada Janca o Cordillera que posee un clima frígido y seco de tipo pluvial alpino subtropical, donde

la temperatura mínimo promedio es de 3 °C y una máxima de 15 °C. Básicamente es considerado como clima muy frío, ya que durante la mayor parte del año las temperaturas llegan a estar bajo 3 °C.

5.1.4. TOPOGRAFÍA Y TIPO DE SUELOS

- a) **Topografía:** El relieve es moderado a abrupto, con pendientes fuertes, sus elevaciones están definidos como contrafuertes de la Cordillera Occidental Andina, su topografía es de altiplanicies y cerros generalmente ovalados. presenta altitudes que van desde los 2,600 m.s.n.m. hasta 5,000 m.s.n.m., lo que conlleva a una diferencia de altitud de 2,400 m. debido a esta fuerte diferencia, el drenaje del sector presenta una pendiente muy pronunciada con la consiguiente erosión muy pronunciada.
- b) **Geología y Suelos:** El valle del Río Aniso presenta una geología conformada por rocas antiguas correspondientes a la formación Soraya pertenecientes a la formación Soraya del Jurásico Superior, continua la secuencia con la formación Ferrobamba del Cretáceo, en el Terciario afloran las rocas volcánicas de las formaciones Alpabamba y Aniso, cubiertas en parte por la formación Saycata, en el Plioceno se deposita el volcánico Sencca, en el Cuaternario Pleistocénico se emplazan las rocas volcánicas domo-lava, la secuencia sedimentaria culmina con los depósitos morrénicos, glaciofluviales y fluviales. A lo largo de la secuencia hay sitios invasores y subvolcánicos. Localmente presenta una serie de derrames de lava pertenecientes al Terciario Superior, estos derrames de lava formaron la unidad estratigráfica de roca de Alpabamba inferior y la parte superior formaron los estratos de Saycata, sobre estas rocas volcánicas se asentaron ora de hielo, glaciares y sedimentos aluviales y así cortado. La riolita y las dacitas se encuentran debajo del volcán. Muestra una serie de fallas definidas e inferidas cuya dirección principal es NW. También muestra las direcciones NE y EW, que son consistentes con la formación de las vetas Explorador Pablo, como Yurika Piso y Venas de Yaneli.

5.1.5. CARACTERÍSTICAS URBANAS Y VIVIENDA

El Anexo Pallancata se asienta sobre una pequeña meseta de pendiente variable entre 0.6 a 3%, rodeada de cerros rocosos. El ordenamiento urbano se adapta a la configuración topográfica del suelo por lo que se muestra parcialmente ordenado. Las

construcciones más modernas son el centro educativo, iglesia y otras alrededor de su plaza principal, con material noble. Las demás viviendas están construídas de adobe o piedra asentada con barro. Pocas edificaciones son de dos plantas, todas tienen cobertura de calamina ó teja andina.



Figura 10. Vista Panorámica Del Anexo Pallancata



Figura 11. Edificaciones de piedra y techos de calamina



Figura 12. Edificaciones de material noble y calles sin pavimentar

5.1.6. SERVICIOS PÚBLICOS EXISTENTES

Salud

El Anexo Pallancata, no cuenta con posta médica, sin embargo tiene un tópico de salud que es financiado por una empresa minera que opera en la zona ya que muchos pobladores del lugar laboran en minería. Allí atienden un enfermero y 01 auxiliar de apoyo.

Condiciones Sanitarias

La falta del saneamiento básico influye directamente con la salud de sus pobladores. No todas las edificaciones cuentan con letrinas, ocasionando que en los alrededores existan focos infecciosos por excrementos expuestos a la interperie. La población, en caso de enfermedades diarreicas agudas (EDAs), recurre al centro de salud de Anizo que forma parte de la Dirección Regional de Salud de Ayacucho, de cuyos reportes se sabe que sólo en el año 2011 se atendieron 997 casos de enfermedades diarreicas agudas (EDAs). El 40,32% de los casos atendidos se diagnosticaron como infecciones intestinales debidas a organismos sin identificar y el 39,22% como enfermedad diarreica sin deshidratación. El 41,5 de los casos se presentaron en niños de 0 a 3 años de edad y el 18,2% en adultos de 20 a 49 años. Evidentemente estas se relacionan con la falta de sistemas seguros agua potable y de obras de saneamiento local.

Tabla 10
Enfermedades diarreicas agudas – parinacochas 2011

DESCRIPCIÓN	TOTAL	%	EDAD CRONOLÓGICA								
			0-2	3-4	5-9	10-14	15-19	20-49	50-59	60-64	65+
Infección intestinal debido a otros organismos sin especificar	402	40.3	160	33	28	25	18	72	24	6	36
Diarrea acuosa incluye colitis, enteritis, genterocolitis	107	10.7	16	8	7	7	5	38	6	4	16
Enfermedad diarreica acuosa sin deshidratación	391	39.2	200	33	26	20	8	53	10	7	34
Enfermedad diarreica acuosa con deshidratación	12	1.2	1	1	2	1	0	3	1	0	3
Enfermedad diarreica acuosa + deshidratación + shock	2	0.2	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Enfermedad diarreica disenterica sin deshidratación	31	3.1	13	4	0	3	0	9	0	1	1
Enfermedad diarreica persistente	5	0.5	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Diarrea disenterica	46	4.61	18	5	5	2	0	5	3	3	5
Enfermedad diarreica disenterica + deshid. + shock	1	0.1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	997		414	84	68	59	31	181	44	21	95
Porcentaje	100		42	8.4	6.8	5.2	3.11	18.2	4.41	2.11	9.5

Fuente: DIRESA – AYACUCHO – PARINACOCHAS

Educación

El Anexo Pallancata, cuenta con instituciones educativas estatales, con infraestructura segura que albergan a estudiantes y plana docente.

Tabla 11
Población escolar del anexo Pallancata

INSTITUCIÓN EDUCATIVA	NIVEL	DOCENTES	ALUMNOS
24257	Primaria	2	7
981	Inicial - Jardín	1	7

Fuente: MINEDU

Otros servicios

El Anexo Pallancata, cuenta con servicio eléctrico y un puesto de comunicación telefónica local, tienen un Local comunal además de los servicios anteriormente mencionados.

5.2. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DEL PROYECTO

5.2.1. PERIODO DE DISEÑO

Según la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, se recomienda:

Tabla 12
Períodos de diseño para estructuras hidráulicas de alcantarillado

ESTRUCTURAS	PERÍODO DE DISEÑO
Red de desague	20 años
Emisor	20 años
Caseta de bombeo	20 años
Equipos de bombeo	5 a 10 años
Plantas de tratamiento	20 a 30 años

Fuente: MVCS – Elaboración propia

En consecuencia, se tomará 20 años para todas las estructuras del sistema de alcantarillado.

5.2.2. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

a) Proceso topográfico

Red de Control Horizontal y vertical

Primero se estableció puntos de control con coordenadas UTM en el Datum WGS 84, utilizando un GPS manual, que permitió posicionar puntos de control para la red de apoyo topográfico. De esta manera se logra geo referenciar todos los datos de los puntos levantados. El uso de la estación total permite a la vez llevar el control vertical (cotas) de todos los puntos levantados, sin necesidad de utilizar un nivel óptico ó nivel de ingeniero, ya que su precisión es milimétrica (± 0.02 mm). De esta forma se colocaron BMs de control vertical que sirvan tanto para el levantamiento como para el replanteo final. La ventaja del uso de Estación Total es la reducción de errores en poligonales cerradas. Esto ha permitido reducir errores a ± 0.03 mm. Los puntos de interés son todos aquellos que servirán para graficar un plano detallado, como, por ejemplo: Donde el terreno cambia de pendiente, en las esquinas de las viviendas, postes, arboles, buzones existentes, ancho de vías, veredas, puntos de agua, etc.

Equipos topográficos:

Se utilizaron los siguientes:

- 01 estación Total marca TopCon ES-105

- 01 GPS Navegador marca Garmin III.
- 04 equipos de radiocomunicación marca Motorola.
- 01 cámara fotográfica digital marca Panasonic
- 03 prismas
- Trípodes, wincha, cargadores, pintura en spray, cemento, etc.

b) Trabajos de Gabinete

Una vez terminado el trabajo de campo se procede al procesamiento de los datos que consiste en convertirlos a coordenadas rectangulares. La estación total está dotada de programas internos que transmiten los datos en forma de coordenadas mediante un software propio, hacia una hoja de cálculo, el cual puede ser procesado por cualquier software para dibujo topográfico. Dicha Información se procesó en el Software CivilCad.

5.2.3. POBLACIÓN DE DISEÑO

5.2.3.1. DATOS CENSALES

La población actual del Anexo Pallancata, se determinó realizando una encuesta lote por lote, estableciéndose una población base de 147 habitantes. Para efectos de proyectar a dicha población, se tomará la tasa de crecimiento distrital para determinar la población futura. Las proyecciones del INEI, para el departamento de Ayacucho son:

Tabla 13
Proyecciones de población departamento de Ayacucho

AÑO	DISTRITAL (hab.)	PROVINCIAL (hab.)	DEPARTAM. (hab.)
2000	889	26897	571739
2001	936	27273	578465
2002	986	27701	586290
2003	1039	28158	594733
2004	1096	28621	603311
2005	1154	29067	611542
2006	1215	29497	619437
2007	1278	29925	627317
2008	1343	30351	635167
2009	1411	30775	642972
2010	1482	31194	650718
2011	1555	31610	658400
2012	1630	32023	666029
2013	1709	32432	673609
2014	1789	32838	681149
2015	1872	33242	688657

Fuente: INEI

Tomando la población del distrito, la razón de crecimiento es:

Tabla 14
Cálculo de la tasa de crecimiento método de interés simple

No.	AÑO	POBLACION (hab)	$P_{i+1} - P_i$ (hab)	$t_{i+1} - t_i$ (años)	$P_i(t_{i+1} - t_i)$	r_i
1	2000	889	-	-	-	-
2	2001	936	47	1	889	0.0529
3	2002	986	50	1	936	0.0534
4	2003	1,039	53	1	986	0.0538
5	2004	1,096	57	1	1,039	0.0549
6	2005	1,154	58	1	1,096	0.0529
7	2006	1,215	61	1	1,154	0.0529
8	2007	1,278	63	1	1,215	0.0519
9	2008	1,343	65	1	1,278	0.0509
10	2009	1,411	68	1	1,343	0.0506
11	2010	1,482	71	1	1,411	0.0503
12	2011	1,555	73	1	1,482	0.0493
13	2012	1,630	75	1	1,555	0.0482
14	2013	1,709	79	1	1,630	0.0485
15	2014	1,789	80	1	1,709	0.0468
16	2015	1,872	83	1	1,789	0.0464
$\sum r_i =$						0.7635
$r =$						0.0509

La densidad poblacional:

- No. De lotes : 43 unidades
- Densidad Poblacional : 3.419 hab/lote (promedio)
- Población actual : 147 hab

Para la proyección, se considerará 20 años de vida útil más dos (02) años más para el período de formulación y ejecución. Estando en el año 2019, se proyecta la población actual al año 2041.

5.2.3.2. CÁLCULO DE LA POBLACIÓN DE DISEÑO

La “Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural” del MVCS recomienda usar el **Método de Crecimiento Aritmético** que mejor se ajusta al crecimiento de poblaciones menores a 2,000 habitantes, aplicando la siguiente expresión:

$$P_f = P_0 \left(1 + \frac{r \times t}{100} \right)$$

Dónde: P_f = población futura

t = periodo de diseño en años

P_o = población actual

r = tasa de crecimiento poblacional en %

Luego aplicamos la tasa de crecimiento distrital de 5.09%, tenemos:

$$P_f = 147 \times \left(1 + \frac{5.09}{100} \times 22\right) = 311.61 \cong 312 \text{ hab}$$

5.2.4. CONSUMO

5.2.4.1. DOTACIÓN

Cálculo de la Dotación para el proyecto:

Para la población futura (318 hab.), le corresponden 80 lt/hab/día, luego:

$$Q_{Pob} = 80 \text{ lt} \times 312 \frac{\text{lt}}{\text{hab/día}} = 24,960 \text{ lt/día}$$

Asimismo, para la población escolar se considera:

Tabla 15
Dotación para servicios diversos

TIPO DE SERVICIO	DOTACIÓN
Escuela Primaria	20lts/alumno/día
Escuela Secundaria	25lts/alumno/día
Consultorios Médicos	500lts/día
Riego de Áreas Verdes	2lts/m ² /día

Fuente: RNE

Para el tópico de salud, atendida por 01 enfermero, 01 auxiliar, la dotación es:

$$Q_{PS} = 500 \text{ lt/día}$$

Resumiendo, la dotación total para el sistema:

Tabla 16
Dotación total para el proyecto

TIPO DE DOTACIÓN	POBLACIÓN EQUIVALENTE (hab)	DOTACIÓN (lt/hab/día)	DOTACIÓN Q_p (lt/día)	DOTACIÓN Q_p (lt/seg)
Poblacional	312	80	24,960	0.289
Escolar Inicial - Jardín	7	20	140	0.002
Escolar Primaria	7	20	140	0.002
Instituciones de Salud	1	500	500	0.006
TOTAL		$Q_p =$	25,740	0.298

5.2.5. CAUDALES DE DISEÑO

5.2.5.1. CAUDAL MÁXIMO DIARIO

$$Q_{md}(l/s) = 1.3 \times Q_p(l/s)$$
$$Q_{md} = 1.3 \times 0.298 = 0.387 \text{ lt/seg}$$

5.2.5.2. CAUDAL MÁXIMO HORARIO

$$Q_{mh}(l/s) = 2.0 \times Q_p(l/s)$$
$$Q_{mh} = 2.0 \times 0.298 = 0.596 \text{ lt/seg}$$

5.2.5.3. GASTOS CONSIDERADOS EN EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO

Caudal de contribución de alcantarillado:

El caudal de contribución que ingresa al alcantarillado, según la norma OS.070 del RNE, es el 80% del caudal de agua potable consumido, luego:

$$Q_D = 0.80 \times Q_{mh}$$
$$Q_D = 0.80 \times 0.596 = 0.477 \text{ lt/seg}$$

Caudal de contribución de Excretas:

Según la Norma OS.100 del RNE, se considera que la contribución de excretas es 0.20 kg/hab/día. Considerando un peso específico de la excreta $\gamma_E=1,400 \text{ kg/m}^3$, el volumen de contribución de excretas, expresado en lt/hab/día se determina por:

$$Q_E = \frac{1\text{lt} \times 0.20\text{kg} / \text{hab} / \text{día}}{\gamma_E (\text{kg} / \text{m}^3)}$$
$$Q_E = \frac{1\text{lt} \times 0.20\text{kg} / \text{hab} / \text{día}}{1,400(\text{kg} / \text{m}^3)} = 0.143\text{lt} / \text{hab} / \text{día}$$

Luego el caudal de contribución de excretas que ingresa al alcantarillado es:

$$Q_{CE} = \frac{Q_E \times P_{equivalente}}{86,400} (\text{lt} / \text{seg})$$

La población equivalente se puede estimar convirtiendo a la población escolar en población urbana asignándole la misma dotación de 80 lt/seg. De la misma forma, para los servicios de salud, se asigna una población con dotación de 80 lt/seg, de manera que la dotación total para el proyecto (0.191 lt/seg) no varíe nada, según como se aprecia en el siguiente cuadro:

Tabla 17
Dotación total con población equivalente para el proyecto

TIPO DE DOTACION	POBLACIÓN EQUIVALENTE (hab)	DOTACIÓN (lt/hab/día)	DOTACIÓN Q _p (lt/día)	DOTACIÓN Q _p (lt/seg)
Poblacional	312	80	24,960	0.289
Escolar Inicial - Jardín	4.75	80	380	0.004
Escolar Primaria	4.00	80	320	0.004
Instituciones se Salud	1.00	80	80	0.001
POB. EQUIVALENTE =	321.75	Q_p =	25,740	0.298

Como se aprecia, la dotación total para el proyecto no ha variado. Luego:

$$Q_{CE} = \frac{0.143 \times 321.75}{86,400} = 0.00005 \text{ lt/seg}$$

Caudal de Infiltración en buzones por escorrentía de lluvias:

Se recomienda:

$$Q_{CI} = 0.044 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} / \text{buzon}$$

Habiéndose proyectado un total de 27 buzones se tiene:

$$Q_{CI} = 0.044 \times 27 = 1.188 \text{ lt/seg}$$

Caudal de diseño para la tubería emisora y PTAR:

Luego, el caudal para el diseño de la tubería emisora será:

$$Q_E = Q_D + Q_{CE} + Q_{CI}$$

$$Q_E = 0.477 + 0.00005 + 1.188 = 1.665 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} = 0.00167 \text{ m}^3/\text{seg}$$

5.3. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DEL PROYECTO

5.3.1. CONEXIONES DOMICILIARIAS

Están constituidas por una caja de albañilería o concreto simple, rectangular de 0.30 x 0.60 m de área por 0.50 m de profundidad, la cual se coloca en la vereda. Esta recibe los desagües de la vivienda y los deriva a la línea de servicio local o colector público.

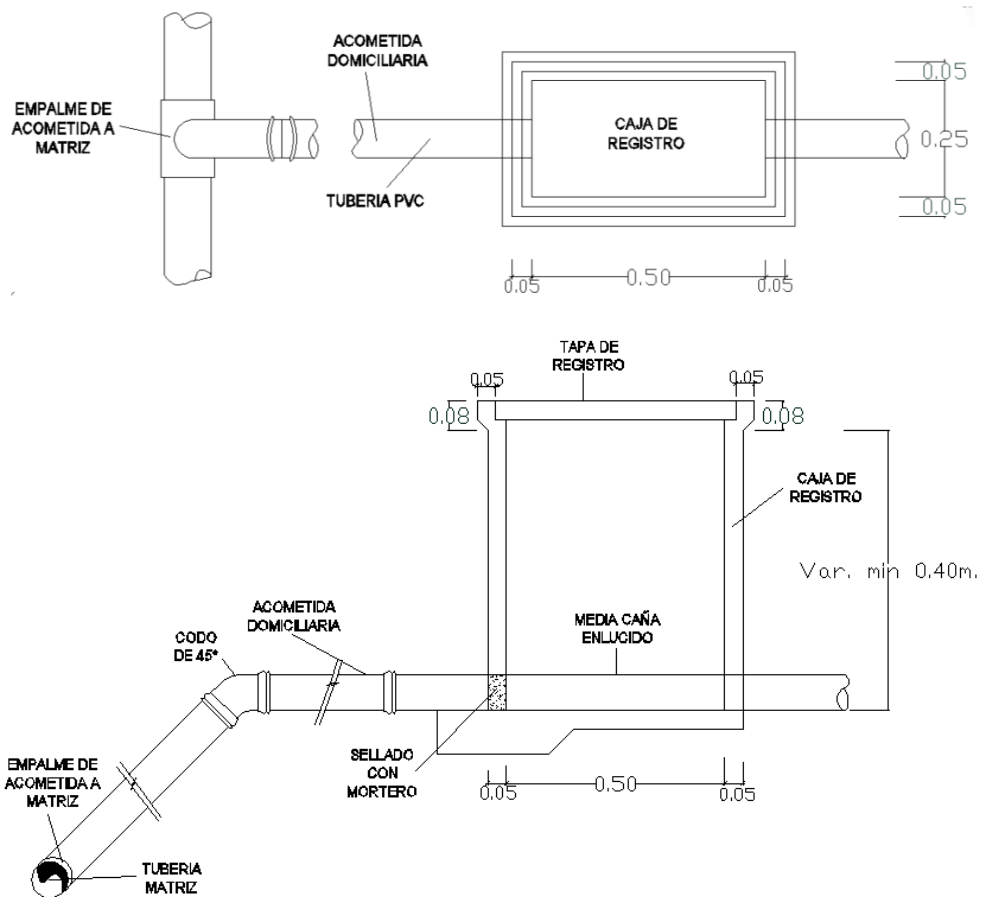


Figura 13. Planta y perfil de una conexión domiciliaria

La línea de acometida deberá tener una pendiente mínima de 15 por mil y en todos los casos es recomendable efectuar la unión de esta con la tubería de servicio a través de un accesorio o codo, efectuando la perforación en la clave del tubo, garantizando, de esta manera, la entrada de las aguas residuales domiciliarias por la parte superior y manteniendo invariable la sección hidráulica.

5.3.2. REDES COLECTORAS

Red de Colectores y Emisor: La red consiste en:

- 806.50 ml de tuberías PVC de 160 mm y 103.73 ml de tuberías PVC 200mm, NTP ISO 4435: 2005, con sistema de empalme a unión flexible.
- 27 buzones de concreto simple $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, de 1.20 m de diámetro, de altura variable $H=1.00 \text{ m}$ y losa superior con tapa de concreto armado de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.
- 43 conexiones domiciliarias compuestas de caja y tapa de registro de concreto simple $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$, de $0.75 \times 45\text{m}$, tubo de descarga de PVC 160mm, cachimba de PVC 160mm.

5.3.2.1. DISEÑO DE LA RED

A) Redes

Se usarán tuberías de PVC series 20 y 25 que cumplan con el estándar de calidad ISO 4435. Los diámetros se pueden predimensionar empleando las fórmulas anteriores, tomando en cuenta la velocidad mínima, el caudal unitario de diseño, el coeficiente de rugosidad “n” de la tubería y la pendiente promedio. El predimensionado inicial es como sigue:

- Red de Alcantarillado 160 mm
- Red Colectora 160 mm
- Emisor 200 mm

Las longitudes y cotas se obtienen del plano. Si se utiliza el modelo numérico para cálculo de redes de alcantarillado SewerCad ó SewerGEMS o una hoja de cálculo los resultados a obtener, de preferencia son:

- Caudales por tramos
- Cota de tapa y Cota de fondo
- Altura de las cámaras de inspección (buzones)
- Pendiente del tramo
- Caudal a tubo lleno
- Velocidad a tubo lleno
- Velocidad parcial
- Tirante

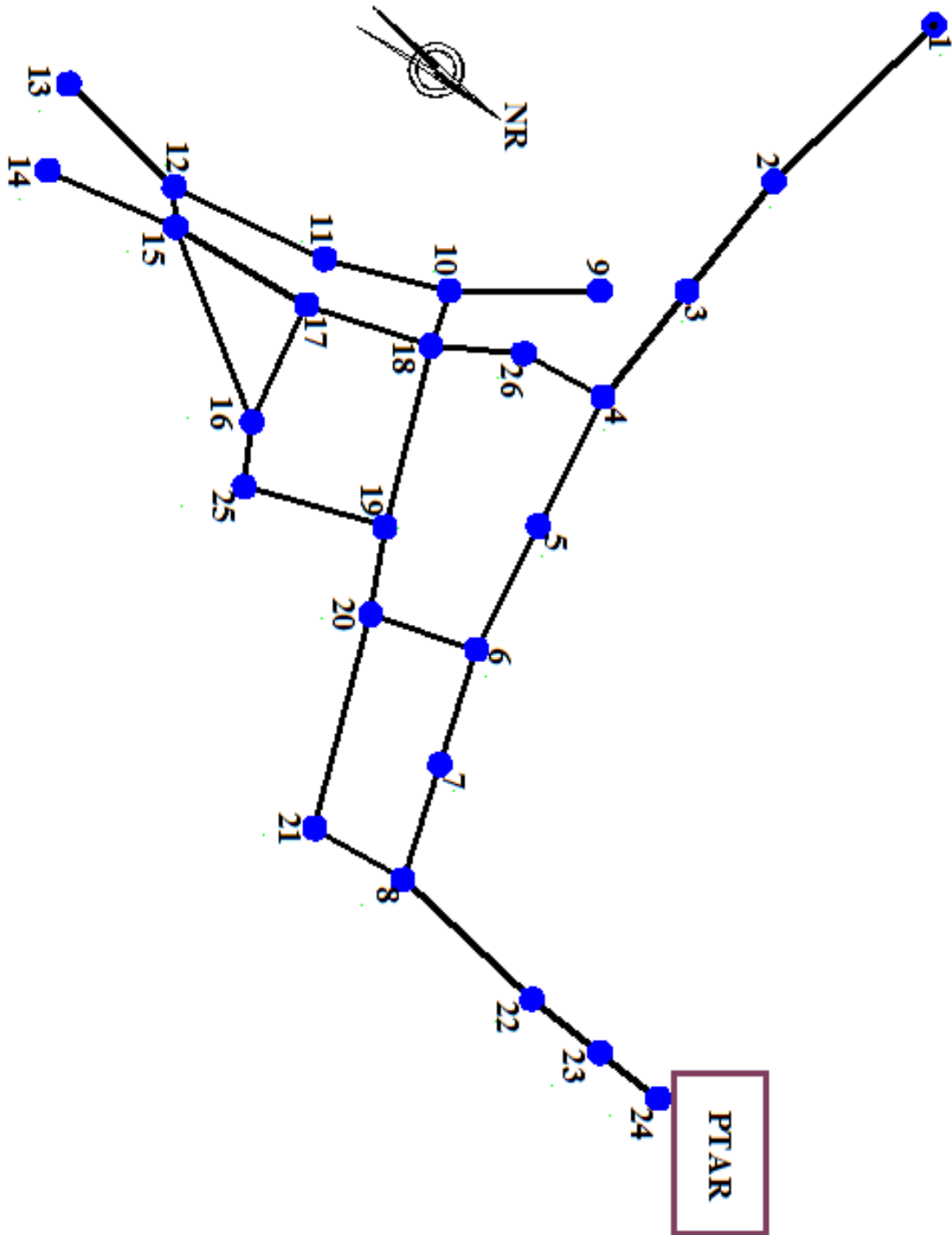


Figura 14. Esquema de la red de alcantarillado

B) Cálculo de la red de alcantarillado

Se asumen diámetros de 160 mm para la red local y colectoras y 200mm para la línea emisora, con tuberías PVC. El calcular el caudal unitario de la red se obtiene dividiendo el Caudal de diseño Q_D , entre la longitud total de la red (L_t).

$$Q_u = \frac{Q_E}{L_t} = \frac{1.673}{925.68} = 0.00181 \text{ lt/seg/ml}$$

Luego, preparando una hoja de cálculo en Excel, se puede determinar previamente los caudales por tramo (entre buzones). Las cotas de tapa de los buzones se obtienen de los planos de curvas de nivel. Las longitudes de cada tramo se obtienen del plano de la red.

Tabla 18
Cálculos previos para entrar al programa SewerGems V8i

TRAMO		LONG. (m)	CAUDAL REAL (l/seg)		COTA TAPA (m.s.n.m.)	
DEL BUZÓN	AL BUZÓN		AGUAS ARRIBA	EN EL TRAMO	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO
1	2	52.86	0.00000	0.09553	4485.731	4483.653
2	3	33.14	0.09553	0.05989	4483.653	4481.241
3	4	31.94	0.15542	0.05773	4481.241	4475.061
4	26	21.49	0.21315	0.03883	4478.830	4475.061
4	5	34.06	0.21315	0.06156	4475.061	4474.782
5	6	32.63	0.27471	0.05897	4475.061	4474.782
6	20	26.34	0.00000	0.04760	4474.183	4474.782
6	7	28.50	0.33368	0.05151	4474.782	4473.154
7	8	28.57	0.38519	0.05163	4481.241	4478.830
8	21	24.14	0.43682	0.04363	4478.830	4468.059
8	22	41.45	0.43682	0.07491	4468.059	4475.832
9	10	35.48	0.00000	0.06412	4479.986	4475.832
10	18	13.67	0.00000	0.02471	4475.832	4473.154
10	11	30.63	0.06412	0.05536	4473.154	4471.579
11	12	39.41	0.11948	0.07123	4471.579	4471.286
12	15	9.56	0.06232	0.01728	4471.286	4469.542
13	12	34.48	0.00000	0.06232	4469.936	4469.542
14	15	33.03	0.14192	0.05970	4469.542	4464.244
15	16	49.45	0.20162	0.08937	4464.244	4458.593
15	17	35.99	0.29099	0.06505	4458.593	4453.819
16	25	15.36	0.00000	0.02776	4471.579	4473.154
16	17	30.51	0.02776	0.05514	4470.761	4469.678
17	18	31.02	0.00000	0.05606	4469.678	4469.961
18	26	21.95	0.05606	0.03967	4469.961	4469.521
18	19	44.13	0.00000	0.07976	4474.751	4469.521
19	25	34.61	0.00000	0.06255	4469.810	4468.810
19	20	20.95	0.06255	0.03786	4468.810	4469.521
20	21	52.20	0.10041	0.09434	4469.521	4466.717
22	23	20.56	0.19475	0.03716	4466.717	4469.969
23	24	17.58	0.23191	0.03177	4469.969	4463.424

Estos datos se ingresan al software SEWERGEMS V8i, junto con los rangos permisibles de velocidad y pendiente según las normas.

5.3.3. MODELO NUMÉRICO SEWERGEMS V8I

Desde el AutoCAD la red en planta se exporta al SewerGEMS como archivo DXF, respetando la escala, coordenadas reales de cada punto y longitudes:

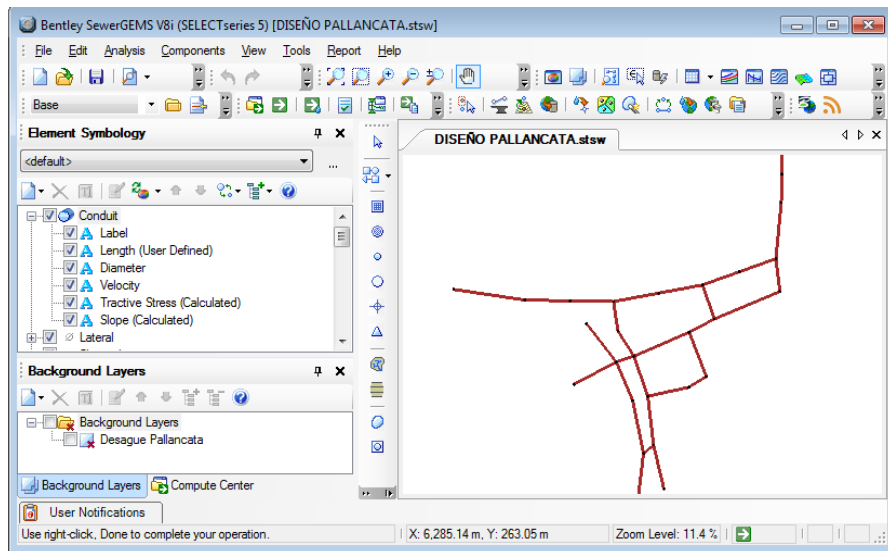


Figura 15. Ingreso a sewergems. Sus herramientas similares al AutoCad permiten hacer acercamientos o alejamientos, desplazamientos de pantalla a alguna zona del dibujo, ajustar el dibujo de la red al tamaño de la ventana, etc.

Herramientas similares al AutoCAD permiten acercarse, alejarse desplazar pantalla, ajustar el dibujo de la red al tamaño de la ventana, etc.

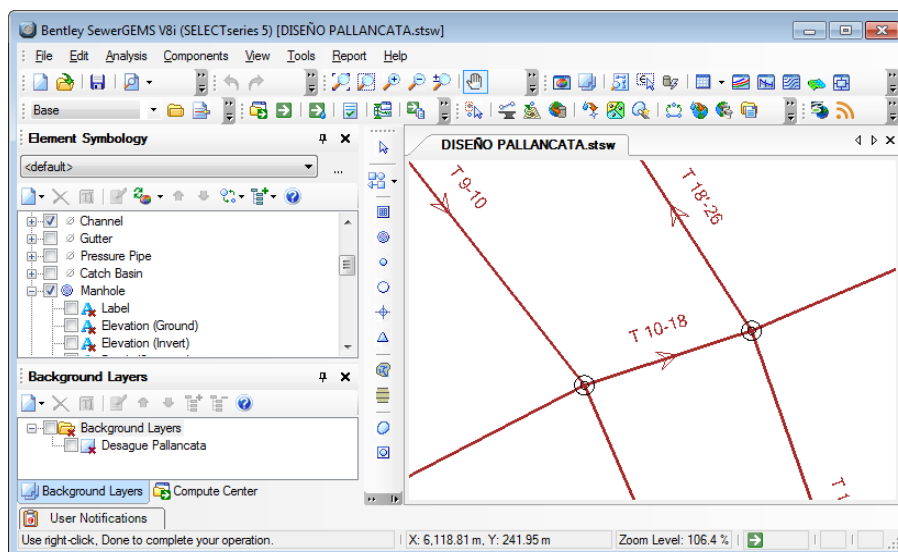


Figura 16. Ingreso a sewergems.

El software tiene un catálogo para elegir diferentes materiales para tuberías y ofrece la facilidad de ingresar los diámetros con los que se quiere trabajar.

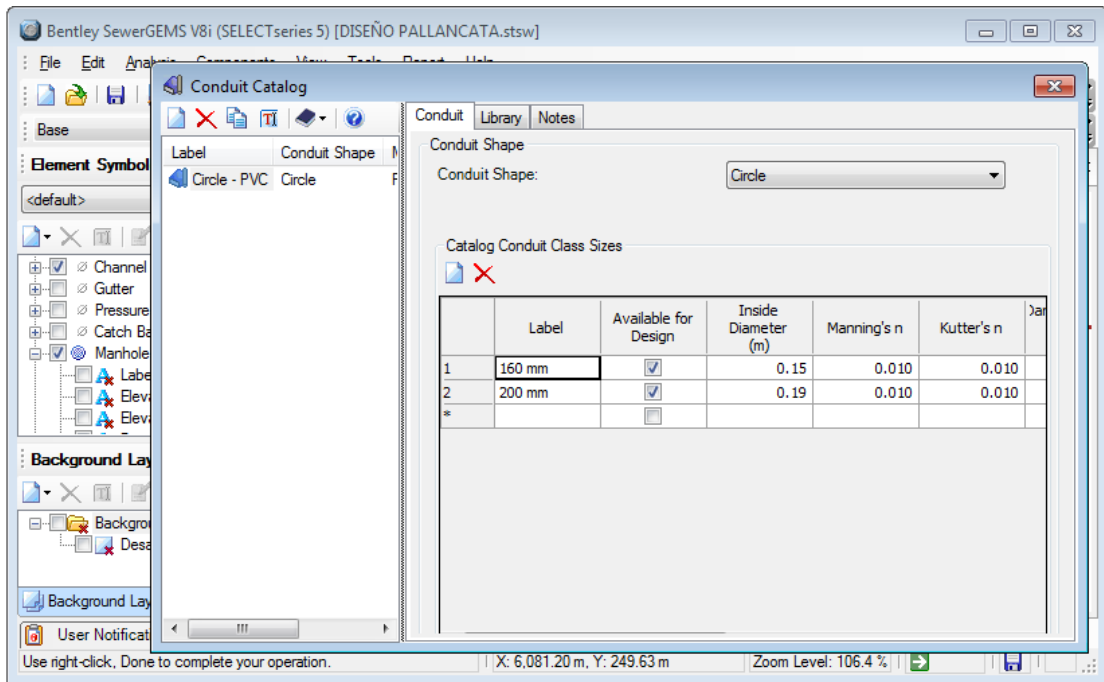


Figura 17. Ingreso de diámetros y material de tuberías. el software tiene un catálogo para elegir diferentes materiales para tuberías y ofrece la facilidad de ingresar los diámetros con los que se quiere trabajar.

Hay una ventana de diálogo para ingresar los parámetros establecidos por las normas peruanas, como límites permisibles de velocidad.

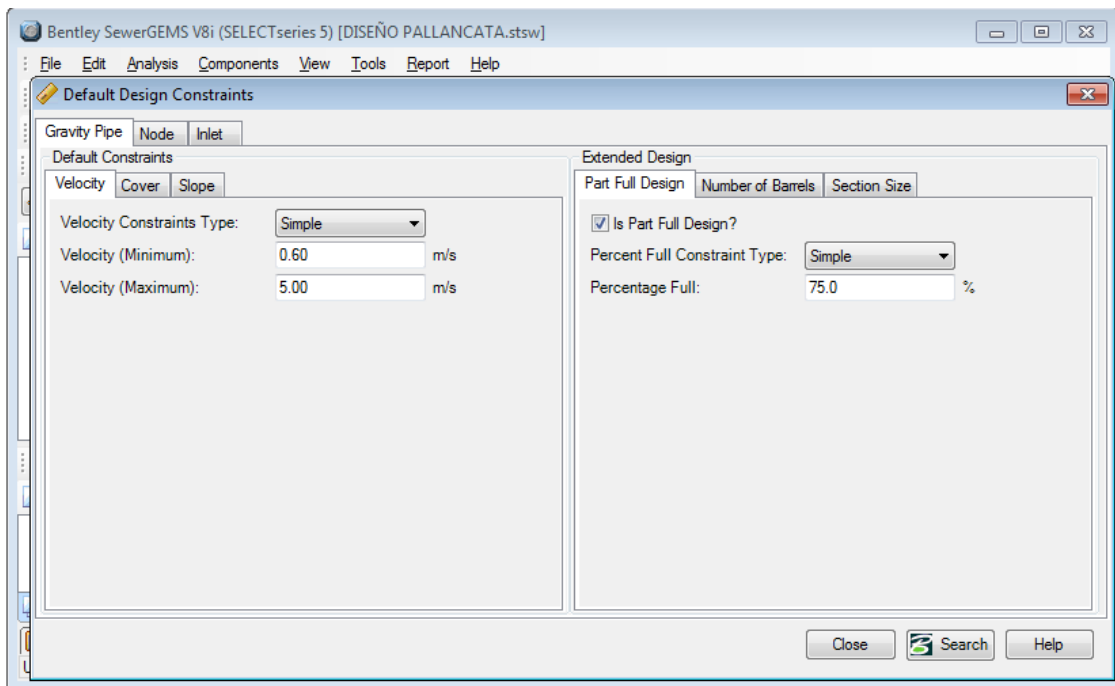


Figura 18. Ingreso de parámetros y restricciones. hay una ventana de diálogo para ingresar los parámetros establecidos por las normas peruanas, como límites permisibles de velocidad.

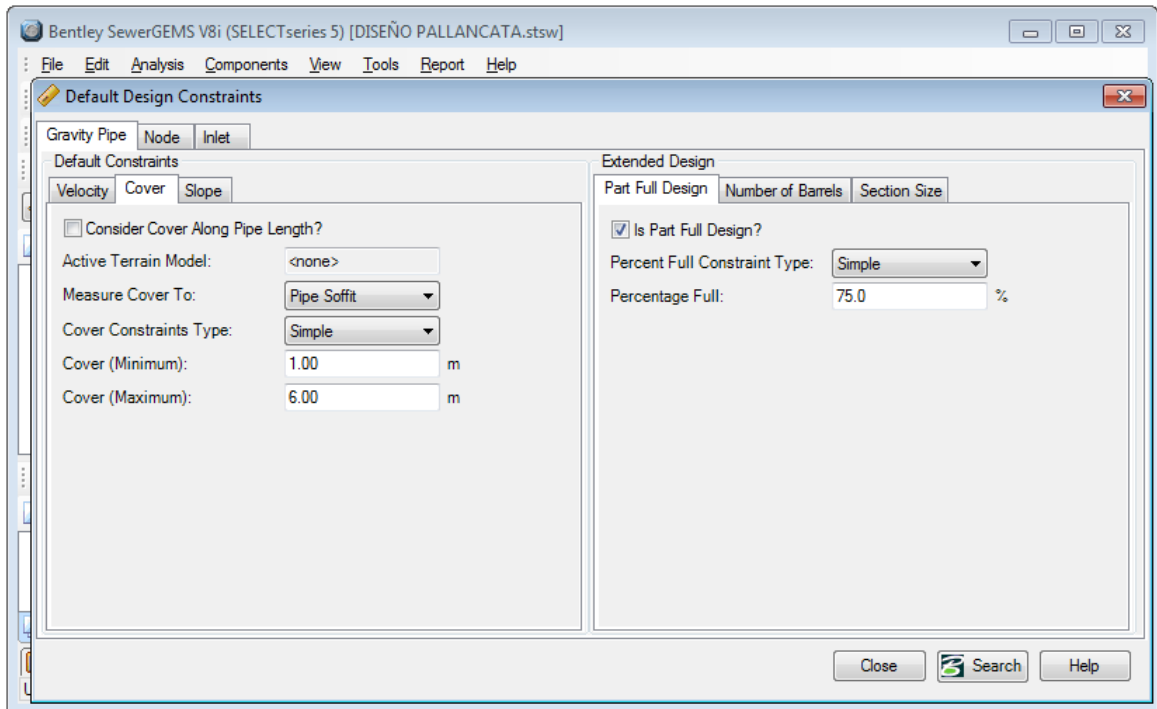


Figura 19. Coberturas máximas y mínimas para las tuberías de la red

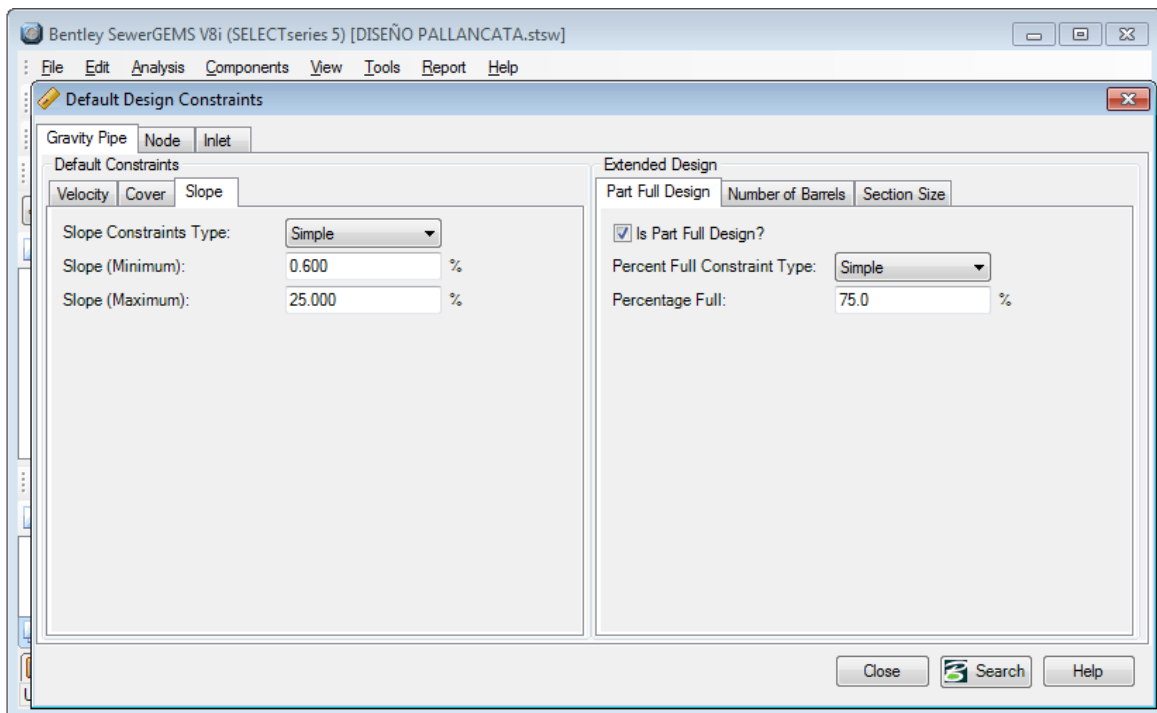


Figura 20. Pendientes máximas y mínimas permisibles según normas

Mediante la herramienta Flex Tables, se generan tablas de resultados de diversa índole.

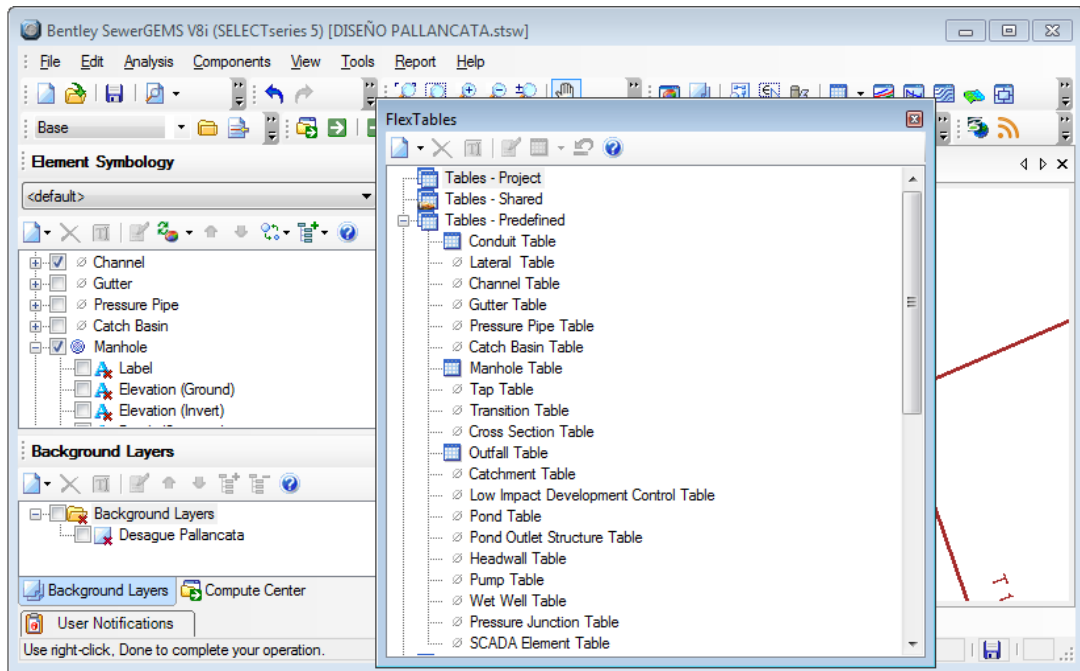


Figura 21. Mediante la herramienta Flex Tables, se pueden generar tablas de resultados de diversa índole.

Se ingresan datos de la red y se elige el algoritmo de cálculo (Darcy, Manning o Hazzen-Williams). El caudal para el buzón de entrada por norma debe ser mínimo 1.50 lt/seg, luego el programa valida la información ingresada para buscar si falta algún dato.

ID	Label	Start Node	Invert (Start) (m)	Stop Node	Invert (Stop) (m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)	Slope (Calculated) (%)	Diameter (m)	Manning's n
72: T 1-2	72 T 1-2	BZ-1	4,487.78	BZ-2	4,484.64	<input checked="" type="checkbox"/>	52.9	5.940	0.15	0.010
73: T 2-3	73 T 2-3	BZ-2	4,484.64	BZ-3	4,483.21	<input checked="" type="checkbox"/>	33.1	4.315	0.15	0.010
74: T 3-4	74 T 3-4	BZ-3	4,483.21	BZ-4	4,480.83	<input checked="" type="checkbox"/>	31.9	7.451	0.15	0.010
75: T 4-5	75 T 4-5	BZ-4	4,480.83	BZ-5	4,478.55	<input checked="" type="checkbox"/>	34.1	6.694	0.15	0.010
76: T 5-6	76 T 5-6	BZ-5	4,478.55	BZ-6	4,477.75	<input checked="" type="checkbox"/>	32.6	2.452	0.15	0.010
78: T 20-21	78 T 20-21	BZ-20	4,477.55	BZ-21	4,476.76	<input checked="" type="checkbox"/>	52.2	1.506	0.19	0.010
79: T 21-8	79 T 21-8	BZ-21	4,476.76	BZ-8	4,476.61	<input checked="" type="checkbox"/>	24.1	0.600	0.19	0.010
80: T 8-22	80 T 8-22	BZ-8	4,476.61	BZ-22	4,475.68	<input checked="" type="checkbox"/>	41.5	2.256	0.19	0.010
81: T 22-23	81 T 22-23	BZ-22	4,475.68	BZ-23	4,472.33	<input checked="" type="checkbox"/>	20.6	16.269	0.19	0.010
82: T 23-24	82 T 23-24	BZ-23	4,472.33	BZ-24	4,467.94	<input checked="" type="checkbox"/>	17.6	25.000	0.19	0.010
83: T 24-01	83 T 24-01	BZ-24	4,465.43	O-1	4,463.81	<input checked="" type="checkbox"/>	6.5	25.000	0.19	0.010
85: T 6'-20	85 T 6'-20	BZ-6'	4,477.75	BZ-20	4,477.55	<input checked="" type="checkbox"/>	26.3	0.763	0.15	0.010
86: T 6-7	86 T 6-7	BZ-6	4,477.75	BZ-7	4,477.33	<input checked="" type="checkbox"/>	28.5	1.474	0.15	0.010

Figura 22. Validación de datos y procesamiento de diseño. se ingresan datos de la red y se elige el algoritmo de cálculo (darcy, manning o hazzen-williams). el caudal para el buzón de entrada por norma debe ser mínimo 1.50 lt/seg, luego el programa valida la información ingresada para buscar si falta algún dato.

Al correr el programa. Si existen problemas mostrará advertencias de error.

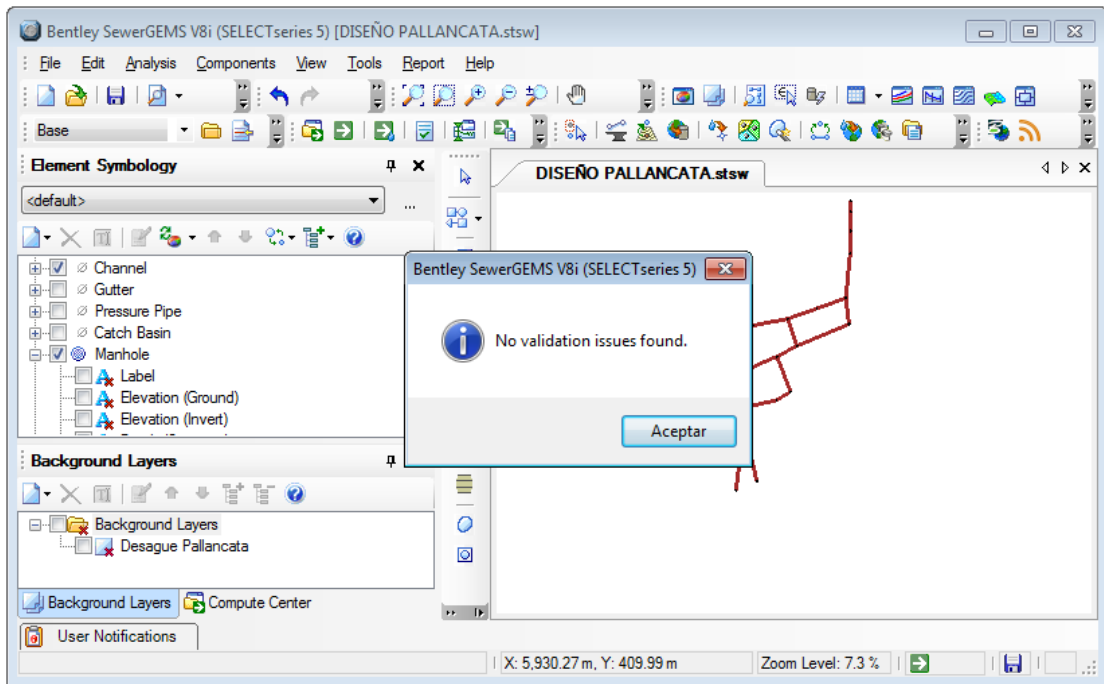


Figura 23. A continuación, se corre el programa. Si existen problemas mostrará una ventana de advertencias donde podremos apreciar cual es el problema y donde se ubica.

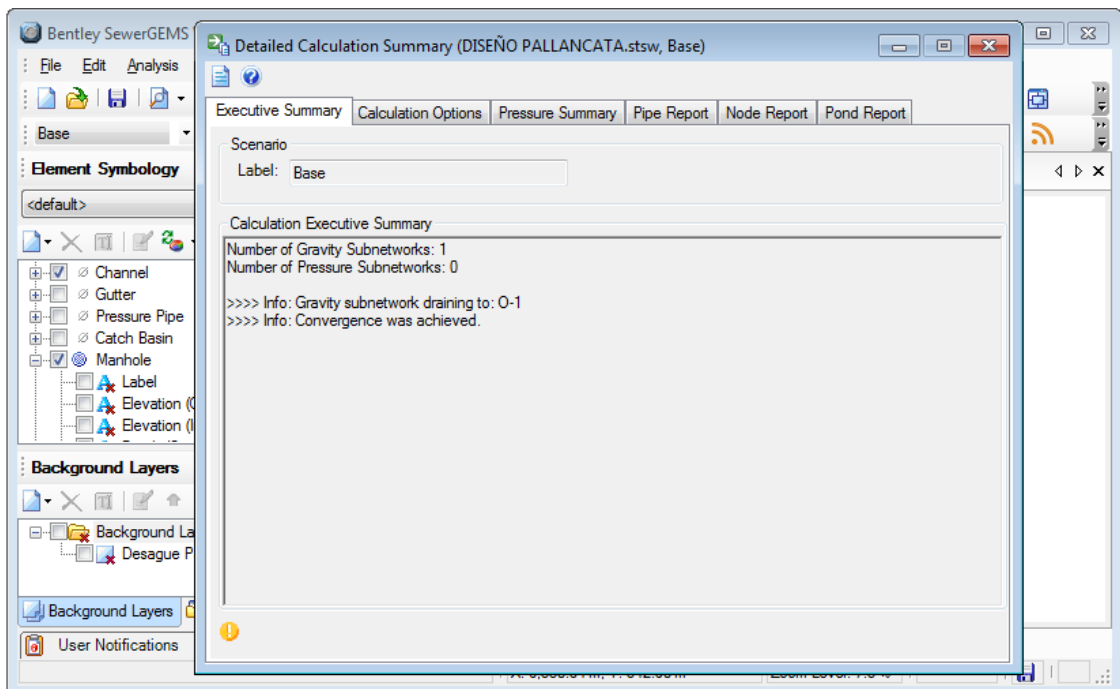


Figura 24. Una vez corregidos todos los posibles problemas, esta ventana no mostrará más advertencias y se podrá visualizar el sentido del flujo, los datos de interés en la red (gráficamente) y en forma tabular (flex tables) los resultados finales.

Corregidos los errores se podrá visualizar el sentido del flujo, los datos de interés en la red (gráficamente) y en forma tabular (Flex Tables) los resultados finales.

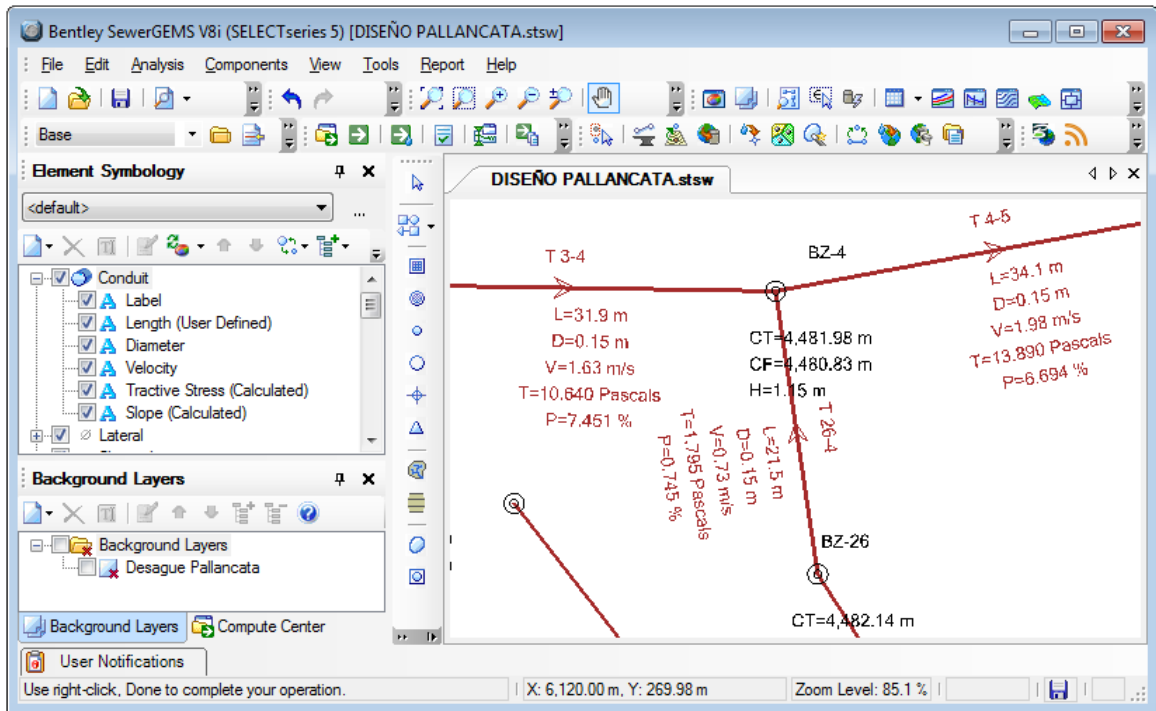


Figura 25. Red procesada

Los resultados finales se muestran en la tabla siguiente, donde se puede apreciar todas las variables de interés.

Tabla 19
Resultados de la red de alcantarillado

TRAMO	NUDO INICIO	COTA INICIO (msnm)	NUDO FINAL	COTA FINAL (msnm)	LONG. (m)	PEND. (m/km)	DIAM. (mm)	VELOC. (m/s)	TENSIÓN TRACTIVA (Pascals)
T 1-2	BZ-1	4,487.78	BZ-2	4,484.64	52.90	59.40	153.60	1.44	8.32
T 2-3	BZ-2	4,484.64	BZ-3	4,483.21	33.10	43.15	153.60	1.31	6.67
T 3-4	BZ-3	4,483.21	BZ-4	4,480.83	31.90	74.52	153.60	1.63	10.64
T 4-5	BZ-4	4,480.83	BZ-5	4,478.55	34.10	66.94	153.60	1.98	13.89
T 5-6	BZ-5	4,478.55	BZ-6	4,477.75	32.60	24.52	153.60	1.42	6.57
T 20-21	BZ-20	4,477.55	BZ-21	4,476.76	52.20	15.06	190.40	1.57	6.74
T 21-8	BZ-21	4,476.76	BZ-8	4,476.61	24.10	6.00	190.40	1.12	3.24
T 8-22	BZ-8	4,476.61	BZ-22	4,475.68	41.50	22.56	190.40	2.06	11.20
T 22-23	BZ-22	4,475.68	BZ-23	4,472.33	20.60	162.70	190.40	4.35	56.36
T 23-24	BZ-23	4,472.33	BZ-24	4,467.94	17.60	250.00	190.40	5.17	81.64
T 24-O1	BZ-24	4,465.43	O-1	4,463.81	6.50	250.00	190.40	5.27	84.13
T 6'-20	BZ-6'	4,477.75	BZ-20	4,477.55	26.30	7.63	153.60	0.60	1.34
T 6-7	BZ-6	4,477.75	BZ-7	4,477.33	28.50	14.74	153.60	1.21	4.56
T 7-8	BZ-7	4,477.33	BZ-8	4,476.61	28.60	24.91	153.60	1.50	7.20

TRAMO	NUDO INICIO	COTA INICIO (msnm)	NUDO FINAL	COTA FINAL (msnm)	LONG. (m)	PEND. (m/km)	DIAM. (mm)	VELOC. (m/s)	TENSIÓN TRACTIVA (Pascals)
T 14-15	BZ-14	4,481.30	BZ-15	4,480.26	33.00	31.49	153.60	1.15	5.08
T 13-12	BZ-13	4,482.59	BZ-12	4,481.31	34.50	37.12	153.60	1.22	5.77
T 12-15	BZ-12	4,481.31	BZ-15	4,480.26	9.60	109.83	153.60	2.11	17.26
T 10'-11	BZ-10'	4,483.27	BZ-11	4,482.80	30.60	15.34	153.60	0.77	2.31
T 11-12	BZ-11	4,482.80	BZ-12	4,481.31	39.40	37.81	153.60	1.07	4.78
T 15-17	BZ-15	4,480.26	BZ-17	4,480.04	36.00	6.00	153.60	0.86	2.17
T 17-16	BZ-17	4,480.04	BZ-16	4,478.83	30.50	39.79	153.60	1.74	10.09
T 16-25	BZ-16	4,478.83	BZ-25	4,478.73	15.40	6.00	153.60	0.89	2.30
T 25-19	BZ-25	4,478.73	BZ-19	4,478.53	34.60	6.00	153.60	0.91	2.37
T 18'-26	BZ-18'	4,481.40	BZ-26	4,480.99	22.00	18.68	153.60	1.01	3.66
T 26-4	BZ-26	4,480.99	BZ-4	4,480.83	21.50	7.45	153.60	0.73	1.80
T 9-10	BZ-9	4,483.36	BZ-10	4,483.14	35.50	6.00	153.60	0.64	1.39
T 10-18	BZ-10	4,483.14	BZ-18	4,481.17	13.70	144.38	153.60	2.44	23.01
T 18-19	BZ-18	4,481.17	BZ-19	4,478.53	44.10	59.90	153.60	1.95	13.24
T 19-20	BZ-19	4,478.53	BZ-20	4,477.55	21.00	46.83	190.40	2.27	15.65
T 27-10	BZ-27	4,486.60	BZ-10	4,483.14	34.00	101.56	153.60	1.73	12.61
T 17'-18	BZ-17'	4,481.41	BZ-18	4,481.17	31.00	7.63	153.60	0.60	1.34

Tabla 20
Resultados de diseño de los buzones

BUZÓN	COTA DE TAPA (msnm)	COTA DE FONDO (msnm)	FLUJO DE ENTRADA (l/seg)	FLUJO DE SALIDA (l/seg)
BZ-1	4,488.93	4,487.78	0.00	2.51
BZ-2	4,485.79	4,484.64	2.51	2.67
BZ-3	4,484.36	4,483.21	2.67	2.93
BZ-4	4,481.98	4,480.83	6.00	6.49
BZ-5	4,479.70	4,478.55	6.49	7.09
BZ-6	4,478.90	4,477.75	7.09	7.79
BZ-7	4,478.48	4,477.33	7.79	8.57
BZ-8	4,477.96	4,476.61	30.75	33.29
BZ-21	4,477.95	4,476.76	20.59	22.18
BZ-20	4,479.61	4,477.55	19.16	20.59
BZ-19	4,482.55	4,478.53	16.37	17.66
BZ-25	4,487.75	4,478.73	8.59	9.29
BZ-16	4,479.98	4,478.83	7.94	8.59
BZ-14	4,482.45	4,481.30	0.00	2.51
BZ-15	4,481.41	4,480.26	6.93	7.38
BZ-13	4,483.74	4,482.59	0.00	2.51
BZ-12	4,482.46	4,481.31	4.10	4.42
BZ-17	4,482.56	4,480.04	7.38	7.94
BZ-18	4,482.55	4,481.17	6.73	7.08
BZ-26	4,482.14	4,480.99	3.00	3.07
BZ-11	4,483.95	4,482.80	1.50	1.59
BZ-10	4,484.42	4,483.14	5.02	5.23
BZ-27	4,487.75	4,486.60	0.00	2.51

BUZÓN	COTA DE TAPA (msnm)	COTA DE FONDO (msnm)	FLUJO DE ENTRADA (l/seg)	FLUJO DE SALIDA (l/seg)
BZ-9	4,484.51	4,483.36	0.00	2.51
BZ-22	4,476.87	4,475.68	33.29	35.95
BZ-23	4,474.59	4,472.33	35.95	38.68
BZ-24	4,469.13	4,465.43	38.68	41.46
BZ-6'	4,478.90	4,477.75	0.00	1.50
BZ-17'	4,482.56	4,481.41	0.00	1.50
BZ-10'	4,484.42	4,483.27	0.00	1.50
BZ-18'	4,482.55	4,481.40	0.00	3.00

5.3.4. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El sistema se instalará en la zona baja del casco urbano y comprende las siguientes obras:

- Tanque Séptico
- Pozos percoladores

5.3.4.1. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

Los **Tanques Sépticos** se usan para el tratamiento de aguas residuales de familias que habitan en localidades que no cuentan con servicios de alcantarillado o que la conexión al sistema de alcantarillado les resulta costosa por su lejanía. El uso de tanques sépticos se permitirá en localidades rurales, urbanas y urbanas marginales. Su uso se limita para un máximo de 350 habitantes.

El **Tanque Imhoff** es una unidad de tratamiento primario cuyo fin es remover sólidos suspendidos. Para comunidades de 5000 habitantes o menos, ofrecen ventajas para tratar aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y la digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por esto también se les llama tanques de doble cámara.

Las **Lagunas de Estabilización** son estructuras simples que embalsan aguas residuales para mejorar sus características sanitarias. Tienen poca profundidad (2 a 4 m) y con períodos de retención relativamente grandes (por lo general de varios días).

5.3.4.2. DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE SÉPTICO

Período de Retención Hidráulica:

Según la norma IS.020 (Art.06) se expresa en días, siendo el periodo mínimo de 6 horas, es decir 0.25 días:

$$PR = 1.5 - 0.3 \log(P_f \times q_u)$$

Dónde: P_f = Población futura

q_u = Caudal de aporte unitario de aguas residuales, (lt/hab/día).

Siendo el porcentaje de retorno al alcantarillado de 80%, y la dotación de 80 lt/hab/día, el **caudal de aporte unitario de aguas residuales** sería:

$$q_u = 80 \left(\frac{\text{lt}}{\text{hab}} \right) \times \frac{80\%}{100} = 64 \frac{\text{lt}}{\text{hab}}/\text{día}$$

Luego el caudal de aguas residuales (Q_R) es:

$$Q_R = \frac{P_f \times q_u}{1000} = \frac{312 \times 64}{1000} = 19.97 \text{ m}^3/\text{día}$$

El valor máximo permisible para tanques sépticos es 20 m³/día, luego el sistema de tratamiento asumido es correcto. El período de retención hidráulica es:

$$PR = [1.5 - 0.3 \times \log_{10}(312 \times 64)] \times 24 \text{ hr} = 5.04 \text{ hr}$$

Como este valor es menor al mínimo (6 horas) se adopta:

$$PR = 6 \text{ hr}$$

Volumen requerido para la sedimentación:

Este valor V_s , se expresa en m³ y se determina con:

$$V_s = 10^{-3} \times (P_f \times q_u) \times \frac{PR}{24 \text{ hr}} = 0.001 \times (312 \times 64) \times \frac{6}{24} = 4.99 \text{ m}^3$$

Se considerará un área disponible para el tanque séptico de $A = 27 \text{ m}^2$. Luego la profundidad mínima requerida para la sedimentación será:

$$H_s = \frac{V_s}{A} = \frac{4.99}{27.00} = 0.18 \text{ m}$$

Volumen de digestión y almacenamiento de lodos:

Este volumen (V_d) se basa en una tasa anual de acumulación de lodos (ta) expresada en lt/hab/año. Su valor depende de la temperatura ambiente de la zona, la cual se puede tomar del siguiente cuadro:

Tabla 21

Tasa de acumulación de lodos en función de la temperatura ambiente y el intervalo de limpieza

INTERVALO ENTRE LIMPIEZA "N" DEL TANQUE SÉPTICO (años)	<i>ta</i> (l/hab/año)		
	$T \leq 10^{\circ}C$	$10 < T \leq 20^{\circ}C$	$T > 20^{\circ}C$
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137

Fuente: Norma OS.020 RNE 2016

Sin embargo, la norma IS.020 (Art.7b), fija este valor en 70 litros por persona, luego la fórmula para est caso es:

$$Vd = 70 \times 10^{-3} \times P \times N$$

Dónde:

N = Intervalo deseado en años, entre operaciones sucesivas de remoción de lodos.

Luego, considerando N = 1 año:

$$Vd = 70 \times 0.001 \times 312 \times 1 = 21.84 \text{ m}^3$$

Entonces, la altura o **profundidad requerida para digestión y almacenamiento** de lodos (**Hd**) es:

$$Hd = \frac{Vd}{A} = \frac{21.84}{27.00} = 0.81 \text{ m}$$

La **profundidad máxima 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 (**He**) y debe tener un valor mínimo de 0,1 m.

Luego:

$$He = \frac{0.7}{A} = \frac{0.7}{27.00} = 0.03 \text{ m} < 0.1 \text{ m}$$

En consecuencia, se asume: $He = 0.10 \text{ m} = 10 \text{ cm}$

La **profundidad del dispositivo de salida respecto al nivel superior de espuma** (**H_{tee}**) es igual a:

$$H_{tee} = He + 0.10 = 0.03 + 0.10 = 0.13 \text{ m}$$

La profundidad libre de lodo (H_o) 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 en metros, se relaciona al área superficial del tanque séptico y se calcula mediante la fórmula:

$$H_o = 0.82 - 0.26A = 0.82 - 0.26 \times 27.00 = -6.20 \text{ m}$$

Siendo este un valor negativo, se asumirá el mínimo recomendado que es:

$$H_o = 0.30 \text{ m} = 30 \text{ cm}$$

La **profundidad de espacio libre (H_L)** debe seleccionarse comparando la profundidad del espacio libre mínimo total calculado como $(0.10 + H_o)$ y con la profundidad mínima requerida para la sedimentación (H_S). Se elige la mayor profundidad. Luego:

$$H_L = 0.10 + 0.30 = 0.40 \text{ m} > H_S = 0.19 \text{ m}$$

Por lo tanto, se asume: $H_L = 0.40 \text{ m}$

Profundidad neta o útil del tanque séptico (H_T), será la suma de las alturas anteriores calculadas:

$$H_T = H_e + H_L + H_d = 0.10 + 0.40 + 0.81 = 1.31 \text{ m}$$

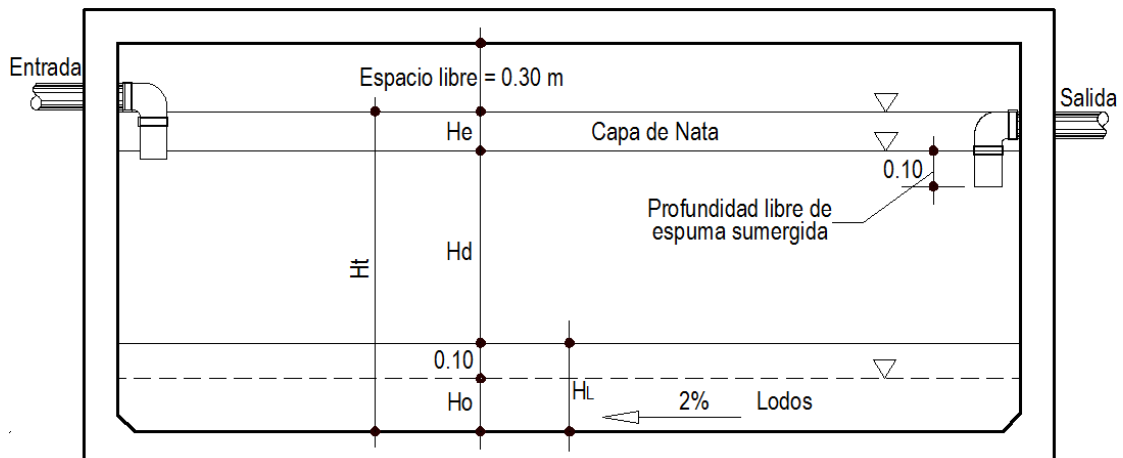


Figura 26. Esquema del tanque séptico

Fuente: OPS – CEPIS - UNATSABAR

Dimensiones finales

Considerando una relación largo-ancho igual a 1/3, si el ancho del tanque es 3 m, entonces el largo será 3 veces esa misma dimensión, luego:

- Ancho (a) = 3.00 m
- Largo (b) = 9.00 m

El volumen total o volumen útil del tanque séptico será:

$$Vu = Ht \times A = 1.31 \times 27.00 = 35.37 \text{ m}^3$$

El volumen disponible para la sedimentación (V_s) es:

$$Vs = H_L \times A = 0.40 \times 27.00 = 10.80 \text{ m}^3$$

El período de retención hidráulica **PR**, será:

$$PR = \frac{Q_R}{V_S} \times 24 \text{ hr} = \frac{19.97}{10.80} \times 24 = 44.38 \text{ hr}$$

Valor superior al mínimo que es 6 horas.

Compartimientos:

Si el volumen total es mayor a 5 m³ hay que dividir el tanque. El primer volumen será el 70% y el restante el 30%. Luego:

- $Vol. \text{Cámara } 1 = 0.70 \times Vu = 0.70 \times 35.37 = 24.76 \text{ m}^3$
- $Vol. \text{Cámara } 2 = Vu - Vol. \text{Cámara } 1 = 35.37 - 24.76 = 10.61 \text{ m}^3$

Longitud de la Cámara 1:

$$L_{C1} = \frac{Vol_{C1}}{a \times H_L} = \frac{24.76}{3.00 \times 1.31} = 6.30 \text{ m}$$

Longitud de la Cámara 2:

$$L_{C2} = b - L_{C1} = 9 - 6.30 = 2.70 \text{ m}$$

Luego la disposición final del tanque séptico con dos cámaras es:

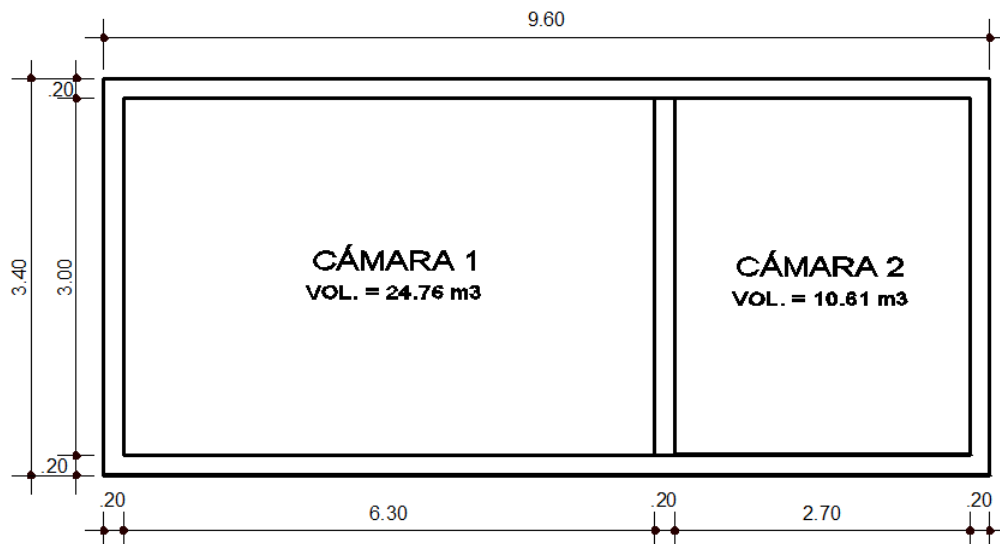


Figura 27. Planta final del tanque séptico

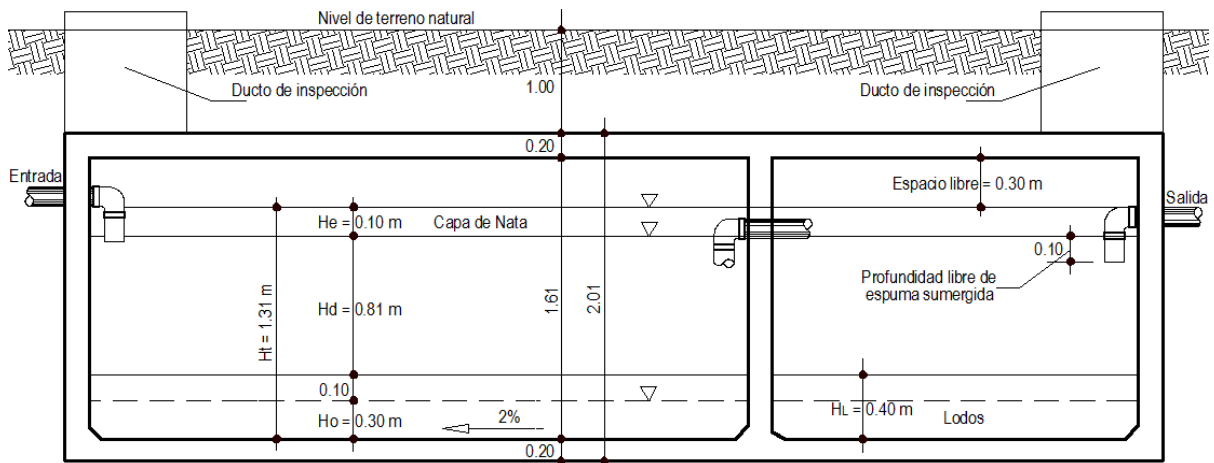


Figura 28. El detalle de las instalaciones del tanque séptico se encuentra en los planos de detalles en los anexos.

El detalle de las instalaciones del tanque séptico se encuentra en los planos de detalles en los anexos.

5.3.4.3. DISEÑO DE FILTROS PERCOLADORES

Pruebas de infiltración:

Para diseñar el sistema de percolación se efectuó un “Test de percolación” para medir la Capacidad de Infiltración del suelo. Se perforaron 03 pozos de observación de 1.00 m de altura y 30 cm de diámetro, con una separación de 5 m. En el fondo de cada una de ellos se colocó una cama de arena de 5 cm. Sobre la cama, a 20 cm se dejó una marca de nivel, la cual consistió en una pequeña cuña de madera. La prueba se hizo para un período de 03 horas consecutivas. Las mediciones del nivel descendido se realizaron cada media hora, según el siguiente detalle:

- 1) Se tomaron mediciones de los descensos cada 20 minutos.
- 2) Nivel o profundidad de descenso en el pozo de exploración
- 3) Diferencia entre mediciones de descensos consecutivos con el primer nivel.
- 4) Promedio de las diferencias de las 3 últimas mediciones
- 5) Infiltración calculada: Tiempo de medición entre el promedio de descenso
- 6) Promedio de Infiltración calculada de los 3 pozos exploratorios

Tabla 22
Medición y cálculo del tiempo de infiltración (ti)

HORA (1)	NIVEL cm (2)	DIFERENCIA cm (3)	PROMEDIO cm (4)	INFILTRACIÓN mín/cm (5)	PROMEDIO mín/cm (6)
09:00	52.0	-	7.0	2.9	3.4
09:20	57.0	5.00			
09:40	58.0	6.00			
10:00	58.5	6.50			
10:20	59.0	7.00			
10:40	59.5	7.50			
09:02	54.0	-	5.2	3.9	
09:22	58.4	6.40			
09:42	58.2	6.20			
10:02	57.0	5.00			
10:22	57.3	5.30			
10:42	57.2	5.20			
09:05	52.0	-	5.6	3.6	
09:25	56.0	4.00			
09:45	57.0	5.00			
10:05	57.5	5.50			
10:25	57.7	5.70			
10:45	57.6	5.60			
09:07	52.0	-	3.3	6.1	
09:27	57.9	3.90			
09:47	57.5	3.50			
10:07	57.4	3.40			
10:27	57.3	3.30			
10:47	57.2	3.20			

De acuerdo a los resultados, el suelo donde se realizó la prueba se puede clasificar según la siguiente tabla:

Tabla 23
Clasificación de los terrenos según los resultados de la 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
No apto	mayor de 12 minutos

Fuente: RNE – IS.020

Con lo cual, para 3.4 mín/cm, este suelo clasifica como “Rápido”. Con este dato, se puede determinar la Capacidad de Absorción del Suelo o Coeficiente de Infiltración (*Ci*), utilizando el siguiente gráfico:

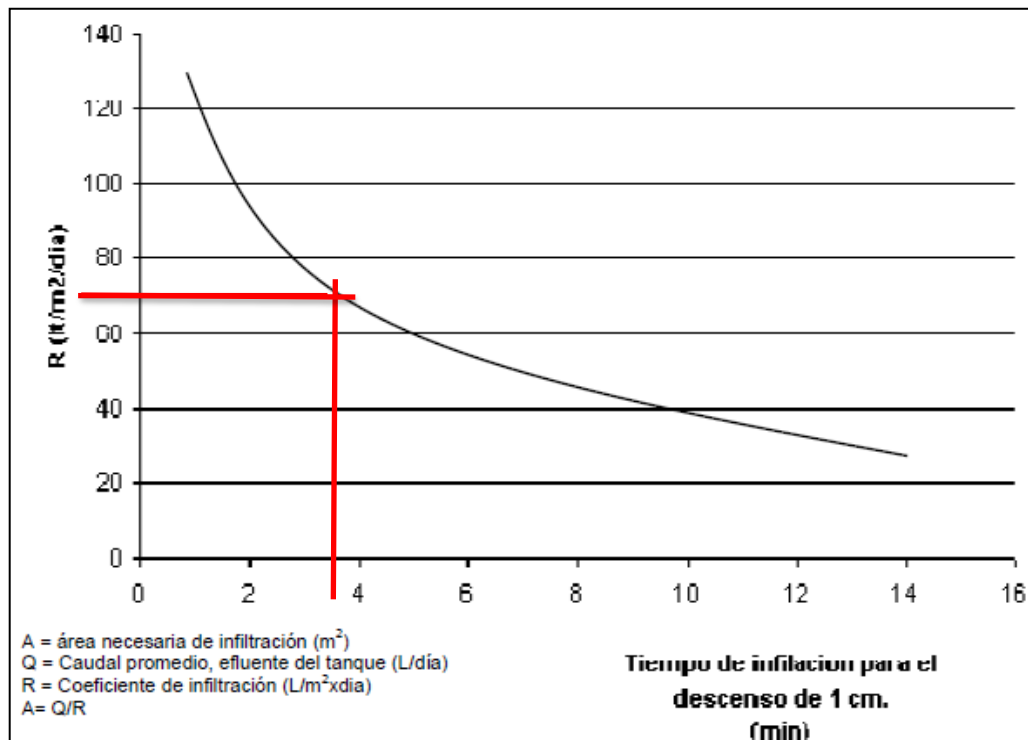


Figura 29. Curva para determinar la capacidad de absorción del suelo

Del cual se obtiene el Coeficiente de Infiltración:

$$Ci = 74 \frac{lt}{m^2} / día$$

Con mayor precisión también se puede calcular con la siguiente expresión:

$$Ci = 113.91 - 32.36 \times LN(Ti) = 113.91 - 32.36 \times LN(3.4) = 74.31 \frac{lt}{m^2} / día$$

Área requerida para los campos de infiltración (A_i)

Primero debe considerarse que el caudal efluente unitario (Q_e) que pasa a las zanjas o pozos de absorción, por lo general es el 60% del caudal unitario Q_R . Luego:

$$Q_e = 0.60 \times q_u = 0.60 \times 64 = 38.40 \frac{lt}{hab} / día$$

Siendo la población de 312 habitantes, el caudal total a percolar (Q_p) es:

$$Q_p = P \times Q_e = 312 \times 38.4 = 11,980.80 \text{ lt/día}$$

Luego, el área de percolación requerida, se determina con:

$$A_i = \frac{Q_p}{Ci} = \frac{11,980.80}{74.31} = 161.24 \text{ m}^2$$

Caudal del efluente:

Para determinar el área requerida para diseñar los campos de infiltración ó pozos de percolación, se debe trabajar con el efluente que sale del tanque séptico. Evidentemente, este caudal (Q_e) es menor que el caudal de aporte unitario residual (q_u). Se considera el 60%, para tal efecto. Luego:

$$Q_e = 0.60 \times q_u = 0.60 \times 64 = 38.40 \text{ lt/hab/día}$$

Este caudal unitario efluente se aplica a la población futura calculada, para obtener el total que va al pozo percolador (Q_{et}):

$$Q_{et} = P \times Q_e = 312 \times 38.40 = 11,980.80 \text{ lt/día}$$

Luego, el área total requerida para la infiltración es:

$$A_i = \frac{Q_{et}}{C_i} = \frac{11,980.80}{74.71} = 161.24 \text{ m}^2$$

En caso de utilizarse **zanjas de infiltración**, el ancho (a_z) por reglamento estará entre 0.45 y 0.90 m y la longitud de la zanja (L_z) sería:

$$L_z = \frac{A_i}{a_z} = \frac{161.24}{0.80} = 201.55 \text{ m}$$

Como las zanjas deben tener una longitud máxima de 30 m, según la norma, se requieren de 7 líneas de 30 m por un ancho de 0.90. Cada zanja con una separación de 2.00 m entre ejes, lo cual implica disponer de un área de 387 m² aproximadamente, lo cual no se dispone en la zona del proyecto.

Pozos de absorción:

Ya que no se cuenta con el área suficiente para establecer campos de percolación, se utilizarán pozos de absorción. La ventaja de su uso es que se aprovecha el área de las paredes verticales perimetrales para la infiltración, requiriendo así menor espacio. Los estratos de la zona también favorecen a la infiltración. El diámetro útil del pozo, según la norma IS.021 no debe ser menor a 1.00 m.

Si se asume que se va a requerir 2 pozos de percolación, el área de infiltración total requerida se divide entre $n = 2$. Luego, el área (A_{ip}) requerida para cada pozo es:

$$A_{ip} = \frac{A_i}{n} = \frac{161.24}{2} = 80.62 \text{ m}^2$$

Se asume diámetro y profundidad y luego se calculando el área de las paredes laterales de cada pozo (A_{LP}). Esta no debe ser menor que A_{ip} . Luego:

- Diámetro asumido de cada pozo (D_P) = 1.70 m

- Altura asumida de cada pozo (H) = 7.55 m

Área lateral perimetral del pozo:

$$A_{LP} = 2\pi D_p \times H = 2 \times 3.1416 \times 1.70 \times 7.55 = 80.64 \text{ m}^2$$

$$A_{LP} = 80.64 \text{ m}^2 > A_{ip} = 80.62 \text{ m}^2$$

Finalmente, las dimensiones asumidas son correctas. El detalle de los pozos percoladores se muestra en los planos correspondientes consignados en los anexos.

5.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Evaluación del cumplimiento de objetivos

Respecto al **objetivo principal**, se ha cumplido con desarrollar el análisis y diseño integral del sistema de alcantarillado para la calidad de vida del anexo Pallancata, distrito de Coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho y en consecuencia con la ejecución del proyecto se mejoraría la calidad de vida de los pobladores del centro poblado respecto al tema de salubridad.

Esta ejecución sería una influencia notable en el tiempo, sobre temas los relacionados a la calidad de vida, cuyos efectos no son inmediatos:

- a) La reducción de EDAs: al ser ejecutadas las obras propuestas y funciones la red de alcantarillado, el impacto que se produzca en la calidad de vida, tendrá un efecto gradual donde se aprecien cambios en las estadísticas de casos de EDAs, que tienen relación directa con la falta de saneamiento.
- b) Los pobladores beneficiarios adquirirán nuevos hábitos respecto al uso del agua: Los cambios influirán sobre las costumbres en relación al uso de letrinas y las deposiciones en lugares descampados alrededor de la zona urbana, adquiriendo nuevos hábitos de higiene personal.

Sobre los **objetivos específicos** relacionados con el diseño integral y el desarrollo de sus indicadores:

- a) Se realizó el diseño hidráulico de la red de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales, con las siguientes características:
 - 806.50 ml de tuberías PVC de 160 mm y 103.73 ml de tuberías PVC 200mm, NTP ISO 4435: 2005, con sistema de empalme a unión flexible.
 - 27 buzones de concreto simple $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, de 1.20 m de diámetro, de altura variable $H=1.00 \text{ m}$ y losa superior con tapa de concreto armado de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

- 43 conexiones domiciliarias compuestas de caja y tapa de registro de concreto simple $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$, de $0.75 \times 45\text{m}$, tubo de descarga de PVC 160mm, cachimba de PVC 160mm.
- b) El estudio topografico determinó la configuración en planta y perfil de la red de alcantarillado, considerando la distribución de las manzanas y las pendientes de las calles. Asimismo facilitó la ubicación más adecuada para la planta de tratamiento de aguas residuales.
- c) Los diámetros de la red de alcantarillado, tanto de la red colectora como de la tubería emisora, se determinaron para llevar el flujo de diseño determinado en como Caudal de Diseño, donde la red colectora se diseño para un caudal de 0.477 lt/seg (el 80% del caudal medio horario) y la tubería emisora para el diseño de la planta de tratamiento para un caudal de 1.665 lt/seg, considerando los aportes por contribución de excretas y por infiltración de lluvias a través de los buzones.

El tamaño de la población futura ha influido en el diseño de la red de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales, ya que determina el caudal de aporte al sistema total. El tamaño de dicha población se calculó en 312 habitantes al año 2041.

CAPÍTULO VI

COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

6.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL

Análisis y diseño integral del Sistema de Alcantarillado para mejorar la Calidad de Vida del Anexo Pallancata, Distrito de coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho.

CONTRASTACIÓN:

La hipótesis de la investigación, una vez que el proyecto se encuentre ejecutado, se dará por cumplida, que la influencia del saneamiento básico sobre la calidad de vida de una población se puede demostrar mediante proyección estadística con un grado de certeza con datos del Ministerio de Salud, respecto a la zona de estudio. Para ello se toma en cuenta los informes de la OMS (Organización Mundial de la Salud - OMS, 2019) que menciona: *“Se ha probado que la mejora del saneamiento tiene efectos positivos significativos en la salud tanto en el ámbito de los hogares como el de las comunidades.”*

Asimismo en el reporte “Relación del agua, el Saneamiento y la Higiene con la Salud” de la sección a Agua, Saneamiento y Salud (ASS) de la OMS, se indica: (Organización Mundial de la Salud, 2004) *“La mejora del saneamiento reduce la morbilidad por diarrea en un 32%.”*

Una reducción de 32% de esta tasa implica un resultado esperado de 19.11% como tasa final al ejecutarse el proyecto y entrar en funcionamiento. Siendo la diferencia 8.99%. Para la verificación de la hipótesis se plantea entonces: ¿Si la tasa actual de 28.10% es el 100%, cuál será la probabilidad de que se reduzca un 8.99%?

Con los siguientes datos:

$$n = 100\%$$

$$p = 0.0899$$

$$q = 0.9101$$

Para temas relacionados con salud se utiliza un intervalo de confianza de 5% = 0.05. Luego:

$$n \times p > 0.05$$

$$\Rightarrow 100 \times 0.0899 > 0.05$$

$$\Rightarrow 8.99 > 0.05$$

$$n \times q > 0.05$$

$$\Rightarrow 100 \times 0.9101 > 0.05$$

$$\Rightarrow 91.01 > 0.05$$

$$B = (100, 0.0899) \Rightarrow N(p, z)$$

Para:

$$z = \sqrt{n \times p \times q}$$

$$\Rightarrow N(100 \times 0.0899; \sqrt{100 \times 0.9101 \times 0.0899})$$

$$N = (0.0899, 2.86)$$

En la figura Tabla de Distribución Normal (Anexos), se debe buscar $Z=2.86$, pero siendo cercano a 2.9 se asume este valor. Luego con un intervalo de confianza de 0.05, se obtiene 0.0016, Luego:

$$p = 100 - 2.86 = 97.14\%$$

Como se observa P cae dentro del área de aceptación en el área de la curva de distribución normal, por lo tanto, existe 97.14% de certeza que la tasa de EDAS se reduzcan al 19.11% cuando el sistema esté en pleno funcionamiento.

En consecuencia, la hipótesis es VERDADERA, ya que se confirma la mejora de la calidad de vida.

6.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- a) *El análisis hidráulico influye en el diseño del sistema de alcantarillado, en el Anexo Pallancata, Distrito de Coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho.*

Contrastación:

Para determinar el diámetro de las tuberías de la red de desagüe del sistema, es necesario calcular primero la población beneficiaria proyectada al año final del período de vida del proyecto, en base a la cual se determina la demanda de agua a atender, la cual se traduce en un caudal máximo horario expresado en lt/seg de la que el 80% va a la red de desagüe. La longitud de dicha red está en función a la configuración topográfica de la zona urbana, de la cual se obtiene la longitud total de tuberías. Resultando:

$$P_o = 147hab$$

$$P_f = 312hab$$

$$Q_{mh} = 0.596 \text{ lt/seg}$$

$$Q_D = 0.80 \times Q_{mh} = 0.477 \text{ lt/seg}$$

$$Q_E = 0.00167 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Con lo cual es posible determinar los diámetros de cada tramo de la red. Cabe resaltar que dichos resultados son los que van a influir en el resultado del diseño de la red, con lo cual se cumple con la hipótesis específica 1.

b) El diseño hidráulico del sistema de alcantarillado influye en el mejoramiento de la calidad de vida del Anexo Pallancata, Distrito de coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho.

Contrastación:

Al determinar los diámetros de los tramos de tubería que comprende la red de desagüe y la planta de tratamiento de aguas residuales, se establece el sistema integral de alcantarillado que recolecta las aguas servidas de los usuarios a través de las conexiones domiciliarias, desde sus viviendas. Esto influye las costumbres habituales de los pobladores que indefectiblemente dejarán de lado el hábito de arrojar aguas usadas a la calle y/o hacer deposiciones en los alrededores de la zona urbana.

Esta red y la planta de tratamiento serán las estructuras que influirán en la disminución de vectores que propician las enfermedades tipo EDAs y que mejoran la calidad de vida de la población, relacionada con el tema de salubridad.

En consecuencia si se produce dicha influencia con lo cual se cumple con la hipótesis específica 2.

CONCLUSIONES

Con los resultados de esta investigación se llega a las siguientes conclusiones:

- a) Mediante un análisis del servicio de alcantarillado se encontró que no existe una red colectora y disposición final de aguas residuales. Siendo lo usual en la zona el utilizar algunas unidades precarias de recepción de excretas que no garantizan mejores condiciones de salubridad. Con una población proyectada a un crecimiento de 20 años, utilizando el Método de Crecimiento Aritmético se obtuvo una población de diseño de 312 habitantes, se calculó la red de alcantarillado y las dimensiones la planta de tratamiento mediante un tanque séptico y pozas de infiltración en un terreno apto para la infiltración de los efluentes según el estudio de suelos, siendo la ubicación de la planta hacia el norte del centro urbano, verificado mediante el estudio topográfico por condiciones de distanciamiento y la dirección Este-Oeste de los vientos.
- b) El diseño de la red de desagüe se calculó con un caudal de 0.48 lt/seg, determinado mediante el análisis hidráulico. Para la red se va a necesitar de 910.23ml de tuberías PVC-NTP ISO 4435:2005, 43 conexiones domiciliarias y 27 buzones de concreto simple.
- c) La mejora de la calidad de vida será evidente en cuanto el sistema esté disponible y en funcionamiento, no obstante se hace referencia a las tendencias publicadas por la OMS que evidencian la reducción de incidencias de enfermedades diarreicas agudas cuando los centros poblados acceden a este servicio.
- d) El empleo de las herramientas de cálculo y modelación del Software SewerGems V8i permitió la optimización de la red en tiempo récord con resultados más precisos.

RECOMENDACIONES

- a) El desarrollo de gestión del proyecto para lograr el inicio de las obras que antes de los 3 años.
- b) Elaborar el expediente técnico detallado que defina aspectos relacionados con ejecución de obra.
- c) Ejecutar programas de capacitación para el uso correcto del agua y buenas prácticas de higiene.
- d) La aplicación del software SewerGems V8i en investigaciones de modelación similares.

BIBLIOGRAFÍAS Y FUENTES DE INFORMACIÓN

1. CÓRDOVA, C. (2018). Tesis de titulación: “*Diseño de la red de alcantarillado del barrio Centro Poblado Pasoancho Situado en el municipio de Zipaquirá*”. Universidad Católica De Colombia, Facultad de Ingeniería Civil. Pp. 10. Bogotá.
2. AYBAR, V. (2018). Tesis de titulación: “*Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado para mejorar la calidad de cuatro comunidades de Kimbiri – Cusco – 2018*”. Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil. Pp. 13. Lima.
3. MADRID, R. (2015). Tesis de titulación: “*Diseño de la red de alcantarillado para el AA.HH. Carmen Rosa Mendoza Uribe del distrito de San Andres, provincia, departamento de Ica*”. Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”, Facultad de Ingeniería Civil. Pp. 2. Ica.
4. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO – PROGRAMA NACIONAL DE SANEAMIENTO RURAL (PNSR): “*Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural*”. RM 192-2018-Vivienda.
5. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. 2006. “*Reglamento Nacional de Edificaciones*”. Normas legales de fecha 11 de junio del 2006. El Peruano. 434 pág.
6. MINISTERIO DE SALUD. 1989. “*Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable y Letrinas en el Medio Rural*”. División de Saneamiento Básico Rural. Lima. 65 pág.
7. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). CEPIS. 2005. “*Guía para el diseño de tecnologías de alcantarillado*”. 73 pág.
8. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). CEPIS. 2005. “*Guía para diseño de Desarenadores y Sedimentadores*”. 72 pág.
9. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). CEPIS. 2005. “*Guía para diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización*”. 40 pág.
10. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. (ANA 2010). DIRECCION DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRAULICOS MULTISECTORIALES.

“Manual: Criterios de diseños de obras Hidráulicas para la formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de afianzamiento Hídrico”. 356 pág.

11. VIERENDEL (2009). *“Abastecimiento de Agua y Alcantarillado”*. Universidad Nacional de Ingeniería. 146 pág.
12. León, M. J. F. A. (2000). *“Hidráulica de las conducciones libres”* (pp. 87-98, 194-278, 411-439, 674-676). Tomos I y II. La Habana: Ministerio de Educación Superior.
13. RIVAS, G. *“Tratamiento de aguas residuales”*. 2º Edición. Ediciones Vega. Caracas-Venezuela, (1978).



INFORME DE REVISIÓN

Se ha realizado el análisis con el software antiplagio de la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga", por parte de los docentes reponsables, al documento cuyo título es:

ANÁLISIS Y DISEÑO INTEGRAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DEL ANEXO PALLANCATA, DISTRITO CORONEL CASTAÑEDA, PARINACOCHAS, AYACUCHO" - 2020

presentado por:

ALEXIS OMAR MATOS PALOMINO

del nivel **PREGRADO** de la facultad de **INGENIERIA CIVIL** obteniéndose como resultado una coincidencia de **14.54%** otorgándosele el calificativo de:

APROBADO

Se adjunta al presenta el reporte de evaluación del software antiplagio.

Observaciones:

APROBADO LA EVALUACION DE ORIGINALIDAD DEL INFORME FINAL DE TESIS el cual se evidencia el Nivel de Similitud del 14.50% de conformidad a la R.R. 1668 - R - UNICA - 2020, art. 18.2

lca, 4 de Mayo de 2021

**MARTÍN HAMILTON WILSON
HUAMANCHUMO
COORDINADOR
SOFTWARE ANTIPLAGIO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

**EDITH ISABEL GUERRA LANDA
ASESOR
SOFTWARE ANTIPLAGIO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**