



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Propuesta de un sistema de saneamiento para mejorar la calidad de vida en
el sector Las Brisas – Cañete

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero(a) Civil

AUTORES

Baltazar Huapaya, Sebastian Alonso
ORCID: 0009-0005-5464-7242

Mamani Huancoillo, Ivon Leonor
ORCID: 0009-0003-5713-9222

ASESOR

Lopez Silva, Maiquel
ORCID: 0000-0002-0946-6160

Lima, Perú

2023

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos de los autores

Baltazar Huapaya, Sebastian Alonso

DNI: 70097050

Mamani Huancoillo, Ivon Leonor

DNI: 77086077

Datos de asesor

Lopez Silva, Maiquel

DNI: 002946058

Datos del jurado

JURADO 1

Pereyra Salardi, Enriqueta

DNI: 06743824

ORCID: 0000-0003-2527-3665

JURADO 2

Garate Caceres, Francisco Hector

DNI: 07640930

ORCID: 0000-0003-0413-3399

JURADO 3

Carmenates Hernandez, Dayma Sadami

DNI: 002944620

ORCID: 0000-0001-5482-7562

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 02.01.01

Código del Programa: 732016

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Sebastian Alonso Baltazar Huapaya, con código de estudiante N°201611850, con DNI N°70097050, con domicilio en Av. Libertad N°574, distrito San Antonio, provincia de Cañete y departamento de Lima, y Ivon Leonor Mamani Huancoillo, con código de estudiante N°201611809, con DNI N°77086077, con domicilio en Mz K1 Lote 11 Angélica Gamarra 14, distrito Los Olivos, provincia y departamento de Lima, en nuestra condición de bachilleres en Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, declaramos bajo juramento que:

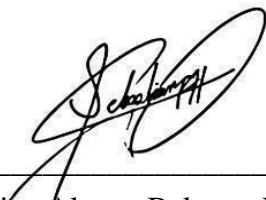
La presente tesis titulada: “Propuesta de un sistema de saneamiento para mejorar la calidad de vida en el sector Las Brisas – Cañete” es de nuestra única autoría, bajo el asesoramiento del docente Maiquel Lopez Silva, y no existe plagio y/o copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica o de investigación, universidad, etc; la cual ha sido sometida al antiplagio Turnitin y tiene el 24% de similitud final.

Dejamos constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en la tesis, el contenido de estas corresponde a las opiniones de ellos, y por las cuales no asumimos responsabilidad, ya sean de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de internet.

Asimismo, ratificamos plenamente que el contenido íntegro de la tesis es de nuestro conocimiento y autoría. Por tal motivo, asumimos toda la responsabilidad de cualquier error u omisión en la tesis y somos conscientes de las connotaciones éticas y legales involucradas.

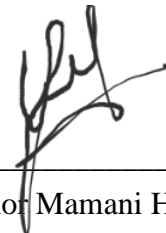
En caso de falsa declaración, nos sometemos a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y a los dispositivos legales nacionales vigentes.

Surco, 23 de Octubre de 2023



Sebastián Alonso Baltazar Huapaya

DNI N°70097050



Ivon Leonor Mamani Huancoillo

DNI N°77086077

INFORME DE ORIGINALIDAD TURNITIN

Propuesta de un sistema de saneamiento para mejorar la calidad de vida en el sector Las Brisas – Cañete

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%	22%	4%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Estatal a Distancia Trabajo del estudiante	<1%
8	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	<1%

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mis padres, mis hermanos y los seres que ya no están conmigo, pero los llevo en el corazón, han sido y serán el soporte para seguir adelante y siempre mantenerme firme en cada etapa de mi vida.

Sebastian Baltazar.

Esta tesis está dedicada a mis padres y a mi hermana que siempre me han apoyado para cumplir este objetivo.

Ivon Mamani.

AGRADECIMIENTO

A nuestros asesores el Dr. Maiquel Lopez Silva y la Dra. Dayma Carmenates Hernández quienes fueron pieza fundamental para el desarrollo de esta investigación. A nuestra casa de estudios la Universidad Ricardo Palma por brindarnos los conocimientos, amistades y experiencias en esta hermosa carrera que es la Ingeniería Civil.

Sebastian Baltazar y Ivon Mamani.

ÍNDICE GENERAL

METADATOS COMPLEMENTARIOS	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
INFORME DE ORIGINALIDAD TURNITIN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Descripción y formulación del problema general y específicos.....	3
1.1.1.Descripción del problema.....	3
1.2. Problema General	6
1.1.1.Problemas Específicos.....	6
1.3. Objetivos general y específico	6
1.3.1.Objetivo general	6
1.3.2.Objetivos específicos.....	6
1.4. Delimitación de la investigación: temporal, espacial y temática	6
1.4.1.Delimitación temporal	6
1.4.2.Delimitación espacial	6
1.4.3.Delimitación temática.....	8
1.5. Justificación e importancia del estudio	8
1.5.1.Justificación Práctica	8
1.5.2.Justificación Social.....	8
1.5.3.Justificación Ambiental	8
1.5.4.Justificación económica	8
1.5.5.Importancia.....	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	10
2.1. Antecedentes del estudio de la investigación	10
2.1.1.Antecedentes internacionales	10

2.1.2. Antecedentes nacionales.....	11
2.2. Bases teóricas	12
2.2.1. Topografía	12
2.2.2. Sistema de abastecimiento de agua potable	13
2.2.3. Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable	14
2.2.4. Criterios de diseño de un sistema de agua potable	18
2.2.5. Sistemas de alcantarillado sanitario	23
2.2.6. Componentes de un sistema de alcantarillado sanitario	24
2.2.7. Criterios de diseño de un sistema de alcantarillado sanitario.....	29
2.2.8. Modelos Numéricos para análisis del diseño	31
2.2.9. Evaluación Económica	32
2.3. Definición de Términos Básicos	33
CAPÍTULO III: SISTEMAS DE HIPÓTESIS	34
3.1. Hipótesis.....	34
3.1.1. Hipótesis principal.....	34
3.1.2. Hipótesis secundarias	34
3.2. Variables.....	34
3.2.1. Definición conceptual de variables	34
3.2.2. Operacionalización de variables.....	34
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	35
4.1. Tipo y nivel	35
4.1.1. Tipo	35
4.1.2. Nivel	35
4.2. Diseño de investigación.....	35
4.3. Población y muestra	36
4.3.1. Población	36
4.3.2. Muestra	36
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	36
4.4.1. Tipos de técnicas e instrumentos	36
4.4.2. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos	37
4.4.3. Procedimientos para la recolección de datos.....	37
4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	38
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	39

5.1. Topografía	39
5.2. Estudio geotécnico del Sector Las Brisas.....	41
5.3. Estimación de la población futura	43
5.4. Caudal de diseño	45
5.5. Caudal residual	45
5.6. Dimensionamiento hidráulico, estructural y evaluación económica.....	49
5.6.1. Sistema de agua potable	49
5.6.2. Sistema de Alcantarillado Sanitario	57
5.6.3. Evaluación económica.....	62
5.7. Análisis de resultados	68
5.8. Contrastación de Hipótesis	83
5.8.1. Hipótesis General	83
5.8.2. Hipótesis Específica 1	83
5.8.3. Hipótesis Específica 2	84
5.8.4. Hipótesis Específica 3	84
CONCLUSIONES	86
RECOMENDACIONES.....	88
REFERENCIAS.....	89
ANEXOS	92
Anexo A: Cronograma de actividades.	92
Anexo B: Presupuesto (Asignación de recursos).....	93
Anexo C: Matriz de consistencia.	94
Anexo D: Matriz de Operacionalización de Variables	96
Anexo E: Plano de lotización.....	97
Anexo F: Plano Topográfico.....	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Carga de morbilidad mundial y el saneamiento inadecuado, año 2016.	3
Figura 2	Fotos de sistema de almacenamiento de agua en Sector Las Brisas.	5
Figura 3	Cantera al lado del Sector Las Brisas	5
Figura 4	Ubicación del área de investigación.	7
Figura 5	Sector Las Brisas.	7
Figura 6	Centros Poblados con cobertura de sistema de agua potable.	13
Figura 7	Principales componentes del sistema de agua potable por gravedad.	14
Figura 8	Tipos de Fuente de Abastecimiento.	15
Figura 9	Ensayo de rugosidad en tuberías de PVC y PEAD.	15
Figura 10	Partes de un reservorio convencional.	17
Figura 11	Tipos de Redes de distribución.	17
Figura 12	Representación de una caja domiciliaria convencional.	18
Figura 13	Cámara rompe presión convencional.	23
Figura 14	Sistema de alcantarillado sanitario.	23
Figura 15	Conexiones domiciliarias de desagüe.	24
Figura 16	Detalles de una conexión domiciliaria de desagüe.	24
Figura 17	Partes y sección típica de la caja de registro.	25
Figura 18	Sección transversal típica de una tubería del ramal colector.	25
Figura 19	Elemento del sistema de alcantarillado sanitario.	26
Figura 20	Buzón.	27
Figura 21	Corte transversal típica de un buzón de visita en elevación y planta.	27
Figura 22	Corte transversal típica de un buzón de caída en elevación y planta.	28
Figura 23	Diagrama de flujo de procedimiento para recolección de datos.	37
Figura 24	Toma de datos en calle con pendiente pronunciada.	39
Figura 25	Cuadrángulo 26 -j.	41
Figura 26	Ubicación en la Carta Geológica Nacional.	41
Figura 27	Factor de zona.	42
Figura 28	Comparación de métodos de proyección de habitantes.	44
Figura 29	Valores de infiltración.	47
Figura 30	Diámetros para la red de distribución.	50
Figura 31	Modelo de válvula a utilizar.	50
Figura 32	Modelo de válvula a utilizar.	51

Figura 33 Modelamiento estático	52
Figura 34 Modelamiento dinámico.....	55
Figura 35 Ficha técnica de tubería PVC-U.....	58
Figura 36 Parámetros de diseño.....	58
Figura 37 Pendientes del Sector Las Brisas.....	68
Figura 38 Elevaciones del Sector Las Brisas.....	69
Figura 39 Especificaciones técnicas para tuberías de agua potable Clase 10.....	70
Figura 40 Zanja para instalación de tuberías de agua potable.....	70
Figura 41 Perfil de gradiente hidráulico - Escenario estático.....	73
Figura 42 Perfil de gradiente hidráulico - Escenario dinámico.....	73
Figura 43 Buzones en el Sector Las Brisas.....	74
Figura 44 Buzón marca Teconsa.....	76
Figura 45 Detalle de armadura de buzón prefabricado Teconsa.....	77
Figura 46 Dirección y velocidad del flujo estático en el Sector Las Brisas	77
Figura 47 Pendiente y velocidad del flujo dinámico en el Sector Las Brisas.....	78
Figura 48 Zanja para instalación de tuberías de alcantarillado sanitario.....	78
Figura 49 Perfil longitudinal de los colectores 2, 4 y 7.....	79
Figura 50 Perfil longitudinal de los colectores 17, 19 y 22.....	80
Figura 51 Perfil longitudinal de los colectores 11 y 12.....	80
Figura 52 Calidad de vida de los pobladores durante la vida útil del sistema.....	83
Figura 53 Pendiente transversal y longitudinal del Sector Las Brisas.....	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Límites máximos permisibles microbiológicos y parasitológicos.....	16
Tabla 2 Tiempo de vida útil para sistemas de saneamiento rural.	18
Tabla 3 Dotación de agua para las regiones del Perú.	20
Tabla 4 Diámetro interior de buzones y buzonetas según el diámetro de la tubería.	28
Tabla 5 Distancia máxima entre cámaras de inspección para tuberías.....	28
Tabla 6 Coeficiente de Rugosidad “n” de Manning en tuberías.....	31
Tabla 7 Cuadro Técnico del polígono irregular levantado en el Sector Las Brisas.....	40
Tabla 8 Características geológicas.....	42
Tabla 9 Parámetros del Sector Las Brisas.	43
Tabla 10 Cantidad de habitantes en el Sector Las Brisas.	43
Tabla 11 Cantidad de habitantes en el distrito de San Antonio.....	43
Tabla 12 Población futura de acuerdo a los métodos al año 2043.....	45
Tabla 14 Parámetros de diseño para Red de Agua Potable.	52
Tabla 15 Resultados del programa WaterCAD.	53
Tabla 16 Resultados del programa WaterCAD.	55
Tabla 17 Parámetros de diseño.	57
Tabla 18 Resultados del análisis de flujo estático y dinámico en buzones.....	59
Tabla 19 Características generales de los colectores.	60
Tabla 20 Resultados del análisis de flujo estático en colectores.	61
Tabla 21 Resultados del análisis de flujo dinámico en colectores.....	62
Tabla 22 Resumen de presupuesto.....	63
Tabla 23 Volumen de excavación en buzones.....	63
Tabla 24 Longitud de elementos para la red de alcantarillado.	64
Tabla 25 Volumen de excavación en los colectores.....	64
Tabla 26 Presupuesto.	65
Tabla 27 Análisis económico para del sistema de saneamiento.	67
Tabla 28 Análisis económico del sistema actual en el sector las brisas.	67
Tabla 29 Clasificación de topografía.	68
Tabla 30 Análisis de resultados de la modelación de agua potable.....	71
Tabla 31 Resumen de elementos.	74
Tabla 32 Cotas de las partes de los buzones.....	75
Tabla 33 Cantidad de cajas domiciliarias por colector.	79

Tabla 34 Elementos de red.....	81
Tabla 35 Presupuesto.	81

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal la propuesta de un sistema de saneamiento para mejorar la calidad de vida en el sector Las Brisas. Para el estudio se utilizó estrictamente la norma OS 050, OS 070 y la norma técnica para saneamiento rural. Se planteó una entrevista no estructurada a los pobladores, así como la determinación de la población futura. Se realizaron análisis hidráulicos a partir de los programas computacionales WaterCAD y SewerCAD. Por último, se planteó un presupuesto y análisis de costo efectividad.

Los principales resultados fueron que la topografía oscila entre pendientes de 10% a 50% con relieve semi ondulado y suelo de origen eólico. La población estimada fue de 576 habitantes generando un caudal máximo horario de 1.20 L/s y un caudal residual de 1.23 L/s. Las velocidades del sistema de abastecimiento cumplieron al 98.15% y al 70% con las presiones. La red de alcantarillado cumple con la velocidad mínima en el 41% de los colectores, sin embargo, la tensión tractiva cumplió al 100% en los colectores evitando la sedimentación y dando paso a la auto limpieza. El presupuesto es de S/. 796,714.74 y la inversión por habitante para mejorar la calidad de vida fue de S/. 3,148.14.

Palabras Claves: Entrevista no estructurada, Métodos tradicionales, Costo efectividad, Tensión tractiva, buzones prefabricados.

ABSTRACT

The main objective of this research was to propose a sanitation system to improve the quality of life in the Las Brisas sector.

The study strictly used the standards OS 050, OS 070 and the technical standard for rural sanitation. An unstructured interview with the inhabitants was conducted, as well as a determination of the future population. Hydraulic analyses were carried out using the WaterCAD and SewerCAD computer programs. Finally, a budget and cost-effectiveness analysis was performed.

The main results were that the topography ranged from 10% to 50% slopes with semi-dulating relief and soil of eolian origin. The estimated population was 576 inhabitants generating a maximum hourly flow rate of 1.20 L/s and a residual flow rate of 1.81 L/s. The supply system velocities were 98.15% and 70% compliant with the pressures. The sewer system complies with the minimum velocity in 41% of the collectors; however, the tractive tension complies with 100% in the collectors, avoiding sedimentation and allowing self-cleaning. The budget is S/. 796,714.74 and the investment per inhabitant to improve the quality of life was S/. 3,148.14.

Keywords: Unstructured interview, Traditional methods, Cost effectiveness, Traction stress, prefabricated mailboxes.

INTRODUCCIÓN

En América latina y el Caribe existen 161 millones de personas que no tienen acceso al sistema de abastecimiento de agua potable (SAB) y 431 millones no tiene acceso al sistema de alcantarillado sanitario (SAA). Inclusive, la quinta parte de los hogares de la población llegan a gastar más del doble para comprar agua a comparación de la población pudiente. Por ejemplo, en Bolivia y en Perú el agua por camión cisterna puede llegar a costar 4 y 12 veces más respectivamente que el agua por tubería e incluso puede ser de dudosa calidad.

Kosaka (2020) describe que el 9.3 % de la población peruana no cuentan con el servicio de agua potable por red pública siendo perjudicados 3 millones de personas y más de 7 millones de personas no poseen el servicio de alcantarillado sanitario. Según la empresa prestadora de servicio de saneamiento municipal de agua potable y alcantarillado Cañete (2021), el distrito de Cañete cuenta con 37 877 usuarios activos con el servicio de agua potable y 32 601 del servicio de alcantarillado sanitario.

El objetivo principal es realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y del sistema de alcantarillado sanitario para mejorar la calidad de vida del centro poblado sector Las Brisas en el distrito de Cañete, de esta manera mejorar el impacto en la salud, en lo económico, en lo ambiental e incentivar a futuras generaciones para habitar el centro poblado.

En el capítulo I se plantea las diversas dificultades que presenta en el sector Las brisas sobre el abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario en el que se generan diferentes enfermedades de origen hídrico y un posible desarrollo para la comunidad. No obstante, se han colocado algunos elementos que propician porque es necesario la investigación desde el punto de vista práctico, social, ambiental y económico. Así como la importancia de la meta de solucionar esta problemática.

En el capítulo II muestra el soporte teórico bajo el cual se sustenta esta investigación teniendo como bases teóricas las normas OS.050, OS. 070 y la norma técnica para saneamiento rural sobre la cuales se construye el análisis de ambos sistemas. Además de las síntesis sobre investigaciones desarrolladas tanto en nuestro país como extranjeras enfocadas a la investigación que servirán como guía o pauta para elaborar el proyecto.

En el capítulo III plantea varias preposiciones relacionadas entre la calidad de vida del sector Las Brisas y el desarrollo del sistema de saneamiento que serán comprobadas o rechazadas mediante los resultados de la investigación.

En el capítulo IV definimos la clasificación de la presente investigación y su objeto de estudio. Además, describe las técnicas que se usaron para el acoplamiento de información, las normas y los programas computacionales que se utilizaron para desarrollar y tener un criterio de efectividad de la investigación.

En el capítulo V se presenta la discusión y los resultados dentro de los cuales tenemos, la caracterización de la topografía y estudio geotécnico de la zona de estudio, el caudal máximo horario y el caudal residual. Además, se define el dimensionamiento estructural y económico de ambos sistemas de tal forma que encamina a las conclusiones y sus respectivas recomendaciones.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y formulación del problema general y específicos

1.1.1. Descripción del problema

El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia y la Organización Mundial de la Salud (2020) indican que la población mundial podría haberse evitado la muerte de 1,9 millones personas y la pérdida de más de 120 millones de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) con servicios adecuados de agua, saneamiento e higiene. También constataron que el inadecuado saneamiento provocó un aproximado de 49 millones de AVAD y 830.000 muertes por enfermedades diarreicas como se muestra en la Figura 1 sumando más muertes con otras enfermedades y afecciones como helmintiasis, malnutrición, etc. Además mencionan que los sistemas in situ son aquellos que no poseen conexión a la red de alcantarillado, caracterizados por recoger y almacenar los excrementos en el punto de generación (como la letrina de hoyo, la fosa séptica y el sistema de contenedor). Corroboraron de la población mundial durante el año 2017 que el uso más común de sistemas in situ era con un 51% en zonas rurales que en las zonas urbanas con un 32%.

Figura 1

Carga de morbilidad mundial y el saneamiento inadecuado, año 2016.

ENFERMEDAD	MUERTES	AVAD (MILES)	PORCENTAJE ATRIBUIBLE DE LA POBLACIÓN
Enfermedades diarreicas	828.651	49.774	0.60
Otras enfermedades y afecciones	6.248	3.431	1
Helmintiasis transmitidas por el contacto con el suelo	28.194	2.995	0.16
Malnutrición	<10	244	1
Esquistosomiasis	10.405	1.096	0.43
Filariasis linfática	<10	782	0.67
Total de otras enfermedades	44.848	8.548	n.d.

1. Las estimaciones de la carga de morbilidad y el porcentaje atribuible de la población se presentan para los servicios de WASH (agua, saneamiento e higiene) combinados. Las estimaciones de la carga de morbilidad corresponden a los países de ingreso mediano bajo; la diarrea incluye la carga de morbilidad en los países de ingreso alto.

2. Incluye la carga de morbilidad de la malnutrición proteinoenergética y las consecuencias en los niños menores de cinco años únicamente.

Nota. UNICEF y OMS (2020).

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2020) indica que de la población nacional del Perú el 90,8% tiene acceso a la red de abastecimiento de agua potable a través de la red pública, mientras que el 9,2% obtiene agua de otras fuentes como camiones cisterna, pozos, ríos, acequias, manantiales y otros, y el 85,5% de los pobladores peruanos tienen acceso a agua no potable. Además, el 74,8% de la población nacional tienen acceso a la red pública de alcantarillado, mientras que el 25,2% no lo tiene y utiliza otros métodos de disposición de excretas como el pozo negro, la fosa séptica, la letrina, el río, la acequia, o no utiliza ningún método.

Correa et al. (2021) mencionan que el derecho a la vida, a la educación, a la salud, a una alimentación idónea, a una vivienda digna y a un medio ambiente limpio, son derechos humanos fundamentales y se vulneran cuando las personas no poseen acceso al consumo de agua potabilizada y al servicio de saneamiento.

Según Oblitas de Ruíz (2010) describe que la población que no tiene accesibilidad al servicio de abastecimiento de agua potable y vive en zonas marginales se ve obligada con frecuencia a utilizar camiones cisterna, en los que consume agua de calidad dudosa y corre el riesgo de contaminación en el almacenamiento, por lo que se ve obligada a limitar su consumo. Mediamente los habitantes de una zona que se abastecen de camiones cisterna suelen pagar por m³ entre s/. 6,81 y s/. 5,00 en Lima y provincias correspondientemente. En cambio, en Lima y provincias cobran S/. 1,40 por m³ y s/. 1,01 por m³ para acceder al servicio de red respectivamente. Como resultado, las familias que no están conectadas pagan tarifas adicionales de millones de soles anualmente por un total de S/. 52,7 millones en Lima y S/. 45,6 millones en provincias.

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018) menciona que del censo nacional del año 2017 el centro poblado Los Angeles posee una población censada de 243 personas y un total de 399 viviendas particulares siendo el segundo centro poblado con mayor población censada y el tercer centro poblado con mayores viviendas particulares del distrito de San Antonio.

El sector Las Brisas del centro poblado Los Ángeles posee una proyección de 144 lotes y actualmente están viviendo más de 100 personas en 60 viviendas. Se abastecen de agua por medio de camiones cisternas con un pago quincenal entre s/. 18 y s/. 45 por medio de tanques elevados como se muestra en la Figura 2 con capacidad de 1100 m³ y 2500 m³ respectivamente. En la gestión de aguas servidas debido a la ausencia de un sistema de alcantarillado sanitario, la población elimina los efluentes domésticos producto de los

hogares mediante fosas sépticas y silos, lo que causa problemas medioambientales, sociales y sanitarios.

Figura 2

Fotos de sistema de almacenamiento de agua en Sector Las Brisas.



Nota. Elaboración Propia.

El sector Las Brisas cuenta con un centro PRONOEI, programa no escolarizado de nivel inicial, que brinda a las familias cuidadores de niños entre 3 a 5 años y un único espacio verde donde ambos no poseen acceso al agua potable. Además de limitar territorialmente con una cantera como se observa en la Figura 3 donde los derechos fundamentales como a una vida digna y a la salud se vulneran debido a la falta de acceso del agua para poder controlar el desprendimiento del polvo dando paso a enfermedades respiratorias producto de la explotación de agregados a cielo abierto.

Figura 3

Cantera al lado del Sector Las Brisas



Nota: Elaboración Propia

El sector Las Brisas fue poblándose en el año 2010 cuyo centro poblado no presenta estudios previos con respecto al área de estudio, siendo el plano de lotización la única información brindada por parte de la población para su futura organización como comunidad. Siendo la presente tesis la primera investigación del sector Las Brisas.

1.2. Problema General

¿Cuál es el sistema de saneamiento óptimo que permitirá mejorar la calidad de vida del sector Las Brisas – Cañete?

1.1.1. Problemas Específicos

- a) ¿Cuáles son las características del relieve y geotécnicas de la zona de estudio?
- b) ¿Cuál es la población futura y el caudal de diseño para dimensionar el sistema de abastecimiento de agua y el alcantarillado sanitario para el Sector Las Brisas?
- c) ¿Cuál es el dimensionamiento hidráulico, estructural y el análisis económico para el sistema de saneamiento básico en el Sector Las Brisas?

1.3. Objetivos general y específico

1.3.1. Objetivo general

Proponer un sistema de saneamiento para el mejoramiento de la calidad de vida del sector Las Brisas – Cañete.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Realizar el levantamiento topográfico y estudios geotécnicos de la zona de estudio.
- b) Determinar el caudal de diseño del sistema de abastecimiento de agua y el alcantarillado sanitario para el Sector Las Brisas.
- c) Realizar el dimensionamiento hidráulico, estructural y el análisis económico del sistema de saneamiento.

1.4. Delimitación de la investigación: temporal, espacial y temática

1.4.1. Delimitación temporal

El desarrollo de la tesis “Propuesta de un sistema de saneamiento para mejorar la calidad de vida en el sector Las Brisas – Cañete” comprende un periodo semestral desde el mes de mayo hasta el mes de noviembre del año 2023. Anexo 1

1.4.2. Delimitación espacial

El área en estudio se desarrollará en el sector Las Brisas como se observa en la Figura 5 del centro poblado Los Angeles del distrito de San Antonio, provincia de Cañete, en el departamento de Lima lo que a su vez posee una extensión de 16032.67 m² y con coordenadas este y norte que se observan en la Figura 4.

La vía de principal acceso al sector Las Brisas del centro poblado Los Angeles es la carretera de acceso a San Antonio de Padua, la carretera panamericana sur.

Los límites políticos del sector Las Brisas son:

Por el Norte : Con cerros de la zona.

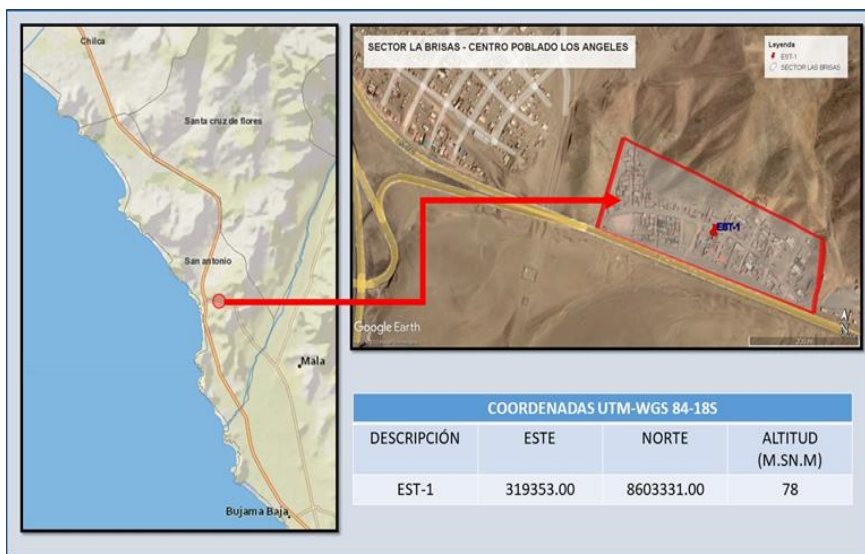
Por el Sur : Antigua carretera panamericana sur.

Por el Este : Con cerros de la zona y una cantera.

Por el Oeste : Con cerros de la zona y la carretera panamericana sur.

Figura 4

Ubicación del área de investigación.



Nota. Elaboración Propia

Figura 5

Sector Las Brisas.



Nota. Elaboración Propia

1.4.3. Delimitación temática

La investigación está delimitada en la especialidad de ingeniería hidráulica. Específicamente, en los sistemas de saneamiento, en la cual pretende beneficiar al Sector Las Brisas del distrito de San Antonio que en la actualidad no posee el servicio.

1.5. Justificación e importancia del estudio

1.5.1. Justificación Práctica

La presente investigación consiste en establecer un sistema óptimo de saneamiento básico que cubran la demanda de agua y alcantarillado en el Sector Las Brisas en el Distrito de San Antonio respaldado por modelamientos en los softwares WaterCAD y SewerCAD. Además de proporcionar planos de los componentes hidráulicos y una evaluación económica para el sistema de alcantarillado sanitario, todo ello en el marco de las exigencias de la EPS que administra el sector y las Normas Técnicas Peruanas.

1.5.2. Justificación Social

La realización de la presente investigación es por el alto grado de contaminación que existe en el sector Las Brisas y las infecciones de origen hídrico a los que se encuentran expuestos como la cólera, fiebre, poliomielitis, meningitis, hepatitis y diarrea. En la actualidad se cuenta con 94 pobladores que vienen gestionando exhaustivamente la colocación de un sistema de saneamiento sin respuesta de las autoridades competentes, es por ello que propondremos un sistema de saneamiento eficiente y pueda cubrir sus necesidades básicas que brinde una mejor calidad de vida para una población futura de 576 personas.

1.5.3. Justificación Ambiental

Este estudio tiene por finalidad contribuir con la salubridad de los pobladores del Sector Las Brisas en el Distrito de San Antonio quienes conviven con la contaminación generada por las actividades que se desarrollan en su entorno, tales como el relleno sanitario municipal y una planta de operatividad relacionado al mantenimiento vial nacional, este sistema de saneamiento para mejorar las condiciones de calidad de vida de los pobladores que se encuentra expuestos a gases nocivos, proliferación de moscas y enfermedades de origen hídrico.

1.5.4. Justificación económica

Con la instalación de un sistema de red de agua potable se reducirán los gastos por el suministro de camiones cisternas, el promedio de gasto por llenado de un barril de 200 litros es de S/.10.00 siendo necesario hasta 4 veces a la semana según lo indicado por los pobladores. Con esta propuesta el Sector Las Brisas del Distrito de San Antonio será

administrada por una EPS que generará una facturación mensual de acuerdo al consumo reduciendo los gastos hasta en un 80%.

1.5.5. Importancia

El diseño de un sistema de saneamiento para el Sector Las Brisas mejorará la calidad de vida de los pobladores reduciendo la tasa de morbilidad de enfermedades de origen hídrico y la activación de áreas verdes en los espacios públicos. Su ejecución generará oportunidades laborales para los pobladores de la comunidad aportando a la canasta familiar para su propio beneficio. El sistema será respaldado por los Softwares WaterCAD y SewerCAD, programas especializados en diseño y modelación de redes de agua potable y alcantarillado, estos resultados finalmente se plasmarán en planos y memorias que serán dispuestos a la junta de poseedores para que puedan promover el financiamiento por la empresa pública o privada. Así mismo se elaborará un análisis económico de la situación actual y determinar la factibilidad de su ejecución con el pasar de los años.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Núñez (2018), realizó un estudio sobre “Modelación, diagnóstico y determinación de la capacidad hidráulica de la red principal del sistema de alcantarillado de la zona urbana del Cantón CRNL Marcelino Maridueña mediante el software de análisis de diseño SewerCAD” para optar el grado profesional en Ingeniería Civil en la Universidad de Guayaquil, El objetivo fue evaluar el estado hidráulico para 25 años de utilidad. El autor posee como resultados del modelado para 7524 pobladores para el año 2017 velocidades entre 0,6 m/s y 1,01 m/s, esfuerzos cortantes que oscilan entre 0,89 y 2,4, tirantes de agua que oscilan entre 27% hasta 100% y una mala capacidad hidráulica debido al exceso de agua residual en pozos y tuberías en época de invierno. El autor concluye que se cumplió según norma para las velocidades y los esfuerzos cortantes, pero no en los tirantes de agua además de que realizó cambios en los diámetros de tuberías por 450 mm y 500 mm para beneficiar a 8932 personas. Se concluye de la tesis que se debe de disponer la cantidad poblacional real y precisa al modelar para no sobredimensionar lo estructural que conlleva costos elevados en su construcción y mantenimiento.

Álava (2019), realizó un proyecto de titulación con nombre “Modelación hidráulica y ampliación de la red de distribución de agua potable de La Comuna Joa, Cantón Jipijapa”. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. Tesis para optar el grado profesional en Ingeniería Civil. El objetivo fue mejorar la red para 25 años de utilidad. El autor posee como resultados del modelado en WaterCAD velocidades en tuberías entre 0.00 m/s y 2.59 m/s, presiones (m H₂O) entre -19 hasta 12 mH₂O en toda la red, ambas muy bajas para que el sistema funcione correctamente. El autor concluye que se necesita seccionar la red de distribución en dos circuitos: donde el primer circuito seguirá abasteciéndose del tanque de 60 m³ y el segundo se abastecerá de un tanque adicional de 35m³, donde ambos serán alimentados por la misma línea de aducción. De este proyecto se concluye que se puede ampliar el sistema de distribución dividiendo la red e incorporando un depósito adicional también de que el software WaterCAD permite generar distintos casos variando el trazado de la red además de restringir la velocidad y la presión para generar un diseño adecuado.

Dominguez (2021), realizó una investigación sobre “Modelamiento de la calidad de agua potable en la red de distribución de la parroquia Chanduy mediante el uso del programa

WaterCAD” en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Tuvo como objetivo modelar el comportamiento del cloro en cada punto donde fueron tomadas las muestras. El autor posee como valores de cantidad de cloro residual de 1,0 mg/L, 0,8 mg/L, 0,7 mg/L, 0,4 mg/L y 0,3 mg/L de Pechiche, Manantial de Chanduy, Parroquia Chanduy, Tugaduaja y de la comuna Engunga respectivamente. El autor concluye que los valores de la cantidad de cloro residual están dentro de los parámetros entre 0,3mg/L y 1,5 mg/L corroborando también que las tuberías están bien diseñadas transportando continuamente la dosificación correcta del cloro. De esta investigación se concluye que podemos simular en el software WaterCAD el comportamiento del cloro residual además de corroborar el buen desempeño de transporte de agua a los hogares tanto en tuberías como en reservorios.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Vargas (2020), realizó una investigación titulada “Diseño de redes de agua potable y alcantarillado de la comunidad campesina La Ensenada de Collanac distrito de Pachacamac mediante el uso de los programas WaterCAD y SewerCAD” en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Tesis para optar el grado profesional en Ingeniería Civil. Tuvo como objetivo calcular el caudal de diseño para diseñar la red de agua potable y alcantarillado. El autor posee como resultados una dotación promedio de consumo doméstico y social de 10.79 m³/mes/conx y 25.99 m³/mes/conx respectivamente, un caudal promedio diario anual igual a 2.70 L/s, un caudal máximo diario igual a 3.51 L/s, un caudal máximo horario igual a 4.86 L/s donde su 80% es igual al caudal de diseño, 3.89 L/s, según RNE. El autor concluye que si se asume una dotación sin ningún estudio de consumo que es un caudal más cercano a la realidad, el caudal sería el doble del caudal de diseño para las redes. De esta investigación se concluye la importancia de un estudio de consumo para evitar trabajar con caudales excesivos, sobredimensionamiento estructural y costos elevados.

Yactayo (2020), realizó una tesis titulada “Diseño de la red de alcantarillado para la evacuación de aguas servidas utilizando el software SewerCAD aplicado en el AA.HH. La Rinconada de Pamplona Alta – S.J.M”. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú. Tesis para optar el grado profesional en Ingeniería Civil. El objetivo fue realizar la evaluación económica de las propuestas. El autor posee como resultados por medio del método costo-efectividad la cotización de cada diseño de red de alcantarillado siendo la propuesta 1 y 2 con diferentes formas de trazo en campo el cual para la propuesta 1 PVC,

la propuesta 1 HDPE, la propuesta 2 PVC y la propuesta 2 HDPE es de S/ 4,275,086.22, S/. 4,680,005.07, S/. 4,382,339.46 y S/ 4,789,920.77 respectivamente. El autor concluye que la Propuesta 1 PVC es la mejor propuesta por poseer menor índice de costo efectividad y poder beneficiar a la población vulnerable. De esta investigación se concluye que según lo indicado por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) se debe utilizar el método costo - efectividad para proyectos de alcantarillado.

Sandoval y Urteaga (2021), realizaron una investigación titulada “Ampliación del sistema de alcantarillado sanitario del distrito Moquegua, centro poblado San Francisco – Moquegua” en la Universidad Ricardo Palma, Perú. Tesis para optar el grado profesional en Ingeniería Civil. Tuvo como objetivo caracterizar la topografía del área de estudio. El autor posee como resultados del lugar de estudio, un área aproximada de 128000 m², cotas de elevación que varían entre 1430 y 1470 msnm caracterizándose por pendientes variables y tener hasta 80% de inclinación. El autor concluye que la topografía es accidentada el cuál evitó las zonas con altas pendientes para el trazo de la red afectando la ubicación de los colectores para no exceder el límite de velocidad y funcionar a favor de la gravedad. De esta investigación se concluye que la topografía afecta directamente en el modelamiento del sistema de alcantarillado sanitario, debido a que las curvas de nivel se ingresan antes modelar e influye en todo el diseño.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Topografía

La topografía tiene por finalidad representar una pequeña porción de la tierra con datos obtenidos de centros cartográficos o levantamientos realizados en campo (Dueñas, 2019). El levantamiento topográfico tiene la finalidad de recopilar información necesaria que permita determinar las coordenadas rectangulares de los puntos del terreno, con las cuales se representará gráficamente el terreno levantado (Torres et al., 2001).

La Norma Técnica OS.070 (2009) indica las disposiciones específicas para diseño, los levantamientos topográficos deben contener lo siguiente:

- Plano con curvas de nivel cada 1 metro señalando las estructuras existentes, alguna referencia fija y los lotes proyectados.
- Detalles altimétricos del eje de la vía en donde se proyectarán las tuberías.
- El perfil longitudinal en todas las calles primarias y secundarias en donde se proyectarán las tuberías.
- Tres secciones de vía por cada 100 metros en terreno plano y 6 cortes mínimo por cuadra cuando haya una diferencia brusca de nivel entre los frentes de las calles.

- Los perfiles longitudinales que sean necesarios para proyectar el empalme con la red existente.
- Monumentación de BMs en puntos estratégicos para controlar los niveles.

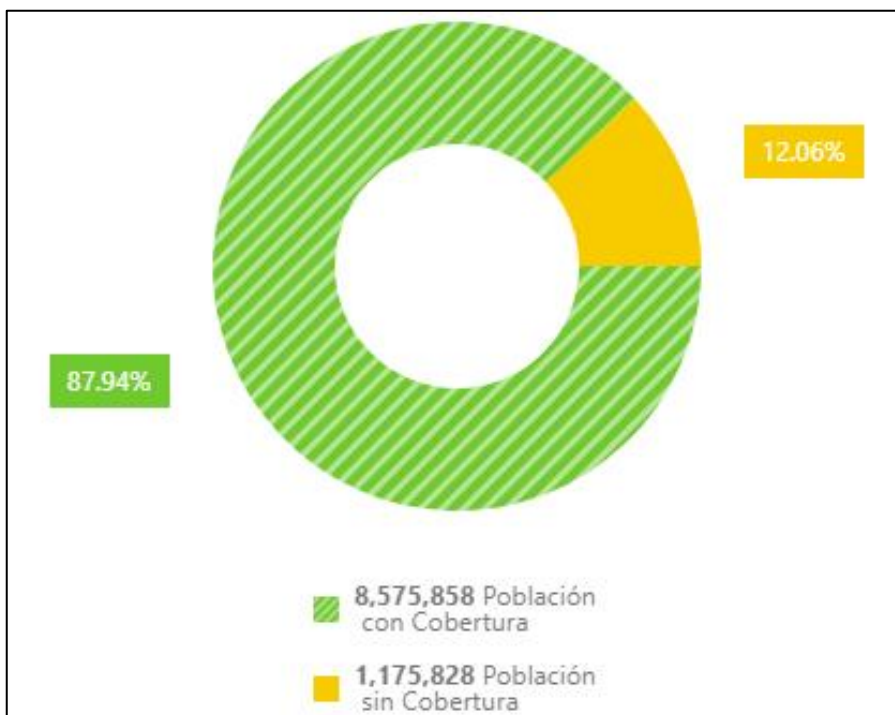
2.2.2. Sistema de abastecimiento de agua potable

Proceso que involucra distintas especialidades que permite el traslado de agua de una fuente determinada hasta las viviendas beneficiadas. (Dirección General de Salud Ambiental, 2011).

En el siguiente diagrama porcentual de la Figura 6 podemos observar la cantidad de población que cuenta con sistema de agua potable en base a los centros poblados en el ámbito rural registrados por el ministerio de vivienda.

Figura 6

Centros Poblados con cobertura de sistema de agua potable.



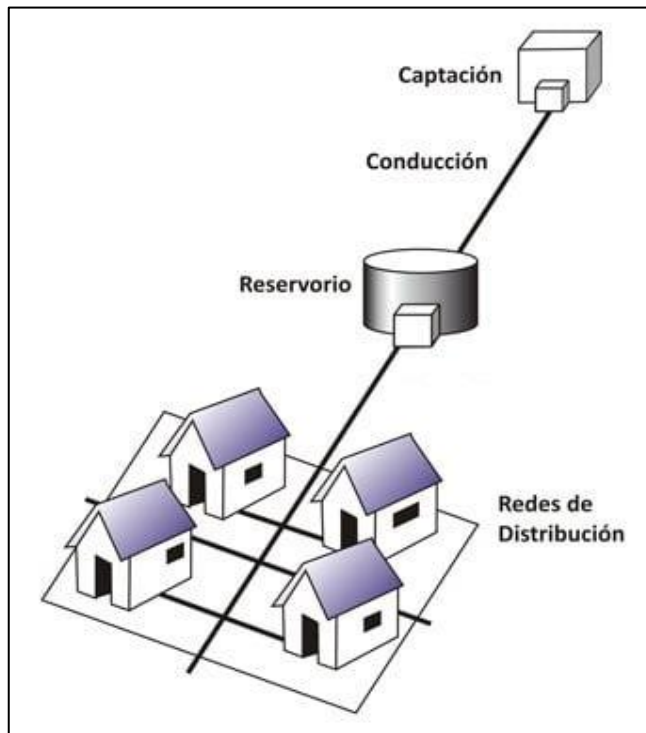
Nota. Sistema de Diagnóstico sobre Abastecimiento de Agua y Saneamiento en el Ámbito Rural.

Para el diseño de un sistema de agua deben realizarse los estudios de procedencia, calidad y cantidad requerida, así como la capacidad de los distintos componentes que justifiquen las soluciones adoptadas (Lossio, 2012).

En la Figura 7 se observa los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.

Figura 7

Principales componentes del sistema de agua potable por gravedad.



Nota. El agua proveniente de la fuente se almacena en el reservorio, se le aplica un método de potabilización y finalmente es derivada a la población.

2.2.3. Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable

Los principales componentes de un sistema de abastecimiento de agua son los siguientes:

- Fuentes de abastecimiento (superficiales o subterráneas).
- Conducciones.
- Potabilización (si se requiere) y almacenamiento.
- Línea de Aducción.
- Red de distribución.
- Tomas y medidores domiciliarias.

A continuación expondremos un breve resumen de los componentes antes mencionados.

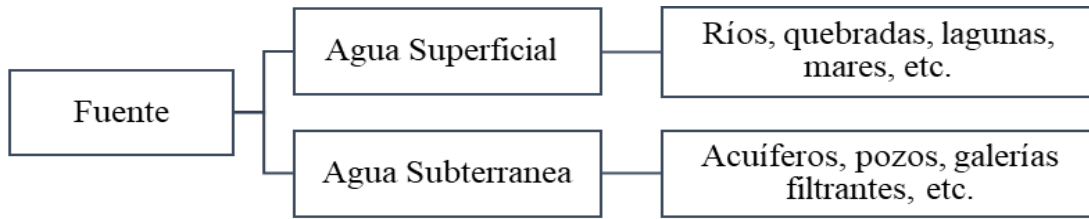
- Fuente de abastecimiento

Las consideraciones a la hora de elegir una fuente de agua potable es el rendimiento para garantizar que la demanda de agua, la calidad del agua para saber lo contaminada que puede estar, la protección a la contaminación, la viabilidad y el sistema de tratamiento requerido (Lossio, 2012).

En la Figura 8 se observa las diferentes fuentes de abastecimientos de agua donde se clasifican en superficial y subterránea.

Figura 8

Tipos de Fuente de Abastecimiento.



Nota. Elaboración Propia

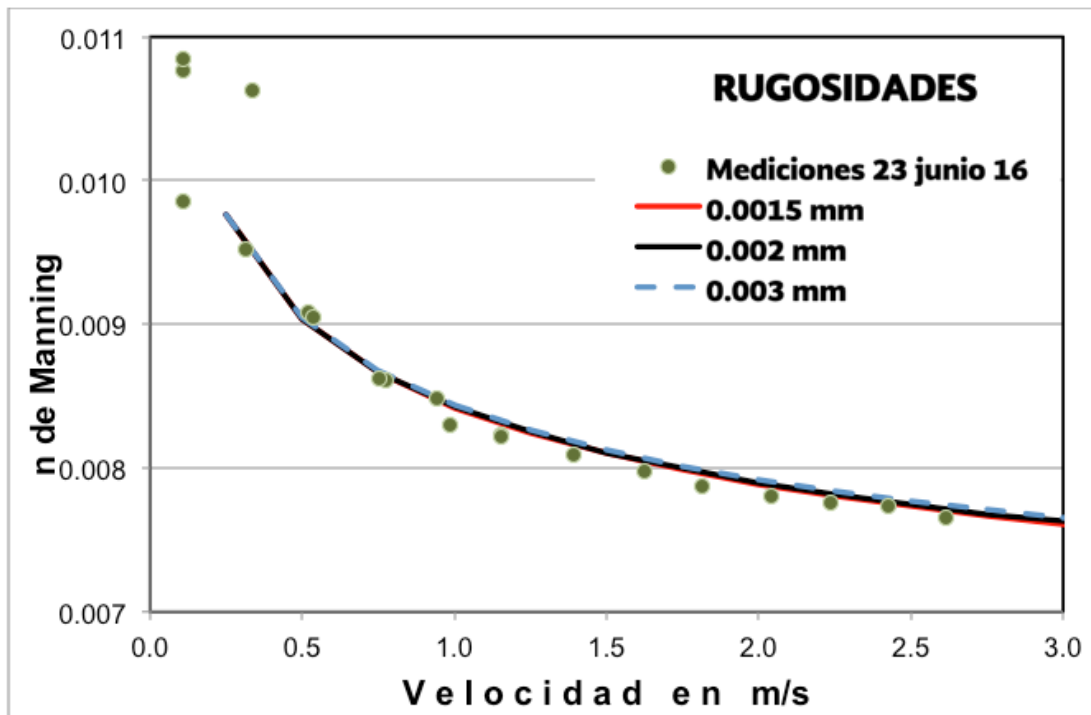
- Conducción

La línea de conducción tiene la función de transportar el agua de la captación para ser almacenada y potabilizada mediante bombeo o por gravedad. Los principales materiales de las tuberías son de acero, P.V.C. o P.E.A.D. (SIAPA, 2014).

En la actualidad las tuberías de material P.E.A.D. son mayormente consideradas por su alta resistencia a ataques externos, alta resistencia a presiones y sobre todo es económica y de fácil instalación, en la Figura 9 se puede apreciar que tiene similar comportamiento a las tuberías de PVC para distintas rugosidades.

Figura 9

Ensayo de rugosidad en tuberías de PVC y PEAD.



Nota. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

- Potabilización

La Dirección General de Salud Ambiental (2011) ha establecido ciertos parámetros y métodos para tratar el agua cruda y sea adecuado para el consumo humano. En la siguiente Figura 10 se detallan los parámetros máximos permisibles microbiológicos y parasitológicos establecidos por la Dirección General de Salud Ambiental.

Figura 10

Límites máximos permisibles microbiológicos y parasitológicos.

Parámetros	Unidad de Medida	Límite máximo permisible
Bacterias coliformes totales	UFC/100mL a 35°C	0(*)
E. Coli	UFC/100mL a 44.5°C	0(*)
Bacterias coliformes termotolerantes o fecales.	UFC/100mL a 44.5°C	0(*)
Bacterias heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org/L	0
Virus	UFC/mL	0
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estadios evolutivos.	N° org/L	0

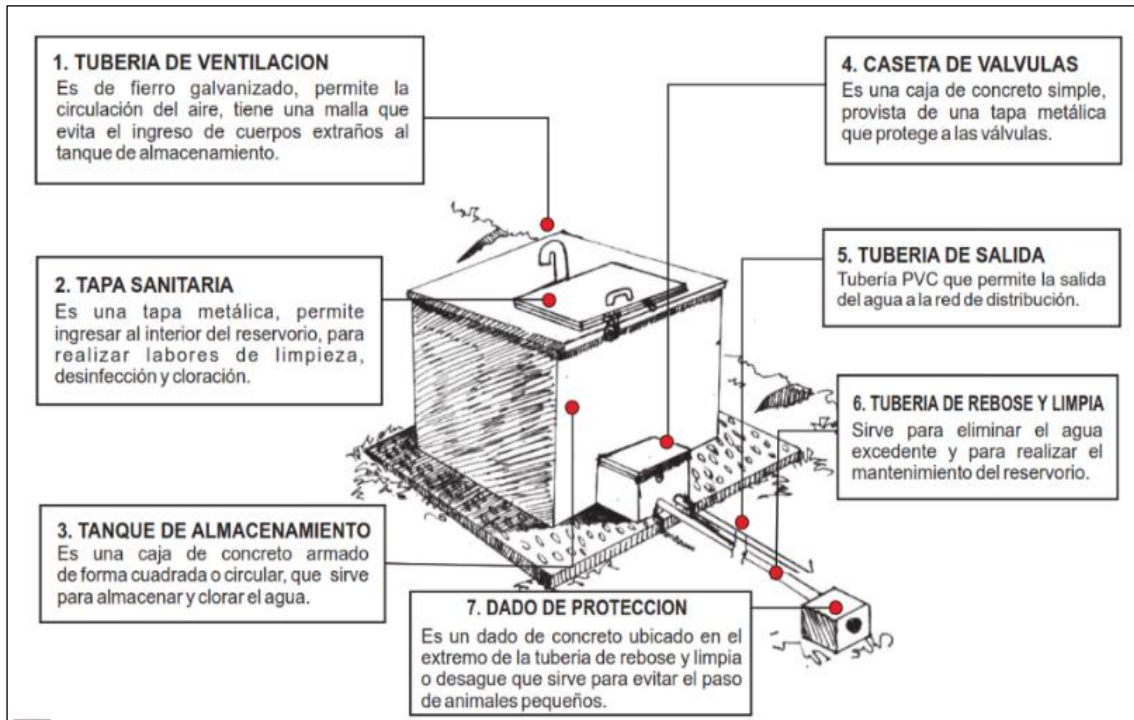
Nota. Parámetros establecidos por DIGESA y el MINAM.

- Tanques de almacenamiento

Tiene como finalidad cubrir con la demanda ante cualquier variación en el consumo diario. Para este caso en zona rural la normativa nacional sugiere utilizar el 30% del caudal promedio (Qp) para regular la capacidad para sistemas por bombeo (Lossio, 2012). En los sistemas de abastecimiento de agua de agua potable son comunes los reservorios con fines de almacenamiento, en la Figura 11 podemos observar las partes de un reservorio.

Figura 11

Partes de un reservorio convencional.



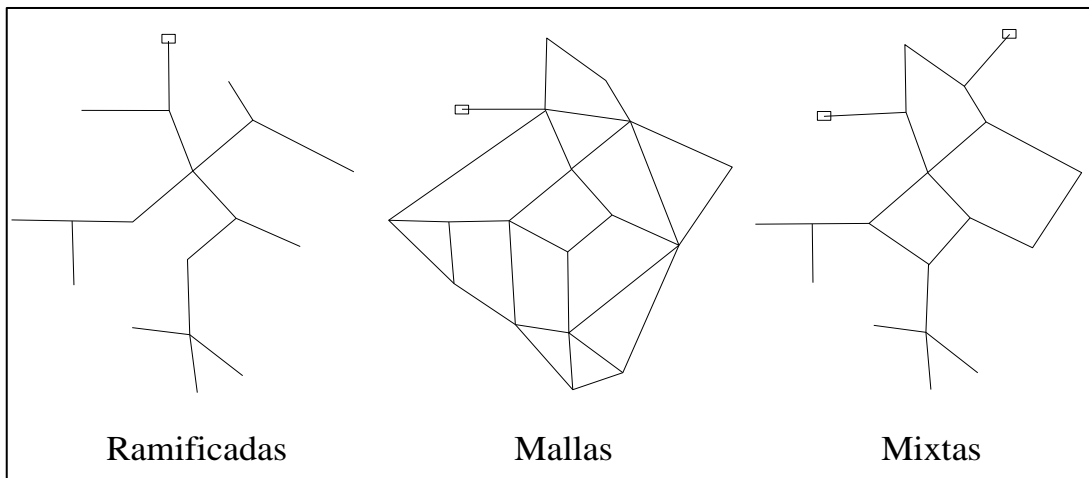
Nota: Esquema de un reservorio apoyado.

- Red de distribución

El agua conducida a través de la línea de distribución debe ser potable, suficiente y la presión en cada punto debe estar entre 15 y 50 mca, para redes tipo malla el diámetro mínimo es de 1" y en ramales o mixtas el diámetro máximo de 3/4" como en la Figura 12 (Jimenez, 2010).

Figura 12

Tipos de Redes de distribución.



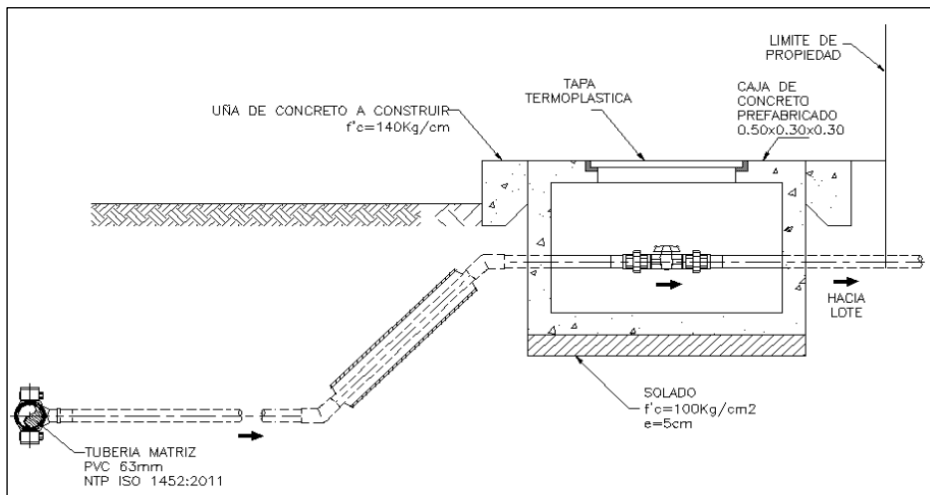
Nota. Elaboración Propia

- Conexiones domiciliarias

Generalmente se utilizan diámetros de 1/2” para la conducción del elemento que llevará un medidor de agua protegido por una caja prefabricada apoyada sobre un solado de concreto como se muestra en la Figura 13.

Figura 13

Representación de una caja domiciliaria convencional.



Nota. Elaboración Propia

2.2.4. Criterios de diseño de un sistema de agua potable

a) Periodo de diseño

Es el tiempo estimado de vida útil para la estructura teniendo en cuenta la exposición de sus componentes y el crecimiento demográfico de la población. En la Figura 14 observamos tiempo de vida útil para diferentes sistemas de saneamiento

Figura 14

Tiempo de vida útil para sistemas de saneamiento rural.

Estructura	Periodo de diseño
Fuente de abastecimiento	20 años
Obra de captación	20 años
Pozos	20 años
Planta de tratamiento de agua para consumo humano	20 años
Reservorio	20 años
Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución	20 años
Estación de bombeo	20 años
Equipos de bombeo	10 años
Unidad Básica de Saneamiento	10 años
Unidad Básica de Saneamiento (hoyo seco ventilado)	5 años

Nota. Referencia para Saneamiento en el Ámbito Rural.

b) Métodos de estimación de la población futura

- Método Aritmético

Conociendo la tasa de crecimiento anual de la localidad o distrital rural se proyectará la población de diseño. De no encontrar data de los periodos intercensales se reemplazará por una población de similares características.

$$Pd = Pi * \left(1 + \frac{r * t}{100}\right)$$

- Método Geométrico

El aumento de habitantes será geoméricamente proporcional al crecimiento de su expansión territorial.

$$Pd = Pi * (1 + r)^t$$

Donde:

Pd: Habitantes proyectados *r: Porcentaje de crecimiento anual*

t: Años a proyectar *Pi: Habitantes en la actualidad*

- Método Parabólico

Para este método solo serán necesarios información de tres censos, es utilizado principalmente para grupos que se encuentran en fase de asentamiento.

$$Pd = A * \Delta t^2 + B * \Delta t + C$$

Donde:

A, B, C: Constantes

\Delta t: Años a proyectar

- Método de Crecimiento Logarítmico

$$\ln(Pd) = \ln(Pi) + K_g * \Delta t$$

$$K_g = \frac{\ln(P_2) - \ln(P_1)}{t_2 - t_1}$$

c) Dotación

El promedio agua para el uso personal y doméstico para contrarrestar las amenazas anti salubres, por persona a nivel mundial es de 50 a 100 litros, este suministro debe ser continuo y eficiente (Oficina de Naciones Unidas, 2015).

A continuación en la Figura 15 observamos la dotación correspondiente para cada zona del territorio nacional.

Figura 15

Dotación de agua para las regiones del Perú.

Región	Dotación según tipo de opción tecnológica (l/hab.d)	
	Sin arrastre hidráulico (Compostera y hoyo seco ventilado)	Con arrastre hidráulico (tanque séptico mejorado)
Costa	60	90
Sierra	50	80
Selva	70	100

Nota. Tener en cuenta para el diseño de UBS d el arrastre hidráulico.

d) Caudal Promedio

Se cuantifica con la cantidad de habitantes proyectada y la cantidad de litros que el usuario requiera por día, en consecuencia, es la cantidad promedio de litros que consume una población en un año (Lossio, 2012).

$$Qp = \frac{Dot * Pd}{86400}$$

Donde:

Qp: Caudal de promedio diario anual (l/s)

Dot: Consumo $\left(\frac{l}{hab} \cdot día\right)$

Pd: Cantidad proyectada de habitantes

e) Consumo Máximo Diario

Es la ampliación que resulta del caudal promedio diario anual por (k_1) que para las normas nacionales es el 30% del Qp en zonas rurales (MVCS, 2018).

$$Qmd = 1.3 * Qp$$

Qmd: Caudal máximo diario (l/s)

Qp: Caudal de promedio diario anual (l/s)

f) Consuma Máximo Horario

Las líneas de aducción y distribución serán establecidas de acuerdo al gasto que se estima a una hora del día y resulta del Qp por un factor de ampliación (k_2), en este caso para normativa peruana es el 100% del Qp en zonas rurales (MVCS, 2018).

$$Qmh = 2 * Qp$$

Qmd: Caudal máximo horario (l/s)

Qp: Caudal de promedio diario anual (l/s)

g) Línea de impulsión

Conduce el agua desde una cota inferior hasta un punto más alto, la velocidad debe ser entre 0.6 a 2.0 m/s. El caudal de impulsión y el diámetro de tubería se diseña con las siguientes expresiones (MVCS, 2018):

$$Q_i = Q_{md} * \frac{24}{N}$$
$$D = 0.96 * \left(\frac{N}{24}\right)^{\frac{1}{4}} * (Q_i^{0.45})$$

Donde:

N: Horas de bombeo por día

D: Diámetro interior aproximado

h) Línea de Conducción

Están compuestas por tramos rectos y curvos para ajustarse a los accidentes topográficos o por cambios que se presentan en la geometría de la sección, se diseñan para que resista el caudal máximo horario, las velocidades deben mantenerse entre es de 0.60 a 3.00 m/s (SIAPA, 2014).

$$v = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V: Velocidad $\left(\frac{m}{s}\right)$

n : Coeficiente de rugosidad de acuerdo al material.

Rh : Sección interna del tubo.

I : Pendiente tanto por uno

i) Línea de aducción

Transporta el agua tratada a la primera vivienda, debe conducir mínimo el Qmh y las velocidades deben oscilar entre 0.60 a 3 m/s y el diámetro mínimo es de 1” para zona rural (MVCS, 2018).

Para el dimensionamiento del diámetro de las tuberías se utilizarán las siguientes ecuaciones.

Para diámetros mayores a 2", Hazen-Williams:

$$Hf = 10,674 * \frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} * D^{4,86}} * L$$

C: Polietileno C=140

PVC C=150

Para diámetros menores de 2", Fair-Whipple:

$$Hf = 676,745 * \frac{Q^{1,751}}{D^{4,753} * L}$$

Para ambos casos:

Hf: Carga Perdida (m)

Q: Caudal (m³/s) – (l/min)

D: Sección interior (m) – (mm)

L: Longitud del tramo

Para cálculo de presión y pérdida de energía.

$$Hf = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 - Z_1$$

Donde:

P: Presión

γ: Peso específico

Z: Cotas

Para pérdida de carga localizada.

$$\Delta Hi = Ki * \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

Ki: Coeficiente de pieza a instalar

V: Velocidad a través del punto ($\frac{m}{s}$)

g: Gravedad ($\frac{m}{s^2}$)

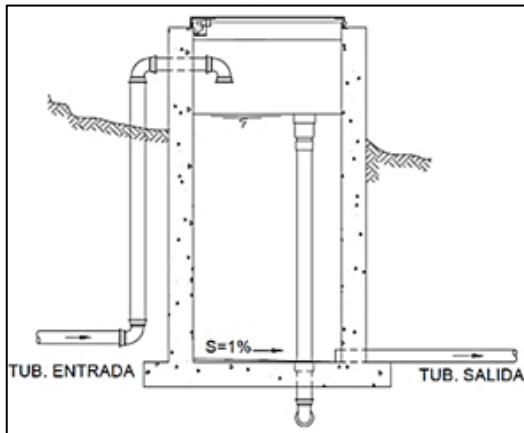
j) Cámara rompe presión

Se colocará cámara como en la Figura 16 rompe presión si existiera 50 metros de diferencia de cotas, las cámaras deben tener una altura que deben cumplir con la siguiente expresión (Lossio, 2012).

$$H = 1.56 * \frac{V^2}{2g}$$

Figura 16

Cámara rompe presión convencional.



Nota: Debe considerarse 10 cm de altura de salida y 40 cm de resguardo.

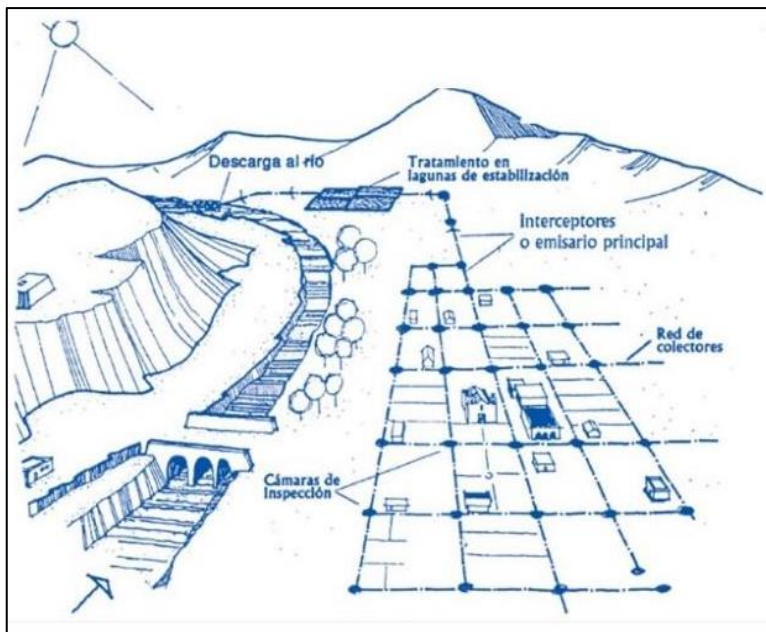
2.2.5. Sistemas de alcantarillado sanitario

Según Pérez (2013) es un sistema que evacua, transporta y dispone las aguas domésticas, aguas negras, de centro comerciales y pequeñas plantas industriales. López (1995) menciona que es un sistema colector de aguas residuales de origen doméstico e industrial.

En la Figura 17 se observa los componentes de un sistema de alcantarillado sanitario en una zona rural.

Figura 17

Sistema de alcantarillado sanitario.



Nota: Se observa los componentes de un sistema de alcantarillado sanitario en un área rural desde la descarga de agua de origen residual doméstico en una vivienda hasta la planta de tratamiento y su posterior descarga en el río.

2.2.6. Componentes de un sistema de alcantarillado sanitario

a) Conexiones domiciliarias de desagüe:

Según Calizaya (2022) indica que interconecta la tubería entre el límite exterior del predio y el ramal colector como en la Figura 15 y la Figura 16 permitiendo efectuar una derivación a partir de cualquier punto de la red sanitaria sin necesidad de seccionar transversalmente el tubo.

Figura 15

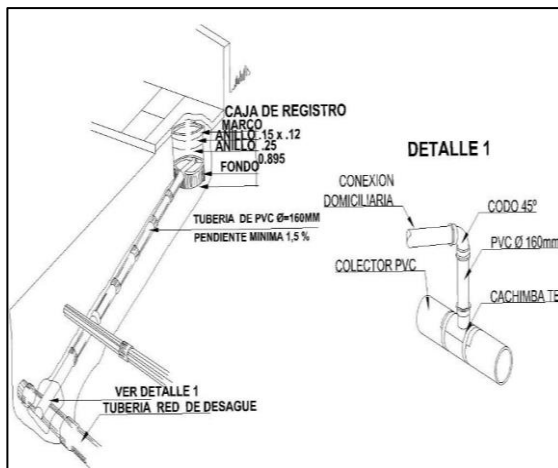
Conexiones domiciliarias de desagüe.



Nota. Elaboración Propia

Figura 16

Detalles de una conexión domiciliar de desagüe.



Nota. Elaboración Propia.

b) Caja de registro:

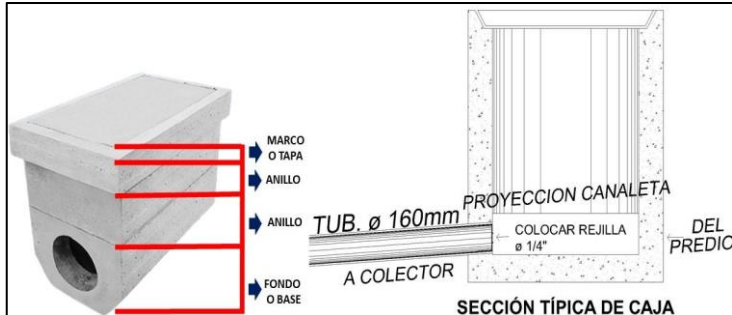
Farias y Ruiz (2022) mencionan que es un elemento que permite inspeccionar y controlar el flujo de aguas residuales de las viviendas al ramal colector.

Calizaya (2022) menciona que debe instalarse dentro del retiro de la vivienda caso contrario en un patio o pasaje de circulación, o en el límite de la fachada.

En la Figura 17 se observa un modelo de caja de registro con su respectiva proyección donde ingresa la tubería para el transporte de las aguas negras.

Figura 17

Partes y sección típica de la caja de registro.



Nota. Elaboración Propia.

c) Red de colectores:

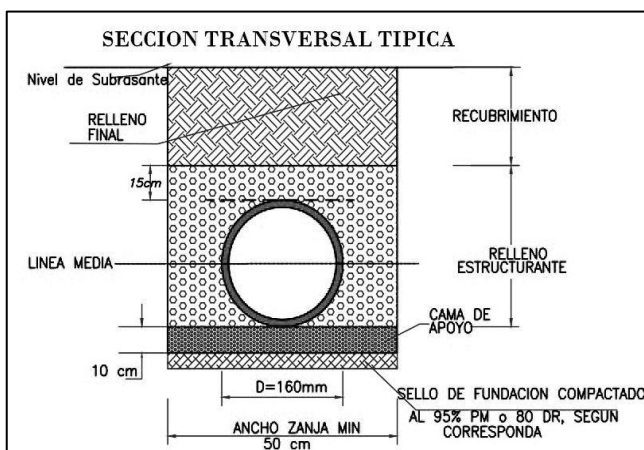
El Reglamento Nacional de Edificaciones indica que también es llamado como ramal colector además de ser toda tubería que se ubica en la vereda de los lotes, que recolecta agua residual de una o más viviendas y la descarga a una tubería principal. Y se clasifican en:

- Tubería inicial o terciaria: Pérez (2013) conectan la acometida domiciliaria con la tubería secundaria.
- Tubería secundaria: Reciben caudales de uno o más tuberías iniciales. En su recorrido va acumulando áreas de drenaje hasta el colector principal.

En la Figura 18 se observa los diferentes recubrimientos que tiene un colector en una zanja.

Figura 18

Sección transversal típica de una tubería del ramal colector.



Nota. Elaboración Propia.

- Tubería pública o Colector principal:

Reciben caudales de los tramos iniciales y secundarios hasta el sitio de vertimiento o tratamiento. También recibe el nombre de emisario final.

La norma OS 070 Redes de aguas residuales (2009) menciona las siguientes condiciones con respecto a al caudal, velocidad, tirante y ubicación de los colectores:

- i. El mínimo valor del caudal es de 1,5 l/s.
- ii. La velocidad crítica (V_c) es inferior a la velocidad final (V_i), el máximo valor del tirante debe ser 50% del diámetro del colector, asegurando la ventilación. Según la siguiente fórmula:

$$V_c = 6 * \sqrt{g * R_h}$$

Donde

$$V_c = \text{Velocidad crítica} \left(\frac{m}{s} \right)$$

$$g = \text{Aceleración de la gravedad} \left(\frac{m}{s^2} \right)$$

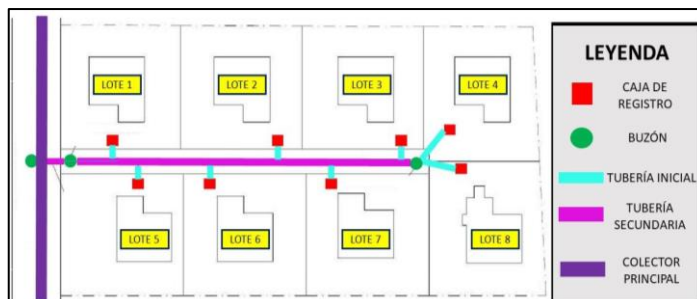
$$R_h = \text{Radio hidráulico (m)}$$

- iii. Para permitir una aireación adecuada del flujo de aguas servidas, el valor máximo del tirante, régimen de flujo uniforme y permanente, no será mayor al 75% del diámetro interno del colector.
- iv. En las calles o avenidas de 20 m de ancho o menos se proyectará un solo colector de preferencia en el eje de la vía vehicular.

En la Figura 19 se observa todos los elementos en planta del sistema de alcantarillado sanitario

Figura 19

Elementos del sistema de alcantarillado sanitario.



Nota. Elaboración Propia

d) Cámaras de inspección:

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones pueden ser cajas de inspección, buzones o buzonetos y se proyectan al inicio del tramo, en la variación de dirección, en una

alteración de pendiente y en lugares donde se requiera inspección y limpieza del tramo colector.

- Buzonetas y buzones

Se construirán también en los empalmes de colectores, cuando hay cambio de diámetro y en los cambios de material del tubo. Además, cuando la profundidad es inferior a 1m por encima de la clave de tubería se colocarán buzonetos y cuando sea mayor de 1,00 m, se utilizarán buzones como en la Figura 20.

Figura 20

Buzón.



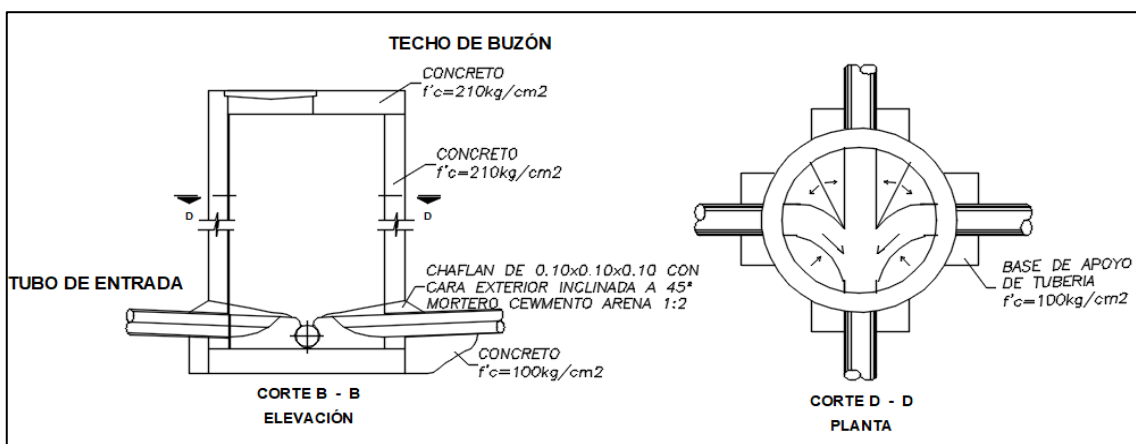
Nota. Elaboración Propia

- Buzón de visita

Buzones que facilitan el acceso a las tuberías para su inspección y limpieza además en el fondo de los buzones presentan medias cañas en dirección del flujo, usualmente son de material de concreto simple como se muestra en la figura 21.

Figura 21

Corte transversal típica de un buzón de visita en elevación y planta.



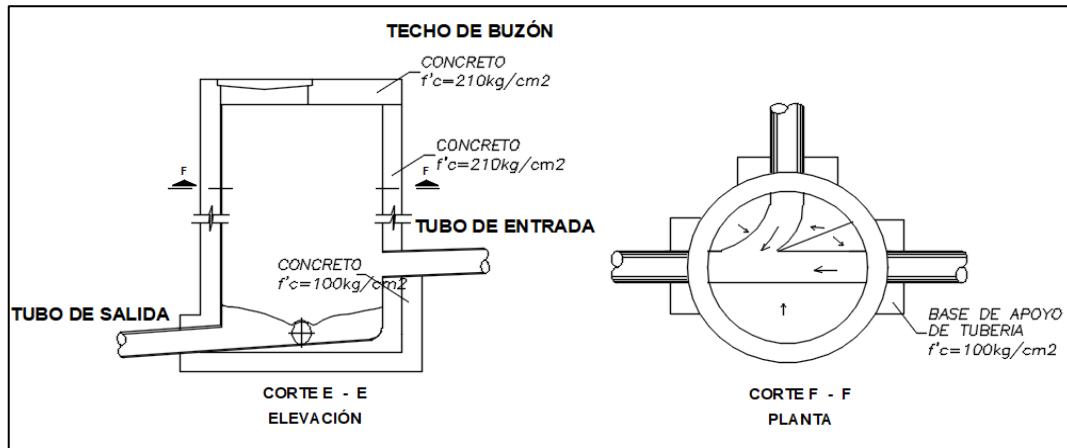
Nota. Elaboración Propia

- Buzón de caída

En la figura 22 se muestra cortes de un buzón de caída que permite la unión indirecta de dos o más tubos a diferentes niveles, sin aumentar las pendientes permitidas.

Figura 22

Corte transversal típica de un buzón de caída en elevación y planta.



Nota. Elaboración Propia

Tabla 4

Diámetro interior de buzones y buzonetas según el diámetro de la tubería.

Diámetro de buzones y buzonetas (m)	Diámetro de tubería (mm)
Ø de buzoneta 0.60	Ø hasta 200
Ø de buzón 1.20	Ø hasta 800
Ø de buzón 1.50	Ø hasta 1200

Nota. La norma OS 0.70 de redes de aguas residuales del RNE menciona que la tapa de acceso del techo del buzón debe tener un diámetro de 0.60 m

Tabla 5

Distancia máxima entre cámaras de inspección para tuberías.

Diámetro de tubería (mm)	Separación máxima entre cámaras de inspección (m)
100	60
150	60
200	80
250 a 300	100
Diámetros mayores a 300	150

Nota. La norma OS 0.70 de redes de aguas residuales del RNE menciona que las cámaras de inspección pueden ser construidas en obra o ser prefabricadas.

2.2.7. Criterios de diseño de un sistema de alcantarillado sanitario

a) Coeficiente de retorno

Es la relación entre el volumen de agua de origen residual doméstica y el volumen de agua potable que consume la población. Se adoptará un 80% de coeficiente de retorno conforme al Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) 2009.

$$CR = \frac{864000 * Q}{C * D * A}$$

Donde

$$CR = \text{Coeficiente de Retorno} \left(\frac{L}{Ha * s} \right)$$

$$Q = \text{Caudal de agua residual doméstica} \left(\frac{L}{s} \right)$$

$$C = \text{Consumo de agua potable} \left(\frac{L}{Hab * d} \right), \text{caudal medio diario}$$

$$D = \text{Densidad de población del área} \left(\frac{Hab}{Ha} \right)$$

$$A = \text{Área de drenaje (Ha)}$$

b) Caudal de infiltración

Son aguas subterráneas que se infiltran, es decir cuando el nivel freático se encuentra por encima de las tuberías una parte del agua subterránea ingresa a la red por las juntas de tuberías y empalmes. Depende de la capa freática, de la clasificación de suelo, del material de la tubería y del tipo de junta.

c) Caudal de aguas residuales

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones los caudales de origen doméstico que deben ser calculados son los siguientes:

- El caudal promedio diario anual.
- El caudal máximo diario.
- El caudal máximo horario.
- El caudal de diseño que será igual a 0.80 del caudal máximo horario.

d) Tensión tractiva mínima

Es la capacidad que tiene la tubería de auto limpiarse. Es decir, es el esfuerzo tangencial unitario relacionado a la fuerza del agua por gravedad en la tubería, ejerciendo fuerza por parte del líquido sobre el material depositado.

El Reglamento Nacional de Edificaciones menciona que la tensión tractiva (σ_t) tiene un valor mínimo igual a 1.00 Pascal (Pa). Siendo la siguiente expresión que satisface la pendiente mínima:

$$S_o \text{ min} = 0.0055 * Q_i^{-0.47}$$

Donde:

$$S_o \text{ min} = \text{Pendiente mínima} \left(\frac{m}{m} \right)$$

$$Q_i = \text{Caudal Inicial} \left(\frac{L}{s} \right)$$

Para un coeficiente de rugosidad “n” igual a 0.013

$$\sigma_t = \rho * g * R_h * S$$

Donde

$$\sigma_t = \text{Tensión tractiva (Pa)}$$

$$\rho = \text{Densidad del fluido} \left(\frac{kg}{m^3} \right)$$

$$g = \text{Gravedad} \left(\frac{kg}{s^2} \right)$$

- Fórmula de Manning

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

Donde

$$V = \text{Velocidad} \left(\frac{m}{s} \right)$$

$$S = \text{Pendiente} \left(\frac{m}{m} \right)$$

$n = \text{Coeficiente de rugosidad}$

- Radio hidráulico

$$R_h = \frac{A}{P}$$

Donde:

$$A = \text{Área (m}^2\text{)}$$

$$P = \text{Pendiente (m)}$$

Por la ecuación de continuidad $Q=A*V$

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

Donde:

Q = Caudal (m^3/s)

e) Pendiente

Conforme a lo establecido en la Norma OS.070 Redes de aguas residuales:

- La pendiente mínima debe de cumplir el criterio de la Tensión Tractiva (σ_t), garantizando que no produzca sedimentación
- La pendiente máxima permisible es igual a una velocidad final (V_f) igual a 5 m/s

$$S = \frac{n^2 * V^3}{R_h^{4/3}}$$

f) Coeficiente de rugosidad.

De la fórmula de Manning, el coeficiente de rugosidad “n” dependerá de la textura superficial interna de la tubería. En la tabla 6 se muestran valores para distintas rugosidades de acuerdo a la normativa peruana.

Tabla 6

Coeficiente de Rugosidad “n” de Manning en tuberías.

Material de tubería	Coeficiente de Rugosidad “n”
Policloruro de vinilo (PVC)	0.009
Polietileno de alta densidad (HDPE)	0.009
Concreto armado con revestimiento de PVC	0.010
Arcilla vitrificada	0.010
Asbesto cemento	0.010
Hierro fundido dúctil	0.010
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0.010
Concreto armado liso	0.013

Nota. La norma OS. 060 Drenaje Pluvial Urbano del RNE describe que la fórmula de Maning es recomendada para el cálculo hidráulico.

2.2.8. Modelos Numéricos para análisis del diseño

- Descripción del programa WaterCAD y ventajas

WaterCAD es un programa de modelamiento y evaluación de sistemas de distribución de agua generalmente aplicado por empresas de ingeniería, empresas prestadoras de servicios e instituciones educativas, esta aplicación ayuda en la toma de decisiones en el diseño de estructuras hidráulicas al ser un software que permite transformar los dibujos de CAD y GIS en un único entorno de trabajo.

A diferencia de otros programas de análisis y modelización hidráulica la aplicación cuenta con módulos de diseño como Darwin Designer que optimizan el diseño de las redes para que pueda desarrollarse con el menor gasto y el mayor beneficio. Además, permite la calibración hidráulica mediante el módulo Darwin Calibrator, una herramienta que controla muchos escenarios distintos de demandas y condiciones de contorno en un día de medición de datos de campo.

- Descripción del programa SewerCAD y ventajas

SewerCAD es un programa de diseño y modelado de redes de alcantarillado sanitario, para crear, evaluar y organizar sistemas de saneamiento. Una de sus características es que puede utilizarse de forma independiente, desde MicroStation y con una opción adicional que permite modelar también desde AutoCAD. Esto permite a los usuarios desarrollar, esbozar y trazar modelos con precisión.

El algoritmo de flujo utilizado por este software varía progresivamente y permite resolver circunstancias subcríticas, críticas y supercríticas. Además, el software ofrece funciones de diseño basadas en restricciones como discrepancias en la altura de entrega de estructuras, pendientes, profundidades de para la excavación de buzones y variaciones de velocidad.

Es así que al disponer de un centro de gestión de escenarios en SewerCAD que configura, organiza, visualiza y compara un número infinito de escenarios potenciales en un único archivo se podrá tomar las mejores decisiones. De este modo, se evitan sobrecostos sin dejar de respetar los límites de diseño y establecer los diámetros y profundidades de construcción más viables.

2.2.9. Evaluación Económica

En el análisis económico se evalúan los costos y las ganancias de un proyecto desde la perspectiva de la sociedad como un todo. Se asume que la realización de un proyecto ayudará al desarrollo de la economía y que su contribución social justifica el uso de los recursos que necesitará. En consecuencia, el análisis económico considera la valoración de los costos y beneficios sociales del proyecto; así como el uso de métodos estimativos de precios-sombra cuando los costos y beneficios difieren de los precios de mercado; y la valoración fuera del mercado y la transferencia de beneficios, para precios de bienes y servicios que no tienen precios de mercado directos. (ESAN, 2016).

$$ICE = \frac{VAC}{Población\ beneficiada}$$

2.3. Definición de Términos Básicos

- Agua potable: Agua apto para el consumo que no genera riesgos en la salud
- Alcantarillado: Conjunto de conductos enterrados que conducen y evacuan aguas
- Caudal: Cantidad de agua de un determinado lugar en un determinado tiempo
- Dotación: Cantidad de agua que una persona necesita para sus necesidades.
- Estudio de suelos: Estudio de las características físicas y geológicas de un terreno.
- Modelamiento en software: Es la simulación de una representación abstracta a un proceso computarizado.
- Pendiente: Es el ángulo de la superficie, que se calcula dividiendo la diferencia de altura entre dos puntos por la distancia entre ellos.
- Presión: Es la fuerza con respecto a un área.
- Topografía: Estudia la superficie terrestre.

CAPÍTULO III: SISTEMAS DE HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis

3.1.1. *Hipótesis principal*

La propuesta del sistema de saneamiento en el sector Las Brisas – Cañete mejorará la calidad de vida y beneficiará a los pobladores.

3.1.2. *Hipótesis secundarias*

- a) El sector Las Brisas presenta una topografía variable con pendientes factibles para el tendido de redes de alcantarillado y un suelo de arena gruesa y escasa humedad.
- b) La población proyectada para el periodo de diseño en el sector Las Brisas es de 558 habitantes para lo cual se ha calculado un caudal de diseño de 1 l/s para el sistema de agua potable y alcantarillado respectivamente.
- c) El sistema cumple con las velocidades mínimas para pérdidas de cargas y evitar la sedimentación; el diámetro de la tubería será de 200mm para el sistema de saneamiento, mientras que tendrá un costo beneficio de relación de 1.5.

3.2. Variables

3.2.1. *Definición conceptual de variables*

- Variable Independiente

Cada grupo en el experimento analizado comprende uno o más grados de manipulación de una variable independiente. La existencia o ausencia de la variable independiente condicionará la utilización mínima del grado de manipulación de la variable independiente (Hernández, 2014).

Por este motivo se define como variable independiente al Sistema de Saneamiento Básico.

- Variable Dependiente

Este tipo de variable se cuantifica para determinar el grado o nivel de manipulación que tiene la variable independiente sobre el su subalterno (Hernández, 2014).

En tal sentido se define como variable dependiente a la calidad de vida del sector Las Brisas.

3.2.2. *Operacionalización de variables*

Es la relación que tienen los grupos estudiados, la principal característica de una variable es asumir distintos valores cuantitativamente. El valor asumido por la variable es determinado mediante observaciones que cumplan con la variación del mismo para distintos escenarios (Tamayo, 2003).

Tabla de operacionalización de las variables (Anexo 04).

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Tipo y nivel

4.1.1. Tipo

La investigación aplicada está orientada a mejorar, perfeccionar u optimizar el funcionamiento de los sistemas, los procedimientos, normas, reglas tecnológicas actuales a la luz de los avances de la ciencia y la tecnología; por tanto, este tipo de investigación no se presta a la calificación de verdadero, falso o probable sino a la de eficiente, deficiente, ineficiente, eficaz o ineficaz (Ñaupas, 2013).

El enfoque cuantitativo inicia desde la idea que una vez identificada, se producen las preguntas de la investigación, se revisa la teoría y se proyecta un solución practica midiendo la magnitud de las variables, estos resultados deben ser constatados con métodos estadísticos. Es fundamental que se respeten las etapas del proceso. (Hernández, 2014).

Por lo citado, la presente investigación fue clasificada como aplicada con un enfoque cuantitativo.

4.1.2. Nivel

Los estudios descriptivos tienen como finalidad recolectar información sobre los conceptos o las variables involucradas, más no para indicar cómo se relacionan entre ellas, por lo que para especificar los perfiles de las partes involucradas se tendrá que someter a un análisis (Hernández, 2014). La presente investigación fue de nivel descriptivo.

4.2. Diseño de investigación

Baptista et al. (2014) mencionan que es el plan que el investigador elabora para alcanzar los objetivos del estudio, es responder a las preguntas planteadas y averiguar la probabilidad de que las teorías sean ciertas Menciona que hay dos tipos de diseños de investigación: la investigación experimental y la investigación no experimental.

La investigación no experimental fue aquella donde a la variable independiente no la hacemos variar intencionalmente, el cual se subdivide en diseño longitudinal y diseño transeccional o transversal (Agudelo et al., 2008)

El diseño transversal es una investigación que recoge información en un único momento para poder describir las variables, y analizar su influencia e interdependencia en un momento dado (Agudelo et al., 2008).

La presente investigación fue no experimental con diseño transversal.

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

Según Arias (2006) describe que es un conjunto medible o ilimitado de elementos delimitados por el problema y los objetivos del estudio con cualidades similares a los que se pueden aplicar las conclusiones del estudio.

La población de la presente investigación fue el sistema de saneamiento para el sector Las Brisas distrito de San Antonio.

4.3.2. Muestra

Según Bernal (2010) menciona que es la parte seleccionada de la población, el cuál será la fuente de investigación para desarrollar el estudio y realizar la medición y observación del tema de de investigación

La muestra de la presente investigación fue el sistema de abastecimiento de agua potable y el sistema de alcantarillado sanitario del sector Las Brisas, donde la población no posee estos servicios.

4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1. Tipos de técnicas e instrumentos

Según Bernal (2017) las técnicas pueden utilizarse en el campo para el que fueron creados, ya que los procedimientos aportan soluciones a las preguntas "cómo hacer" que se plantean. En esta investigación la técnica usada es la siguiente:

De acuerdo con Arias (2006) describe que la técnica de observación directa consiste en percibir mediante la vista, un hecho o fenómeno que se genere en la naturaleza o sociedad, a partir de unos objetivos de investigación predeterminados.

Como indica Bernal (2017) los instrumentos son los medios que permiten a las técnicas alcanzar su objetivo.

La presente tesis utilizó como técnicas de investigación: entrevistas no estructuradas y la observación directa. Además, utiliza los siguientes instrumentos:

- Estación Total.
- Otros instrumentos: Fotografías y Videos (Cámara).
- Reglamento nacional de edificaciones “Norma OS. 050 (2009) redes de distribución de agua para consumo humano”
- Reglamento nacional de edificaciones “Norma OS. 070 (2009) redes de aguas residuales”
- Software AutoCAD Civil 3D 2024.
- Software Office 2016.

- Software SewerCAD V8i.
- Software Water CAD V8i.

4.4.2. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos

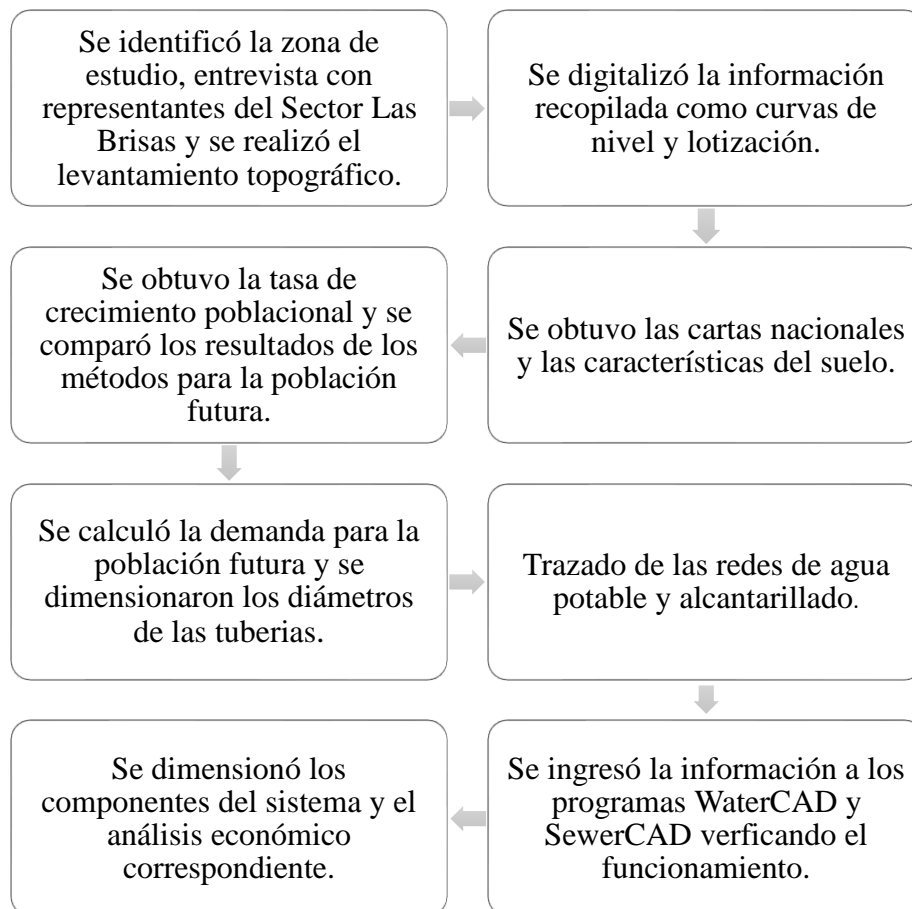
El criterio de validez de la investigación se basa fundamentalmente en el registro de datos de forma coherente y proporcionado por el INEI; además se le añade la utilización de softwares profesionales a nivel internacional en el que muestra una modelación coherente del funcionamiento de agua potable y alcantarillado, como los softwares WaterCAD, SewerCAD y AutoCAD Civil 3D. Todo esto bajo las estrictas exigencias de la normativa peruana como la "Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural" y el Reglamento Nacional de Edificaciones.

4.4.3. Procedimientos para la recolección de datos

En la figura 23 se presenta un diagrama de flujo con las actividades que se desarrollarán una a una para poder recolectar información y poder cumplir con nuestros objetivos planteados además de responder nuestras hipótesis.

Figura 23

Diagrama de flujo de procedimiento para recolección de datos.



Nota. Elaboración Propia

4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

En la interpretación y el análisis de los resultados a obtener durante la investigación se tienen que tener en cuenta las especificaciones técnicas de las normas peruanas del Reglamento Nacional de Edificaciones y de diseño, esta tesis será un proyecto de servicio con fines en el entorno social, económico y ambiental , se utilizarán los softwares de dibujo asistido por computadora y softwares como: WaterCAD, SewerCAD y AutoCAD Civil 3D. Finalmente se hará un procesamiento de información, se elaborará planos y tablas sintetizadas, para poder sustentar las hipótesis y obtener conclusiones de la presente investigación.

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Topografía

El inicio de la investigación consistió un reconocimiento del terreno para identificar las características del relieve, la lotización y vías de acceso para el traslado de los equipos. La zona de estudio se encuentra rodeado de cerros con una topografía variable, la pendiente promedio en los tramos más críticos es de -10.8% y en el llano donde existe el mayor porcentaje de viviendas es de -4.15%. En la figura 24 se muestra el proceso de levantamiento de información en campo.

Figura 24

Toma de datos en calle con pendiente pronunciada.



Nota. El levantamiento se realizó por el método de radiación.

Para la toma de datos en campo se utilizaron los siguientes instrumentos: GPS Garmin Etrex 10, Estación Total Leica TS-06 de 1", 02 Walkie Talkie, 02 prismas, cámaras fotográficas, camioneta 4x4, Liquid Paper y libreta de campo.

Desde una ubicación estratégica en la parte alta de un cerro, se realizó el barrido de la mayor cantidad de puntos posibles incluyendo el trazo de la poligonal que se detalla en

la tabla 7. La ubicación en coordenadas UTM WGS 84 según lo determinado en el Estudio Topográfico del Sector Las Brisas es la siguiente:

Tabla 7

Cuadro Técnico del polígono irregular levantado en el Sector Las Brisas.

Vértice	Lado	Distancia	Ángulo	Este	Norte
P1	P1 - P2	46.08	180°39'6"	319483.23	8603242.81
P2	P2 - P3	42.6	181°2'44"	319439.23	8603256.49
P3	P3 - P4	39.76	181°29'25"	319398.32	8603268.39
P4	P4 - P5	14.47	178°24'18"	319359.87	8603278.5
P5	P5 - P6	32.21	182°2'47"	319345.98	8603282.57
P6	P6 - P7	16.89	179°59'21"	319314.77	8603290.51
P7	P7 - P8	18.14	181°38'0"	319298.4	8603294.68
P8	P8 - P9	27.25	179°31'24"	319280.7	8603298.65
P9	P9 - P10	16.71	180°46'47"	319254.16	8603304.85
P10	P10 - P11	14.16	180°42'45"	319237.83	8603308.42
P11	P11 - P12	28.31	180°30'45"	319223.96	8603311.28
P12	P12 - P13	65.72	178°53'6"	319196.18	8603316.74
P13	P13 - P14	54.97	95°11'54"	319131.96	8603330.68
P14	P14 - P15	50.88	162°49'25"	319138.7	8603385.24
P15	P15 - P16	135.26	103°3'30"	319159.58	8603431.64
P16	P16 - P17	104.47	188°6'17"	319292.27	8603405.45
P17	P17 - P18	46.06	160°58'45"	319396.6	8603399.88
P18	P18 - P19	65.35	185°27'10"	319439.28	8603382.56
P19	P19 - P20	16.81	194°56'33"	319501.9	8603363.86
P20	P20 - P21	69.1	117°54'51"	319518.69	8603363.37
P21	P21 - P22	30.17	139°56'7"	319549.23	8603301.39
P22	P22 - P23	41.87	161°11'39"	319542.02	8603272.09
P23	P23 - P24	24.76	117°27'1"	319519.44	8603236.84
P24	P24 - P1	12.14	167°16'20"	319494.78	8603239.08

Nota. Sistema World Geodetic System 1984.

Tras recopilar los datos topográficos del terreno, en gabinete mediante Civil 3D se procesaron los planos con curvas de nivel a una diferencia altimétrica de 0,50 m como se puede apreciar en el anexo 6.

5.2. Estudio geotécnico del Sector Las Brisas

- Geología

De acuerdo al Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMENT), el Sector Las Brisas de la provincia de Cañete se ubica en el boletín N° A - 44 y en el cuadrángulo de Mala (1545) 26- j del Mapa Geológico según la Figura 25.

Figura 25

Cuadrángulo 26 -j

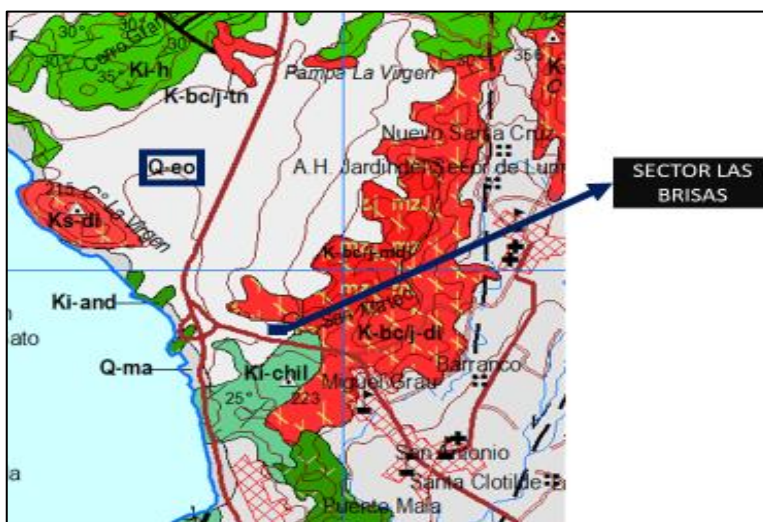


Nota. Elaboración Propia

Según la Figura 26, el código Q-eo nos indica que su geología presenta depósitos eólicos donde sus unidades lito estratigráficas están constituidos por arenas cuarzosas formando dunas y pampas amplias.

Figura 26

Ubicación en la Carta Geológica Nacional.



Nota. GEOCATMIN.

Tabla 8

Características geológicas.

Descripción	
Era	Cenozoica
Sistema	Cuaternario
Serie	Holoceno
Depósito	Eólico

Nota. Elaboración Propia

Su geología se encuentra en la zona Cuaternario donde las acumulaciones de arena están distribuidas a lo largo de la costa ubicándose en las laderas de los cerros bajos y pampas, donde el sentido transversal llega hasta los 10 km.

- Geomorfología

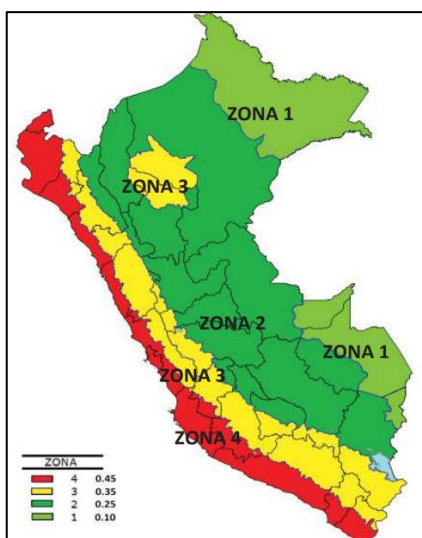
De acuerdo al INGEMENT, su geomorfología es una llanura o planicie aluvial. Presenta Arena densa, gruesa a media. Son depósitos sueltos son muy porosos, carentes de cohesión y baja capacidad portante. Presenta buena permeabilidad. La zona de estudio son suelos intermedios o perfil Tipo S₂ denominados suelos flexibles con velocidades entre 180 m/s y 500 m/s de propagación de onda de corte.

- Sismicidad

Según la norma técnica E.030 la zona de estudio se ubica en la Zona 04, en la zona Costa. En la imagen 27 y tabla 9 se muestra el mapa de zonificación sísmica y parámetros de diseño establecido por la norma técnica peruana.

Figura 27

Factor de zona.



Nota. El Sector Las Brisas se ubica en la zona roja con un factor de 0.45.

Tabla 9*Parámetros del Sector Las Brisas.*

Parámetros	
Factor de zona (Z)	0.45
Tipo de Perfil de suelo	S ₂
Factor de Suelo (s)	1.05
Periodo T _p (s)	0.6
Periodo T ₁ (s)	2.0
Factor U	1.3

Nota. Elaboración Propia**5.3. Estimación de la población futura**

Para determinar los caudales de diseño en la presente investigación fue necesario calcular el número de habitantes para un periodo de 20 años, tiempo estimado en el que la estructura tendrá las condiciones necesarias para garantizar un correcto funcionamiento. A través del Sistema de consulta de Centros Poblados del INEI se obtuvo que el sector Las Brisas contaba con 85 habitantes en el año 2017 como se muestra en la tabla 10, con esa información se aplicaron los métodos para el cálculo de la población futura como: Método Aritmético, Método de Interés Simple, Método Geométrico y Método Logarítmico, los resultados fueron comparados gráficamente con la línea de tendencia de los Censos realizados al distrito de San Antonio. En la tabla 11 se muestra el registro de censales al distrito de San Antonio.

Tabla 10*Cantidad de habitantes en el Sector Las Brisas.*

Habitantes en el sector las Brisas	
Habitantes	Año de Censo
85	2017

Nota. INEI 2017**Tabla 11***Cantidad de habitantes en el distrito de San Antonio.*

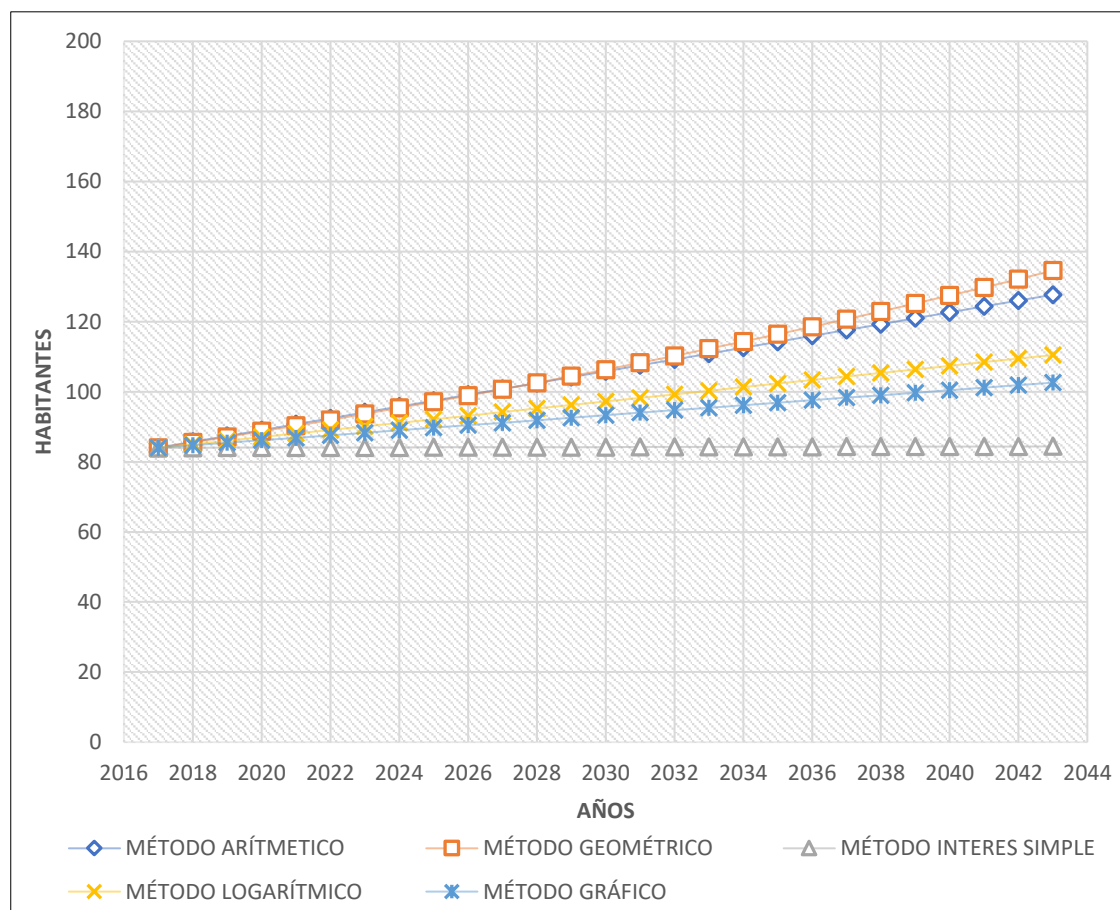
Habitantes	Año de Censo
1993	2811
2005	3460
2007	3640

Nota. INEI.

En la figura 28 se muestran los resultados del cálculo de la población futura para año 2043:

Figura 28

Comparación de métodos de proyección de habitantes.



Nota. El método Logarítmico se ajusta a la línea de tendencia del INEI.

La estimación de población futura que más se ajusta a la línea de tendencia del INEI es el Método Logarítmico, teniendo como resultado para el año 2043 un total de 111 habitantes. Sin embargo, bajo un análisis comparativo con la distribución de los lotes ya establecida bajo la dirección del comité de poseedores del Sector Las Brisas presidida por Paulina Huayhua Contreras, se tienen 144 lotes con una densidad de 4 personas por lote que resulta un total de 576 habitantes, diferencia a causa de la activación de puntos de comercio, educación y áreas recreativas proyectadas dentro de su habilitación, en ese sentido se planteará la investigación con una población futura de 576 habitantes. En la tabla 12 se muestra un resumen con los resultados obtenidos para la proyección de población futura.

Tabla 12*Población futura de acuerdo a los métodos al año 2043.*

Método	Habitantes
Método Aritmético	128
Método Geométrico	135
Método Interés Simple	85
Método Logarítmico	111
Método Gráfico	103
Método de Lotización	576

Nota. Elaboración propia.

La dotación para el suministro del agua potable de acuerdo a la tabla 3 en el capítulo 2 y en particular el Sector Las Brisas ubicado en la región costa le corresponde 90 litros al día por habitante. Cabe señalar que, el sistema de abastecimiento de agua empleó la técnica de arrastre hidráulico.

5.4. Caudal de diseño

En función a la ecuación propuesta para calcular el consumo promedio (Q_p) por habitante al día anualmente, se determinó a base de la población futura, dotación y el tiempo proyectado el caudal de 0.60 l/s.

$$Q_p = \frac{90 * 572}{86400}$$

$$Q_p = 0.60 \text{ l/s}$$

En función a la ecuación propuesta para calcular el consumo máximo diario (Q_{md}) por habitante anualmente, considerando un factor de ampliación de 30% del caudal promedio se tiene el siguiente resultado:

$$Q_{md} = 1.3 * 0.60$$

$$Q_{md} = 0.78 \text{ l/s}$$

Para determinar el consumo máximo horario (Q_{mh}) por habitante anualmente, considerando el factor de ampliación del 100% del caudal promedio se tiene como resultado lo siguiente:

$$Q_{mh} = 2 * 0.60$$

$$= 1.20 \text{ l/s}$$

5.5. Caudal residual

En la tabla 13 se proyecta a detalle el total de 144 lotes con un promedio de 4 miembros por vivienda, 16 manzanas en expansión que son los siguientes: Mz “P”, Mz “O”, Mz

“N”, Mz “M”, Mz “K”, Mz “L”, Mz “H”, Mz “G”, Mz “B”, Mz “A”, Mz “F”, Mz “C” y Mz “I”.

Tabla 13

Cantidad de lotes.

Manzana	Número de lotes
P	9
O	7
N	10
M	13
K	20
L	14
H	13
G	9
B	5
A	11
C	7
F	13
I	13
Total	144

Nota. Elaboración propia.

$$H = ho * Lt$$

Donde:

H: Número de habitantes

ho: Habitantes por vivienda

Lt: Lotes en total

$$H = 4 * 144$$

$$H = 576$$

Obteniendo un total de 576 habitantes.

La dotación de agua para centros educativos en zona rural según la norma técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural para una educación primaria e inferior (sin residencia) es de 20 L/alumno/d y la dotación para la región costa con arrastre hidráulico es de 90 L/hab/d.

El caudal de diseño de redes de alcantarillado se calculó considerando un 80% de coeficiente de retorno del caudal máximo horario de acuerdo con la Norma OS.070.

$$Qr = 1.20 \frac{L}{s} * 80\%$$

$$Qr = 0.96 \frac{L}{s}$$

Obteniendo un caudal de retorno de 0.96 L/s.

Según Norma Boliviana NB 688 de acuerdo a la longitud de red. Se deberá considerar la infiltración de aguas subterráneas por medio de fisuras en los colectores, juntas mal ejecutadas y en la unión de colectores con las cámaras de inspección y en las mismas cámaras cuando no son estancas. Los valores de infiltración serán considerados conforme a lo establecido en el numeral 2.3.5.5 – Capítulo II, en la figura 29 se proyectan los valores para distintos tipos de materiales.

Figura 29

Valores de infiltración.

Nivel freático	Tuberías de hormigón		Tuberías de material plástico	
	Hormigón	Anillo de goma	Pegamento	Anillo goma
Bajo	0.0005	0.0002	0.0001	0.00005
Alto	0.0008	0.0002	0.0002	0.0005

Nota: NB 688

Para el caso del Sector las brisas el valor por metro lineal será de 0.00005 teniendo con material tuberías de PVC por medio de anillo de goma donde se tiene una longitud de tuberías en metros.

$$I1 = 0.00005 \left(\frac{L}{s * m} \right) * L$$

$$I1 = 0.00005 * 1447.73 m$$

$$I1 = 0.07 \frac{L}{s}$$

Donde

I1 = Caudal de infiltración por longitud de red

L = Longitud de tuberías

Donde la infiltración por longitud de red es de 0.07 L/s para 1447.73 m

Según Aduviri et al (2018) caso de números de buzones en la red se multiplica por el factor de 0.0043 L/s según

$$I_2 = 0.0043 \left(\frac{L}{s}\right) * B$$

$$I_2 = 0.0043 \left(\frac{L}{s}\right) * 23$$

$$I_2 = 0.10 \frac{L}{s}$$

Donde:

$$I_2 = \text{Caudal de infiltración por buzón} \left(\frac{L}{s}\right)$$

$B = \text{Número de buzones}$

Donde la infiltración por la cantidad de 23 buzones es igual a 0.10 L/s. Y el total del caudal de infiltración es igual a 0.17 L/s expresada en la siguiente fórmula:

$$Q_i = I_1 + I_2$$

$$Q_i = 0.07 \frac{L}{s} + 0.10 \frac{L}{s}$$

$$Q_i = 0.17 \frac{L}{s}$$

Donde:

$$Q_i = \text{Caudal por infiltración} \left(\frac{L}{s}\right)$$

El caudal por conexiones erradas es según a la fórmula siguiente:

$$Q_e = Q_r * 0.10$$

$$Q_e = 0.96 \frac{L}{s} * 0.10$$

$$Q_e = 0.10 \frac{L}{s}$$

Donde:

$$Q_e = \text{Caudal por conexiones erradas} \left(\frac{L}{s}\right)$$

$$Q_r = \text{Caudal de retorno} \left(\frac{L}{s}\right)$$

Donde el caudal por conexiones erradas es 0.10 L/s

El caudal residual es igual a 1.23 L/s donde se toma en cuenta el caudal doméstico, el caudal por infiltración y el caudal por conexiones erradas.

$$QR = Qr + Qi + Qe$$

$$QR = 0.96 \frac{L}{s} + 0.17 \frac{L}{s} + 0.10 \frac{L}{s}$$

$$QR = 1.23 \frac{L}{s}$$

Donde:

$$QR = \text{Caudal residual} \left(\frac{L}{s} \right)$$

5.6. Dimensionamiento hidráulico, estructural y evaluación económica.

5.6.1. Sistema de agua potable

- Línea de aducción

El reservorio existente ubicado en la cota 129 msnm de capacidad de 160 metros cúbicos abastece a través de una tubería con una longitud de 905.15 metros lineales y un diámetro interno de 54.2 mm de P.V.C clase 10 hasta la red de distribución principal del Sector Las Brisas a una altura de 72.44 msnm.

Para el cálculo del diámetro de la línea de aducción se utilizó la fórmula de Hazen y Williams, en las que se consideró el Caudal máximo horario (Qmh) de 1.20 l/s, el coeficiente para PVC de C=150 y la longitud de la tubería (L) de 905.15 metros. Con un estimado de 1 m/s y considerando que la línea de aducción se empalmará con las redes de distribución, se tiene los siguiente:

Dimensionamiento de la tubería de aducción:

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.0012}{\pi * 1}} = 0.03908820 \text{ m} = 1.54''$$

$$D \text{ comercial} = 2 \text{ pulg}$$

Método de Hazen-Williams:

$$Hf = 10,674 * \frac{0.0012^{1.852}}{150^{1.852} * 0.05^{4.86}} * 908.32$$

$$Hf = 7.41 \text{ m}$$

Por lo tanto, la presión en el punto de empalme será:

$$Hf = P_2 + \frac{V_2^2}{2 * g} + Z_2 - Z_1$$

$$7.41 = P_2 + \frac{1^2}{2 * 9.8} + 129 - 72.44$$

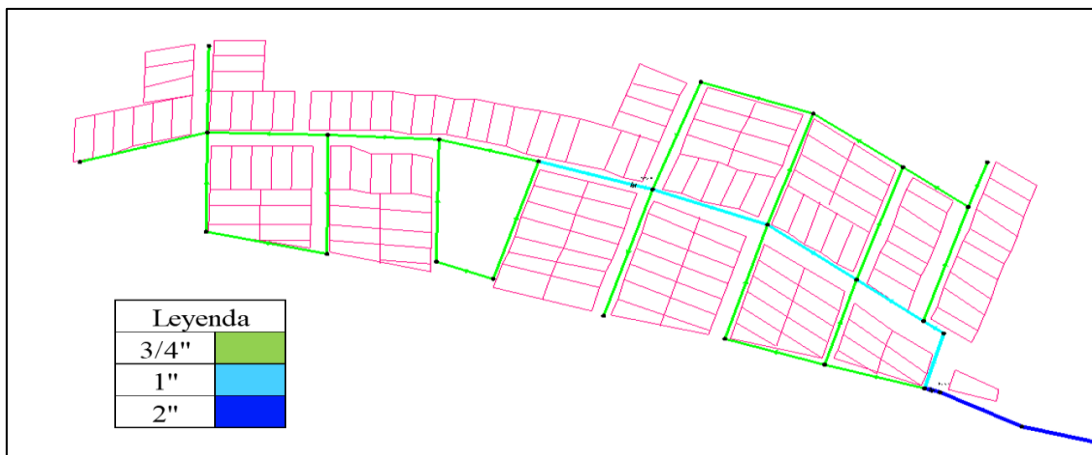
$$P_2 = 49.17 \text{ mH}_2\text{O}.$$

- Red de distribución

Comprendió una longitud de 1,349.26 metros lineales de los cuales la matriz principal es de 1" con una longitud de 209.53 metros lineales. Por otro lado, las tuberías secundarias para este caso fueron de ¾" que sumados hicieron un total de 1139.73 metros en sistema mixto. En la figura 30 se muestra el trazado de la red de distribución con sus respectivos diámetros.

Figura 30

Diámetros para la red de distribución.



Nota: Elaboración propia.

Para la elección de las válvulas se consideraron las funciones que desempeñan dentro del sistema de saneamiento, siendo necesario dos válvulas tipo compuertas de 1" y 2" para un correcto control y mantenimiento de las redes.

El sistema de saneamiento no necesitará de válvulas de purga ya que las presiones tanto para la modelación estática y como dinámica se encuentran dentro de los parámetros permisibles de la norma técnica de diseño para el ámbito rural. En la figura 31 se muestra un modelo económico de válvula a emplear.

Figura 31

Modelo de válvula a utilizar.



Nota: Todos los accesorios deben cumplir con la NTP.

- Conexiones domiciliarias

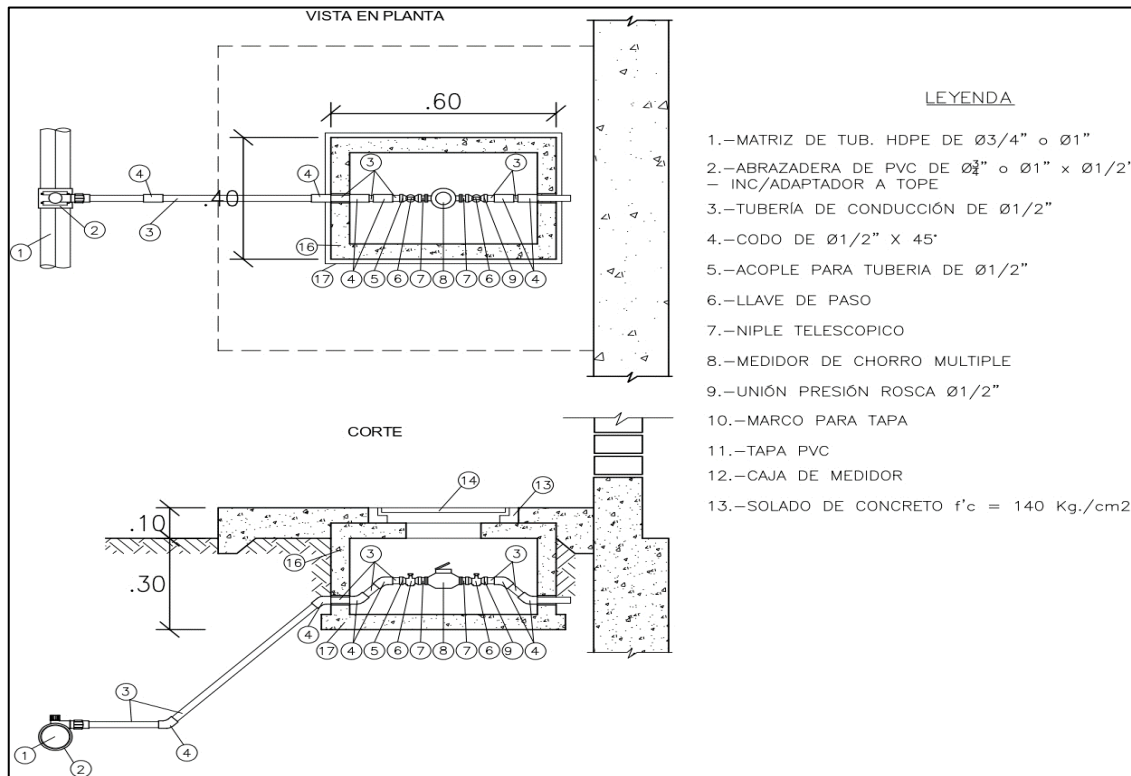
Se contabilizaron 144 viviendas que recibirán el servicio a través de conexiones domiciliarias conectadas a una red pública por tuberías de ½”.

Se contempló la ubicación de cajas prefabricadas de concreto frente a las viviendas beneficiadas, estas contarán con micro medidores de chorro múltiple de ½” con la finalidad de medir el consumo mensual que permitirá calcular los pagos mensuales por el acceso al servicio.

Así mismo para el desarrollo del presupuesto se contempló todos los accesorios necesarios para su correcta ejecución como se detallan en la figura 32.

Figura 32

Modelo de válvula a utilizar.



Nota. Todos los accesorios deben cumplir con la NTP.

- Modelamiento en WaterCAD del Sistema de agua potable

El programa WaterCAD versión 8i al ser una herramienta extremadamente eficiente necesita información como cotas de los nodos, demanda de agua y el trazado de las redes que fueron diseñadas previamente en Civil 3D.

La información subida al programa para los modelamientos del sistema de abastecimiento de agua, se resumen en la tabla 14.

Tabla 14*Parámetros de diseño para Red de Agua Potable.*

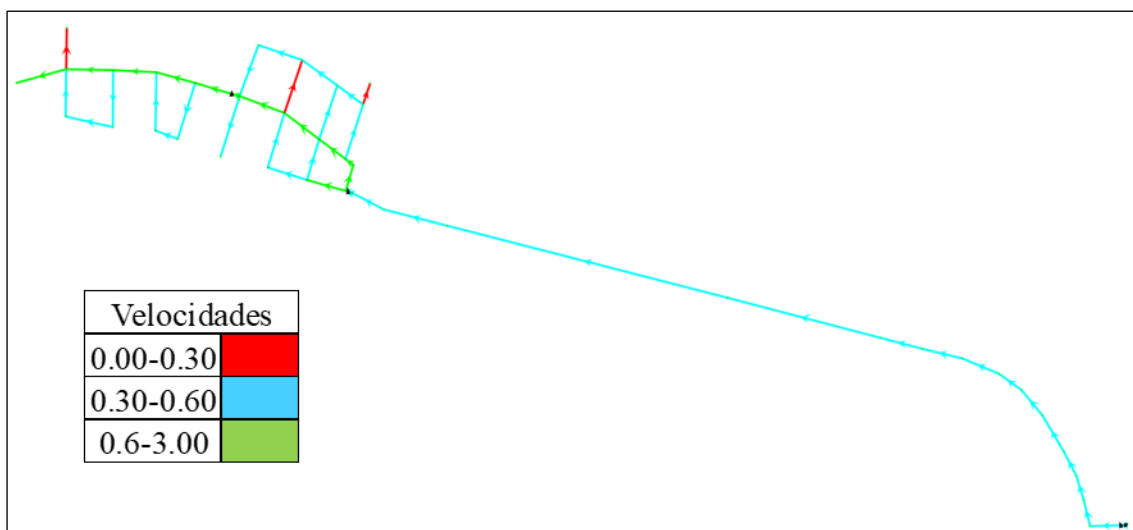
Parámetros	Cantidad
Material a utilizar	PVC
Población Futura (Pf)	576
Dotación (l/hab/día)	90
Caudal máximo Horario (Qmh)	1.20
Caudal máximo (Dinámico)	2.03
Diámetro de Línea de aducción	2"
Diámetro de red de distribución	¾"-1"

Nota. Elaboración propia.

- Modelamiento estático

Una vez importado el trazado, el siguiente paso es alimentar los elementos del mismo con la información requerida para las simulaciones. Con el análisis estático se ha podido identificar con colores los puntos críticos de presiones y velocidades en los nudos y tramos del sistema, la distinción de colores nos facilita reconocer el correcto funcionamiento en distintos tramos.

En la figura 33 se muestra las redes del sistema clasificados de acuerdo a las velocidades para un periodo estático, existe tres tramos en los cuales las velocidades son inferiores a lo establecido por la norma, lo recomendable es que varíen entre 0.6 y 3 m/s.

Figura 33*Modelamiento estático.*

Nota: Todas las presiones en los nodos cumplen con la norma.

El programa WaterCAD V8i también nos permitió exportar una base de datos con las características de cada elemento como se muestra en la tabla 15. Para este caso se presentan los caudales y velocidades entre las tuberías de todo el sistema de agua potable, cumpliendo con las velocidades en más del 90% de la red de distribución.

Tabla 15

Resultados del programa WaterCAD.

Modelación Estática						
Proyecto	Propuesta de un sistema de saneamiento para mejorar la calidad de vida en el sector Las Brisas – Cañete.					
Ubicación	Distrito de San Antonio, Provincia de Cañete, Departamento de Lima.					
Localidad	A.A.H.H. Los Ángeles					
Fecha	Julio del 2023					
Elemento	Long. (m)	Material	D int. (mm)	Q (L/s)	V (m/s)	Hf (mH2O)
Línea de aducción						
Tubería 01	4.32	PVC	54.20	1.20	0.52	0.00
Tubería 02	31.42	PVC	54.20	1.20	0.52	0.20
Tubería 03	26.99	PVC	54.20	1.20	0.52	0.20
Tubería 04	26.05	PVC	54.20	1.20	0.52	0.10
Tubería 05	26.64	PVC	54.20	1.20	0.52	0.20
Tubería 06	43.29	PVC	54.20	1.20	0.52	0.20
Tubería 07	33.28	PVC	54.20	1.20	0.52	0.20
Tubería 08	27.91	PVC	54.20	1.20	0.52	0.20
Tubería 09	39.79	PVC	54.20	1.20	0.52	0.20
Tubería 10	42.13	PVC	54.20	1.20	0.52	0.20
Tubería 11	43.42	PVC	54.20	1.20	0.52	0.20
Tubería 12	159.49	PVC	54.20	1.20	0.52	0.90
Tubería 13	291.70	PVC	54.20	1.20	0.52	1.70
Tubería 14	66.19	PVC	54.20	1.20	0.52	0.40
Tubería 15	36.12	PVC	54.20	1.20	0.52	0.20
Tubería 16	3.37	PVC	54.20	1.20	0.52	0.02
Tubería 17	3.04	PVC	54.20	1.20	0.52	0.00

Red de distribución

RD-01	27.50	PVC	29.40	0.76	1.12	1.30
RD-02	9.98	PVC	29.40	0.76	1.12	0.50
RD-03	33.03	PVC	29.40	-0.54	0.79	0.80
RD-04	43.88	PVC	29.40	0.51	0.75	1.00
RD-05	48.29	PVC	29.40	0.57	0.84	1.40
RD-06	7.65	PVC	29.40	0.59	0.87	0.20
RD-07	39.20	PVC	29.40	0.59	0.87	1.20
RD-08	40.52	PVC	22.40	0.36	0.92	1.90
RD-09	43.78	PVC	22.40	0.50	1.27	3.60
RD-10	47.45	PVC	22.40	0.30	0.76	1.50
RD-11	52.11	PVC	22.40	0.37	0.94	2.50
RD-12	57.82	PVC	22.40	0.22	0.56	1.10
RD-13	22.72	PVC	22.40	0.08	0.20	0.10
RD-14	32.05	PVC	22.40	-0.14	0.36	0.30
RD-15	57.17	PVC	22.40	0.15	0.37	0.50
RD-16	43.70	PVC	22.40	-0.20	0.51	0.70
RD-17	56.49	PVC	22.40	0.08	0.20	0.20
RD-18	46.76	PVC	22.40	-0.21	0.53	0.80
RD-19	55.05	PVC	22.40	-0.14	0.35	0.40
RD-20	41.64	PVC	22.40	0.05	0.13	0.00
RD-21	40.93	PVC	22.40	0.41	1.04	2.40
RD-22	42.91	PVC	22.40	-0.12	0.31	0.30
RD-23	41.17	PVC	22.40	0.23	0.58	0.80
RD-24	57.46	PVC	22.40	0.14	0.36	0.50
RD-25	63.88	PVC	22.40	-0.12	0.30	0.40
RD-26	59.43	PVC	22.40	0.23	0.58	1.10
RD-27	23.93	PVC	22.40	0.17	0.42	0.30
RD-28	58.84	PVC	22.40	0.14	0.35	0.40
RD-29	57.32	PVC	22.40	0.20	0.51	0.90
RD-30	48.79	PVC	22.40	0.14	0.35	0.40
RD-31	47.81	PVC	22.40	0.12	0.30	0.30

Nota. Elaboración propia.

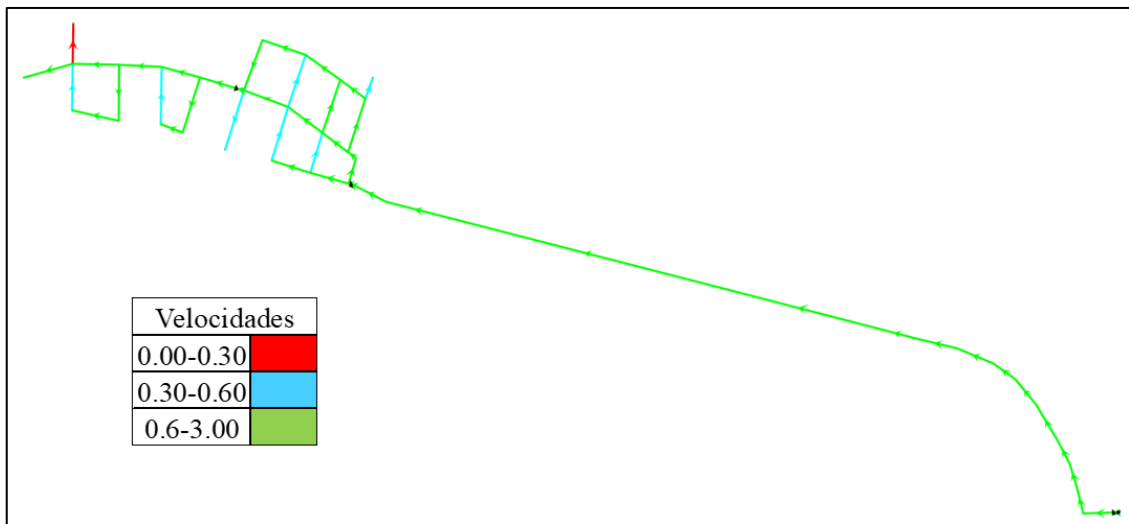
- Modelamiento Dinámico

La demanda de agua estará definida por el consumo estimado en base a la dotación per cápita. Sin embargo, el análisis de la red debe contemplar las condiciones más desfavorables, lo cual da lugar a un factor k para las condiciones de consumo pico horario en el transcurso del día.

Asimismo, las presiones en la red deben satisfacer ciertas condiciones mínimas y máximas para las diferentes situaciones de análisis que puedan ocurrir. En tal sentido, la red debe mantener presiones de servicio mínimas, que sean capaces de llevar agua al interior de la vivienda para este caso las presiones van desde 10.28 mH2O hasta 42.83 mH2O. En la figura 34 se muestra el diagrama con los tramos que cumplen con las velocidades mínimas permisibles por la norma técnica.

Figura 34

Modelamiento dinámico.



Nota. Todas las presiones en los nodos cumplen con la norma.

Para el modelamiento dinámico se cumplieron con las velocidades en las tuberías en un 96.91% de la red de distribución y al 100% en la línea de aducción. En la tabla 16 se resumen los resultados obtenidos en cada tramo para una modelación en periodo dinámico.

Tabla 16

Resultados del programa WaterCAD.

Modelación Dinámica	
Proyecto	Propuesta de un sistema de saneamiento para mejorar la calidad de vida en el sector Las Brisas – Cañete

Ubicación	Distrito de San Antonio, Provincia de Cañete, Departamento de Lima					
Localidad	A.A.H.H. Los Ángeles					
Fecha	Julio del 2023					
Elemento	Long. (m)	Material	D. (mm)	Q (L/s)	V. (m/s)	Hf (mH2O)
Línea de aducción						
Tubería 01	4.32	PVC	54.20	2.03	0.88	0.10
Tubería 02	31.42	PVC	54.20	2.03	0.88	0.50
Tubería 03	26.99	PVC	54.20	2.03	0.88	0.40
Tubería 04	26.05	PVC	54.20	2.03	0.88	0.40
Tubería 05	26.64	PVC	54.20	2.03	0.88	0.40
Tubería 06	43.29	PVC	54.20	2.03	0.88	0.70
Tubería 07	33.28	PVC	54.20	2.03	0.88	0.50
Tubería 08	27.91	PVC	54.20	2.03	0.88	0.40
Tubería 09	39.79	PVC	54.20	2.03	0.88	0.60
Tubería 10	42.13	PVC	54.20	2.03	0.88	0.60
Tubería 11	43.42	PVC	54.20	2.03	0.88	0.70
Tubería 12	159.49	PVC	54.20	2.03	0.88	2.40
Tubería 13	291.70	PVC	54.20	2.03	0.88	4.40
Tubería 14	66.19	PVC	54.20	2.03	0.88	1.00
Tubería 15	36.12	PVC	54.20	2.03	0.88	0.50
Tubería 16	3.37	PVC	54.20	2.03	0.88	0.10
Tubería 17	3.04	PVC	54.20	2.03	0.88	0.00
Red de Distribución						
RD-01	27.50	PVC	29.40	1.29	1.90	3.50
RD-02	9.98	PVC	29.40	1.29	1.90	1.30
RD-03	33.03	PVC	29.40	-0.91	1.34	2.20
RD-04	43.88	PVC	29.40	0.86	1.27	2.70
RD-05	48.29	PVC	29.40	0.97	1.42	3.60
RD-06	7.65	PVC	29.40	1.01	1.49	0.60
RD-07	39.20	PVC	29.40	1.01	1.49	3.20
RD-08	40.52	PVC	22.40	0.62	1.57	5.00

RD-09	43.78	PVC	22.40	0.85	2.16	9.70
RD-10	47.45	PVC	22.40	0.51	1.30	4.10
RD-11	52.11	PVC	22.40	0.63	1.60	6.60
RD-12	57.82	PVC	22.40	0.38	0.96	2.90
RD-13	22.72	PVC	22.40	0.14	0.36	0.20
RD-14	32.05	PVC	22.40	-0.24	0.61	0.70
RD-15	57.17	PVC	22.40	0.25	0.64	1.30
RD-16	43.70	PVC	22.40	-0.33	0.84	1.70
RD-17	56.49	PVC	22.40	0.13	0.33	0.40
RD-18	46.76	PVC	22.40	-0.35	0.90	2.00
RD-19	55.05	PVC	22.40	-0.24	0.62	1.20
RD-20	41.64	PVC	22.40	0.09	0.23	0.10
RD-21	40.93	PVC	22.40	0.70	1.77	6.30
RD-22	42.91	PVC	22.40	-0.21	0.52	0.70
RD-23	41.17	PVC	22.40	0.39	1.00	2.20
RD-24	57.46	PVC	22.40	0.23	0.59	1.20
RD-25	63.88	PVC	22.40	-0.20	0.51	1.00
RD-26	59.43	PVC	22.40	0.39	0.99	3.10
RD-27	23.93	PVC	22.40	0.29	0.74	0.70
RD-28	58.84	PVC	22.40	0.23	0.58	1.20
RD-29	57.32	PVC	22.40	0.34	0.86	2.30
RD-30	48.79	PVC	22.40	0.24	0.60	1.00
RD-31	47.81	PVC	22.40	0.21	0.53	0.80

Nota. Elaboración propia.

5.6.2. Sistema de Alcantarillado Sanitario

En la tabla 17 se muestran las consideraciones para el diseño del sistema de alcantarillado.

Tabla 17

Parámetros de diseño.

Parámetros	
Velocidad mínima	0.60 m/s
Velocidad máxima	5.00 m/s
Porcentaje de llenado en tubería	75%

Tensión tractiva mínima	1 Pa
Caudal residual (QR)	1.23
Caudal residual dinámico (Dinámico)	1.96
Coefficiente de Manning	0.009

Nota. Elaboración propia.

En la figura 35 se muestran las especificaciones técnicas de la tubería a utilizar para el sistema de alcantarillado.

Figura 35

Ficha técnica de tubería PVC-U.

TUBOS DE ALCANTARILLADO PVC-U
NTP ISO 4435

FUNCIÓN: Conducción de desagüe por gravedad.


APLICACIONES: La línea de tubos unión flexible, es utilizada para instalaciones de redes de infraestructura sistemas de drenaje y alcantarillado.

1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tipo de resina : Tubos Fabricados en poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U)
 Coeficiente de Fricción Manning : n = 0,009
 Longitud : 6 metros
 Tipo de unión : Unión Flexible / Unión Rieber
 Color : Ocre

1.1 Normas:
 NTP-ISO 4435:2014 Tubos y conexiones de poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U) para sistemas de drenaje y alcantarillado.

Ficha Técnica

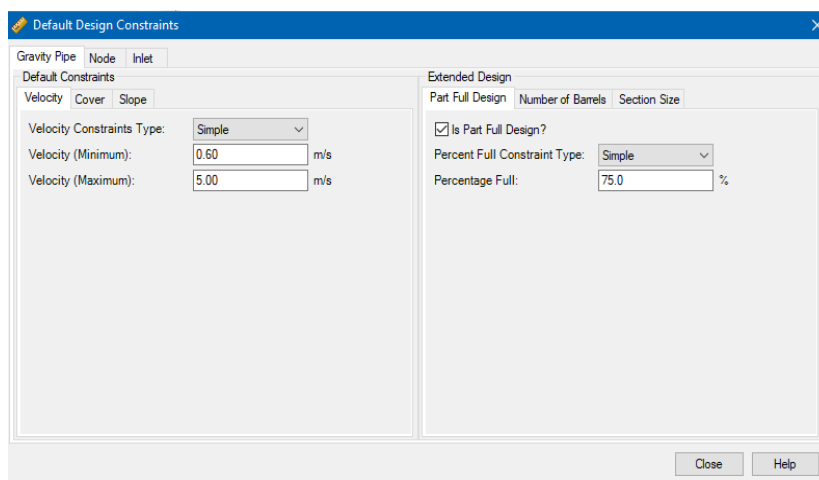


Nota. Plástica.

En la figura 36 se muestra los parámetros de diseño ingresado al programa SewerCad V8i.

Figura 36

Parámetros de diseño.



Nota. Introducción de datos en el software SewerCad V8i

En la modelación se realizó un análisis de flujo estático y dinámico a la propuesta de la red de alcantarillado. En la tabla 18 se muestran los resultados de la modelación.

Tabla 18

Resultados del análisis de flujo estático y dinámico en buzones.

Buzón	Cota fondo de techo (m)	Cota de base (m)	Diámetro interno (mm)	Q estático de entrada (L/s)	Q dinámico de entrada (L/s)
Buzón 1	71.27	69.57	1200	0.017	0.027
Buzón 2	72.95	71.75	1200	0.000	0.000
Buzón 3	83.00	81.80	1200	0.000	0.000
Buzón 4	71.00	68.40	1500	0.162	0.258
Buzón 5	82.33	81.13	1200	0.000	0.000
Buzón 6	71.49	70.29	1200	0.000	0.000
Buzón 7	70.87	67.67	1500	0.256	0.407
Buzón 8	82.95	81.75	1200	0.000	0.000
Buzón 9	70.80	69.60	1200	0.000	0.000
Buzón 10	69.14	67.04	1200	0.461	0.735
Buzón 11	82.59	81.39	1200	0.000	0.000
Buzón 12	69.80	68.60	1200	0.000	0.000
Buzón 13	67.20	66.00	1200	0.692	1.103
Buzón 14	67.37	66.17	1200	0.000	0.000
Buzón 15	66.38	63.58	1500	0.786	1.252
Buzón 16	66.59	65.39	1200	0.000	0.000
Buzón 17	63.29	61.69	1200	0.863	1.374
Buzón 18	65.61	64.41	1200	0.000	0.000
Buzón 19	61.31	59.91	1200	1.017	1.619
Buzón 20	67.92	66.72	1200	0.000	0.000
Buzón 21	60.92	59.72	1200	0.000	0.000
Buzón 22	60.88	56.78	1500	1.179	1.878
Buzón 23	62.02	57.92	1500	1.230	1.960

Nota. Elaboración propia.

De la Tabla 18, se verifica que los buzones: 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 16, 18, 20 y 21 presentan caudales de entrada de 0.000 L/s eso nos indica que son buzones de arranque.

Siendo un total de 13 buzones de arranque por el cual no circula ningún tipo de flujo o aguas residuales.

Tabla 19

Características generales de los colectores.

Etiqueta	Buzón inicio	H de inicio (m)	Buzón final	H de fin (m)	Long. (m)	D. (mm)
Colector-1	Buzón 2	71.75	Buzón 1	69.57	28.01	160.0
Colector-2	Buzón 1	69.57	Buzón 4	68.40	13.88	160.0
Colector-3	Buzón 4	68.40	Buzón 3	81.80	80.26	200.0
Colector-4	Buzón 4	68.40	Buzón 7	67.67	31.60	160.0
Colector-5	Buzón 7	67.67	Buzón 5	81.13	55.21	160.0
Colector-6	Buzón 7	67.67	Buzón 6	70.29	41.36	160.0
Colector-7	Buzón 7	67.67	Buzón 10	67.04	44.33	160.0
Colector-8	Buzón 10	67.04	Buzón 8	81.75	54.26	160.0
Colector-9	Buzón 10	67.04	Buzón 9	69.60	58.71	160.0
Colector-10	Buzón 10	67.04	Buzón 13	66.00	49.28	160.0
Colector-11	Buzón 13	66.00	Buzón 11	81.39	54.64	160.0
Colector-12	Buzón 13	66.00	Buzón 12	68.60	64.06	200.0
Colector-13	Buzón 13	66.00	Buzón 15	63.58	45.97	160.0
Colector-14	Buzón 15	63.58	Buzón 14	66.17	65.37	200.0
Colector-15	Buzón 15	63.58	Buzón 17	61.69	37.87	160.0
Colector-16	Buzón 17	61.69	Buzón 16	65.39	66.19	200.0
Colector-17	Buzón 17	61.69	Buzón 19	59.91	48.26	160.0
Colector-18	Buzón 19	59.91	Buzón 18	64.41	56.19	160.0
Colector-19	Buzón 19	59.91	Buzón 22	56.78	45.80	160.0
Colector-20	Buzón 22	56.78	Buzón 20	66.72	46.36	160.0
Colector-21	Buzón 21	59.72	Buzón 22	56.78	45.65	160.0
Colector-22	Buzón 22	56.78	Buzón 23	56.42	52.58	160.0

Nota. Elaboración propia.

De la Tabla 19, se observan que los colectores: 3, 12, 14 y 16 presentan diámetros de 200 mm debido a que sus longitudes son mayores a 60.00 m según la norma 070. Siendo un total de 4 colectores de 200 mm y 18 colectores de 160 mm. Donde todos los colectores fueron de PVC con un coeficiente de Manning de 0.009.

Tabla 20*Resultados del análisis de flujo estático en colectores.*

Etiqueta	Pendiente (%)	Cobertura promedio (m)	V. (m/s)	Q. (L/s)	Tensión tractiva (Pascales)	Y/D (%)
Colector-1	7.78	1.29	0.36	0.017	1.00	1.7
Colector-2	8.43	1.99	0.37	0.017	1.06	4.5
Colector-3	16.70	1.70	0.88	0.145	4.61	5.2
Colector-4	2.31	2.74	0.47	0.162	1.11	8.1
Colector-5	24.38	2.04	0.67	0.034	3.32	6.3
Colector-6	6.33	2.04	0.51	0.060	1.49	6.7
Colector-7	1.42	2.49	0.49	0.299	1.00	10.8
Colector-8	27.11	1.49	0.88	0.068	4.85	8.3
Colector-9	4.36	1.49	0.50	0.094	1.41	8.7
Colector-10	2.11	1.49	0.66	0.504	1.71	13.4
Colector-11	28.16	1.04	0.90	0.068	4.99	9.6
Colector-12	4.06	1.00	0.52	0.120	1.40	8.1
Colector-13	5.26	1.84	1.02	0.726	4.07	15.1
Colector-14	3.96	1.80	0.42	0.060	1.00	7.8
Colector-15	4.99	2.04	1.04	0.829	4.16	16.2
Colector-16	5.59	1.20	0.39	0.034	1.01	7.9
Colector-17	3.69	1.34	0.98	0.957	3.51	17.5
Colector-18	8.01	1.14	0.56	0.060	1.78	11.1
Colector-19	6.83	2.59	1.26	1.102	6.05	18.6
Colector-20	21.44	2.49	0.75	0.051	3.52	11.5
Colector-21	6.44	2.49	0.41	0.026	1.02	10.9
Colector-22	0.68	4.69	0.58	1.230	1.07	17.7

Nota. Elaboración propia.

De la Tabla 20, se observan que los colectores: 1, 2, 4, 6, 7, 9, 12, 14, 16, 18, 21 y 22 presentan velocidades menores a 0.60 m/s sin embargo sus tensiones tractivas son mayor o igual a 1.00 Pascal según norma 070 con pendientes entre 0.68 y 8.43%.

Además, las coberturas promedio en todos los colectores son mayor o igual a 1.00 m sobre el plano clave de la tubería

Tabla 21*Resultados del análisis de flujo dinámico en colectores.*

Etiqueta	Pendiente. (%)	Cobertura promedio (m)	V. (m/s)	Q. (L/s)	Tensión tractiva (Pascales)	Y/D (%)
Colector-1	7.78	1.29	0.44	0.027	1.19	2.2
Colector-2	8.43	1.99	0.46	0.027	1.27	5.8
Colector-3	16.70	1.70	1.04	0.231	5.60	6.6
Colector-4	2.31	2.74	0.55	0.258	1.36	10.3
Colector-5	24.38	2.04	0.80	0.054	3.99	7.9
Colector-6	6.33	2.04	0.58	0.095	1.87	8.5
Colector-7	1.42	2.49	0.57	0.475	1.23	13.6
Colector-8	27.11	1.49	1.03	0.109	5.98	10.5
Colector-9	4.36	1.49	0.59	0.150	1.73	11.0
Colector-10	2.11	1.49	0.76	0.802	2.11	17.0
Colector-11	28.16	1.04	1.05	0.109	6.16	12.1
Colector-12	4.06	1.00	0.61	0.191	1.72	10.3
Colector-13	5.26	1.84	1.16	1.156	5.08	19.2
Colector-14	3.96	1.80	0.48	0.095	1.23	9.9
Colector-15	4.99	2.04	1.19	1.319	5.15	20.6
Colector-16	5.59	1.20	0.46	0.054	1.23	10.0
Colector-17	3.69	1.34	1.12	1.523	4.35	22.2
Colector-18	8.01	1.14	0.63	0.095	2.23	14.1
Colector-19	6.83	2.59	1.45	1.754	7.48	23.6
Colector-20	21.44	2.49	0.87	0.082	4.39	14.6
Colector-21	6.44	2.49	0.46	0.041	1.27	13.9
Colector-22	0.68	4.69	0.67	1.960	1.31	22.3

Nota. Elaboración propia.

De la Tabla 21, se observan que los colectores: 1, 2, 4, 6, 7, 9, 14, 16 y 21 presentan velocidades que oscilan entre 0.44 y 0.59 m/s pero sus tensiones tractivas oscilan entre 1.19 y 1.73 Pascales cumpliendo su propiedad de tensión tractiva.

5.6.3. Evaluación económica.

Para la elaboración del presupuesto se tuvo que realizar la planilla de metrados siendo la partida de movimiento de tierras la de mayor demanda económica. Asimismo, para el

análisis de costos se utilizaron cotizaciones de acuerdo al mercado nacional y los precios de mano de obra vigente. Por consiguiente, se tuvo un monto total de S/. 796,714.74 incluyendo el impuesto general a la renta.

En la tabla 22 se detalla el resumen del presupuesto para la ejecución de sistema de saneamiento en el sector las brisas.

Tabla 22

Resumen de presupuesto.

Costo Directo	562,651.65
Gastos Generales 10%	56,265.17
Utilidad 10%	56,265.17
Sub Total	675,181.98
IGV (18%)	121,532.76
Presupuesto Total	796,714.74

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 23 se detallan las dimensiones para el cálculo de movimiento de tierra del sistema de alcantarillado, esta partida representó el mayor porcentaje de incidencia del proyecto siendo este el 22.51% en relación al presupuesto total.

Tabla 23

Volumen de excavación en buzones.

Etiqueta	Altura total (m)	Diámetro total (m)	Volumen (m3)
Buzón 1	2.10	1.60	4.22
Buzón 2	1.60	1.60	3.22
Buzón 3	1.60	1.60	3.22
Buzón 4	3.00	1.90	8.51
Buzón 5	1.60	1.60	3.22
Buzón 6	1.60	1.60	3.22
Buzón 7	3.60	1.90	10.21
Buzón 8	1.60	1.60	3.22
Buzón 9	1.60	1.60	3.22
Buzón 10	2.50	1.60	5.03
Buzón 11	1.60	1.60	3.22
Buzón 12	1.60	1.60	3.22
Buzón 13	1.60	1.60	3.22

Buzón 14	1.60	1.60	3.22
Buzón 15	3.20	1.90	9.07
Buzón 16	1.60	1.60	3.22
Buzón 17	2.00	1.60	4.02
Buzón 18	1.60	1.60	3.22
Buzón 19	1.80	1.60	3.62
Buzón 20	1.60	1.60	3.22
Buzón 21	1.60	1.60	3.22
Buzón 22	4.50	1.90	12.76
Buzón 23	6.00	1.90	17.01
		Total	119.48

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 24 se clasifican la longitud total para tuberías de acuerdo a su diámetro siendo un total de 1,085.84 metros lineales de tubería PVC-U.

Tabla 24

Longitud de elementos para la red de alcantarillado.

Elementos de red	Metro lineal total (m)
Tubería PVC-U DN=160mm	809.96
Tubería PVC-U DN=200mm	275.88

Nota. Elaboración propia.

En el caso de los colectores se consideró un ancho de zanja de 0.80 m donde se habilitarán tuberías de 160 mm y 200 mm de diámetro nominal. En la tabla 25 se muestran los resultados del cálculo realizado para obtener el volumen total de excavación, teniendo como resultado 2,168.15 m³.

Tabla 25

Volumen de excavación en los colectores

Etiqueta	Altura de inicio (m)	Altura final (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Volumen (m ³)
Colector-1	1.60	2.10	28.01	0.80	41.45
Colector-2	2.10	3.00	13.88	0.80	28.32
Colector-3	3.00	1.60	80.26	0.80	147.68
Colector-4	3.00	3.60	31.6	0.80	83.42
Colector-5	3.60	1.60	55.21	0.80	114.84
Colector-6	3.60	1.60	41.36	0.80	86.03

Colector-7	3.60	2.50	44.33	0.80	108.17
Colector-8	2.50	1.60	54.26	0.80	88.99
Colector-9	2.50	1.60	58.71	0.80	96.28
Colector-10	2.50	1.60	49.28	0.80	80.82
Colector-11	1.60	1.60	54.64	0.80	69.94
Colector-12	1.60	1.60	64.06	0.80	82.00
Colector-13	1.60	3.20	45.97	0.80	88.26
Colector-14	3.20	3.20	65.37	0.80	167.35
Colector-15	3.20	2.00	37.87	0.80	78.77
Colector-16	2.00	1.60	66.19	0.80	95.31
Colector-17	2.00	1.80	48.26	0.80	73.36
Colector-18	1.80	1.60	56.19	0.80	76.42
Colector-19	1.80	4.50	45.8	0.80	115.42
Colector-20	4.50	1.60	46.36	0.80	113.12
Colector-21	1.60	4.50	45.65	0.80	111.39
Colector-22	4.50	6.00	52.58	0.80	220.84
				Total	2,168.15

Nota. Elaboración propia.

El presupuesto contempla las cantidades de insumos, mano de obra, equipos y herramientas referenciales del libro costos y presupuesto de la Cámara Peruana de la Construcción, así como cotizaciones de acuerdo al mercado local y complementariamente el suplemento técnico del mes de julio del 2023. De esta manera se presenta en la tabla 26 el desagregado de partidas del sistema de saneamiento en el Sector Las Brisas.

Tabla 26

Presupuesto.

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Parcial (S/)
01	Sistema de agua potable			183,976.07
01.01	Trazos, niveles y replanteo	m	2,254.41	4,486.28
01.02	Movimiento de tierras			69,880.90
01.02.01	Línea de aducción	m ³	1,259.96	50,571.33
01.02.02	Línea de distribución	m ³	580.18	19,309.57
01.03	Tuberías	m	2,299.49	36,006.67
01.04	Válvulas y accesorios			1,948.51

01.04.01	Línea de aducción	und	16.00	598.71
01.04.02	Línea de distribución	und	48.00	1,034.36
01.04.03	Válvulas	und	2.00	315.44
01.05	Prueba hidráulica	und	3.00	1,423.41
01.06	Conexiones domiciliarias			70,230.30
01.06.01	Movimiento de tierras	m ³	103.68	3,670.62
01.06.02	Conexiones domiciliarias	und	144	66,559.68
02	Sistema de alcantarillado			337,887.95
02.01	Trabajos preliminares	m	1,085.84	7,112.25
02.02	Movimiento de tierras y nivelación			179,373.19
02.02.01	Excavaciones de zanjas	m ³	1,883.41	61,944.49
02.02.02	Entibados de zanjas	m	1,085.84	61,273.95
02.02.03	Refine y nivelación de zanjas	m	1,085.84	3,214.09
02.02.04	Cama de material granular clasificado	m	1,085.84	7,861.48
02.02.05	Relleno y compactación para zanjas	m	2,171.68	45,079.17
02.03	Tubería			48,352.94
02.03.01	Suministro e instalación de tubería	m	2,171.68	44,807.06
02.03.02	Prueba hidráulica	m	1,085.84	3,545.89
02.04	Buzones			84,347.76
02.04.01	Excavaciones de zanjas	m ³	119.48	5,426.78
02.04.02	Buzones prefabricados	und	23.00	55,920.00
02.04.03	Eliminación de material excedente	m ³	119.48	3,210.43
02.04.04	Otros	gbl	1.00	19,790.55
02.05	Conexiones domiciliarias de desagüe			59,489.44
02.05.01	Trabajos preliminares	und	144.00	967.68
02.05.02	Movimiento de tierras	m	1,085.67	16,574.56
02.05.03	Conexiones domiciliarias	und	144.00	41,947.20
Costo Directo				562,651.65
Gastos Generales 10%				56,265.17
Utilidad 10%				56,265.17
Sub Total				675,181.98
IGV (18%)				121,532.76

Presupuesto Total	796,714.74
-------------------	------------

Nota. Elaboración propia.

- Análisis costo efectividad

Para el análisis costo efectividad del sistema de saneamiento se consideró el costo de inversión inicial y los costos de operación y mantenimiento durante los 20 años de vida útil teniendo un total de S/1,813,329.16 como se detalla en la tabla 27. Los costos de operación y mantenimiento contemplaron un valor promedio de acuerdo las facturaciones del servicio brindado por la EPS EMAPA CAÑETE en las viviendas en el distrito de San Antonio.

Tabla 27

Análisis económico para del sistema de saneamiento.

	Año 0	Año 10	Año 20
Costo de Inversión	S/ 796,714.74	S/ 79,671.47	S/ 159,342.95
Operación y mantenimiento		S/ 345,600.00	S/ 432,000.00
Total			S/ 1,813,329.16

Nota. Elaboración propia.

Del análisis realizado al sistema de abastecimiento convencional se consideró la adquisición de tanques de agua y las construcciones de fosas sépticas para los lotes que aún no se encuentra habitados; así mismo se contempló un monto promedio para el abastecimiento por camiones sistema y un monto razonable para la reconstrucción de fosas para aguas residuales. En la tabla 28 se detalla los montos para periodos de 10 y 20 años.

Tabla 28

Análisis económico del sistema actual en el sector las brisas.

	Año 0	Año 10	Año 20
Costo de Inversión	S/ 478,800.00	S/ 143,640.00	S/ 239,400.00
Operación y mantenimiento		S/ 1,382,400.00	S/ 1,728,000.00
Total			S/ 3,972,240.00

Nota. Elaboración propia.

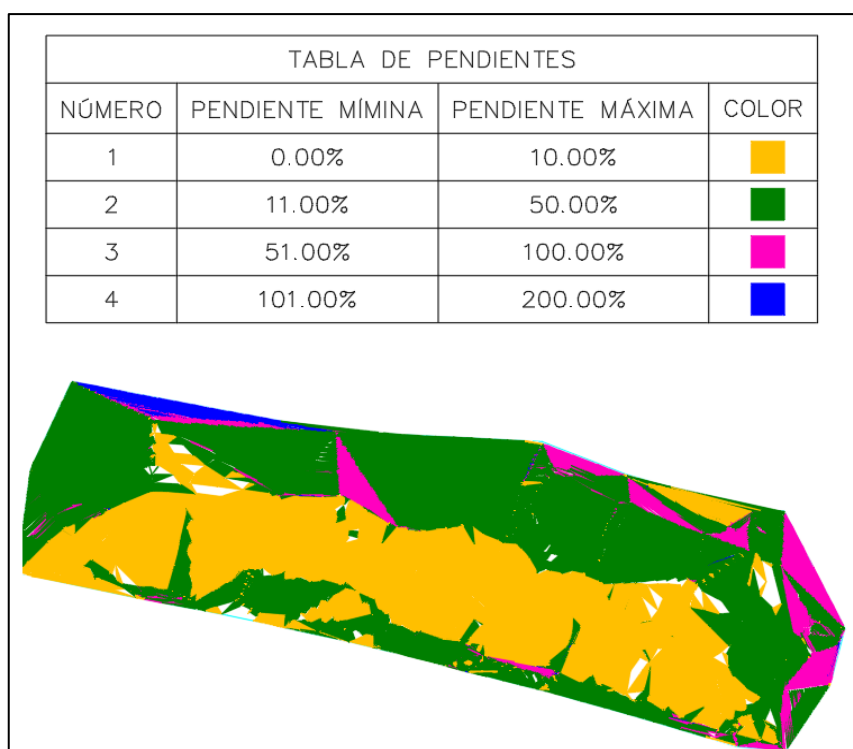
Del cálculo realizado para determinar el costo efectividad del sistema de saneamiento en el sector la brisa resultó un total de S/3,148.14 por habitante y para el sistema de abastecimiento convencional sería de S/ 6,896.25 por habitante.

5.7. Análisis de resultados

La topografía que presentó el Sector Las Brisas en el distrito de San Antonio, provincia de Cañete del departamento de Lima es variable según la norma DG 2018 que se clasificó como un terreno plano en la zona donde se asienta la mayor población con una pendiente hasta el 10% y en la zona alta ubicada en la subida hacia el cerro con una pendiente hasta el 50% denominada ondulada ambos representados de color amarillo y color verde correspondiente en la Figura 37.

Figura 37

Pendientes del Sector Las Brisas.



Nota. Elaboración propia.

En la tabla 29 se resumen el tipo de terreno y su grado de inclinación en referencia a la figura 37.

Tabla 29

Clasificación de topografía.

Pendiente	Terreno
$\leq 10\%$	Terreno Plano (Tipo 1)
Entre 11% y 50%	Terreno Ondulado (Tipo 2)
Entre 51% y 100%	Terreno Accidentado (Tipo 3)
$\geq 100\%$	Terreno Escarpado (Tipo 4)

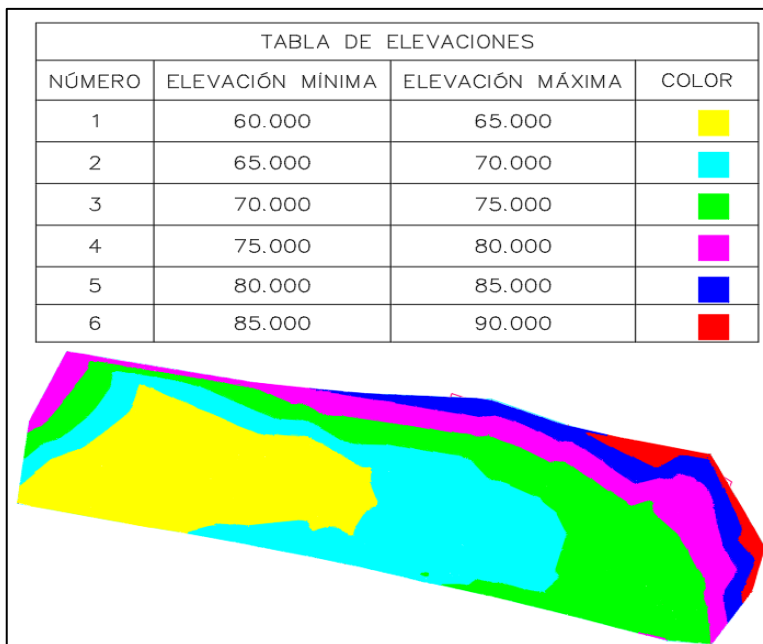
Nota. DG 2018

Además, presenta elevaciones de 60 a 75 msnm en la zona menos pronunciada donde se ubica la mayoría de viviendas del centro poblado y en las zonas más empinadas presenta cotas de elevación de 75 a 90 msnm en las laderas del cerro según la Figura 38.

La topografía del Sector Las Brisas influyó a favor de la red de alcantarillado ya que permite al sistema trabajar a favor de la gravedad para el transporte de aguas residuales hacia las cámaras de inspección.

Figura 38

Elevaciones del Sector Las Brisas



Nota. Elaboración propia.

La zona de investigación presenta suelos de origen eólico donde su geomorfología es una llanura conformado por arena media y/o gruesa.

La escasa humedad del Sector Las brisas debido a la ausencia del nivel freático y sus suelos eólicos permite a la red de alcantarillado no usar impermeabilizantes además del uso del suelo propio como camada o relleno para cubrir las tuberías.

El período de diseño recomendado para la presente investigación fue de 20 años, como lo indica la norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural (2018). La población beneficiada para el año 2043 será de 576 habitantes según el método de lotización con el fin poder activar el comercio, la educación y áreas recreativas como centro poblado en base al número de lotes que son 144 lotes.

La dotación que se eligió para este caso fue de 90 L/hab/día, según indica la norma técnica para zonas rurales. Conociendo la dotación necesaria para la población futura del Sector

Las Brisas se obtuvo el caudal promedio (Q_p) de 0.60 L/s, el consumo máximo diario (Q_{md}) de 0.78 L/s, el consumo máximo horario (Q_{mh}) de 1.20 L/s y para un escenario dinámico se consideró un 70% del consumo máximo diario siendo este valor de 2.03 L/s. A partir del Q_{mh} se calculó el caudal de retorno (Q_r) que es 0.96 L/s. caudal de infiltración por longitud de red (I_1) es 0.07 L/s, caudal de infiltración por buzón (I_2) es 0.10 L/s, caudal por conexiones erradas es 0.10 L/s finalmente se obtiene un caudal residual (Q_R) de 1.23 L/s y para un caudal dinámico se tiene 1.96 L/s.

En la figura 39 se muestran las características de las tuberías que cumplen con la norma NTP 399.002-2015, la línea de aducción será de 2" PVC-U y las redes de distribución serán de dos diámetros 1" y 3/4" PVC-U a simple presión, su instalación debe tener el siguiente detalle:

Figura 39

Especificaciones técnicas para tuberías de agua potable Clase 10.

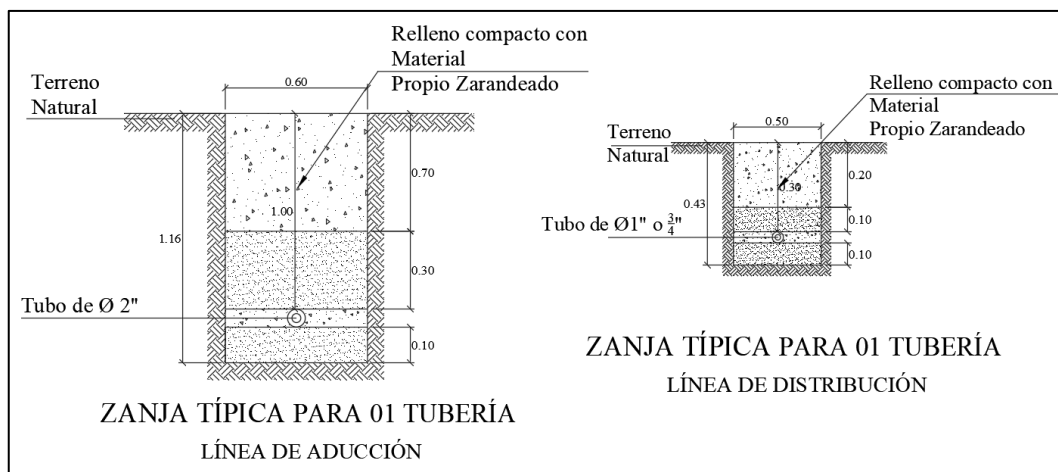
Diámetro Nominal (pulg)	Diámetro Exterior (mm)	Diámetro Interior (mm)	Espesor (mm)	Largo del tubo (m)	Largo mínimo de campana (mm) según NTP	Largo de campana (mm) Rango de trabajo	Peso tubo aprox. (kg)
1/2"	21,0	17,40	1,8	5,00	15,75	25	0,80
3/4"	26,5	22,90	1,8	5,00	19,88	30	1,03
1"	33,0	29,40	1,8	5,00	24,75	35	1,30
1 1/4"	42,0	38,00	2,0	5,00	31,50	40	1,85
1 1/2"	48,0	43,40	2,3	5,00	36,00	50	2,43
2"	60,0	54,20	2,9	5,00	45,00	60	3,83

Nota. Tubos Matusita.

En la figura 40 se detallan un corte de la zanja para tubería de agua potable tanto en la línea de aducción y en la red de distribución.

Figura 40

Zanja para instalación de tuberías de agua potable.



Nota. Elaboración propia.

Para la determinación de los caudales en los nodos se aplicó el método de la densidad poblacional, en el que se distribuye el caudal total de la población entre los nudos proyectados. En el siguiente cuadro se presentan las presiones en los nodos para ambos escenarios, tenido como presión máxima 51.98 mH₂O, superando lo establecido en la norma, por lo tanto, ratificamos el uso de tuberías clase 10.

Por otro lado, para el escenario dinámico la presión mínima es de 10.28 mH₂O asegurando el suministro de agua para todas las viviendas del sector Las Brisas.

En la tabla 30 se presentan los resultados obtenidos en la modelación.

Tabla 30

Análisis de resultados de la modelación de agua potable.

Análisis de resultados					
Proyecto	Propuesta de un sistema de saneamiento para mejorar la calidad de vida en el sector Las Brisas – Cañete.				
Ubicación	Distrito de San Antonio, Provincia de cañete, Departamento de Lima.				
Localidad	A.A.H.H. Los Ángeles				
Fecha	Julio del 2023				
Nodo	Gradiente hidráulico dinámico (m)	Gradiente hidráulico estático (m)	Cota del terreno (msnm)	Presión dinámica (m H ₂ O)	Presión estática (m H ₂ O)
Nodo 01	128.8	128.46	115	13.77	13.43
Nodo 02	128.64	128.05	114	14.61	14.03
Nodo 03	128.49	127.66	115	13.47	12.64
Nodo 04	128.34	127.26	115	13.32	12.24
Nodo 05	128.1	126.61	115	13.07	11.58
Nodo 06	127.91	126.11	112	15.88	14.08
Nodo 07	127.75	125.69	110	17.71	15.65
Nodo 08	127.52	125.09	107	20.48	18.05
Nodo 09	127.28	124.45	104	23.24	20.41
Nodo 10	127.04	123.8	101	25.98	22.75
Nodo 11	126.13	121.39	92	34.06	29.33
Nodo 12	124.47	117	76	48.37	40.92
Nodo 13	124.09	116	76	47.99	39.92

Nodo 14	123.88	115.46	72.93	50.85	42.44
Nodo 15	123.85	115.36	72.44	51.31	42.83
Nodo 16	122.53	111.83	71.5	50.93	40.25
Nodo 17	122.05	110.55	71.2	50.75	39.28
Nodo 18	121.48	109.02	70.8	50.58	38.15
Nodo 19	121.22	108.33	71.08	50.04	37.18
Nodo 20	120.98	107.67	79.81	41.08	27.8
Nodo 21	120.92	107.49	83.2	37.64	24.24
Nodo 22	120.72	106.98	82.46	38.18	24.47
Nodo 23	120.66	106.82	70.09	50.47	36.66
Nodo 24	120.21	105.66	69.23	50.88	36.35
Nodo 25	120.05	105.27	82.18	37.8	23.04
Nodo 26	119.28	103.23	82.05	37.15	21.14
Nodo 27	118.85	102.03	67.4	51.34	34.56
Nodo 28	118.47	101.06	69.85	48.52	31.14
Nodo 29	117.44	98.22	66.58	50.76	31.58
Nodo 30	116.29	95.09	66.73	49.46	28.31
Nodo 31	116.02	94.36	65.9	50.03	28.41
Nodo 32	115.58	93.2	63.49	51.98	29.65
Nodo 33	111.93	83.46	61.51	50.32	21.91
Nodo 34	111.06	81.15	65.15	45.82	15.97
Nodo 35	110.68	80.12	61	49.58	19.08
Nodo 36	110.4	79.34	61.11	49.18	18.19
Nodo 37	110.35	79.19	67.5	42.76	11.67
Nodo 38	107.91	72.68	62.37	45.45	10.28

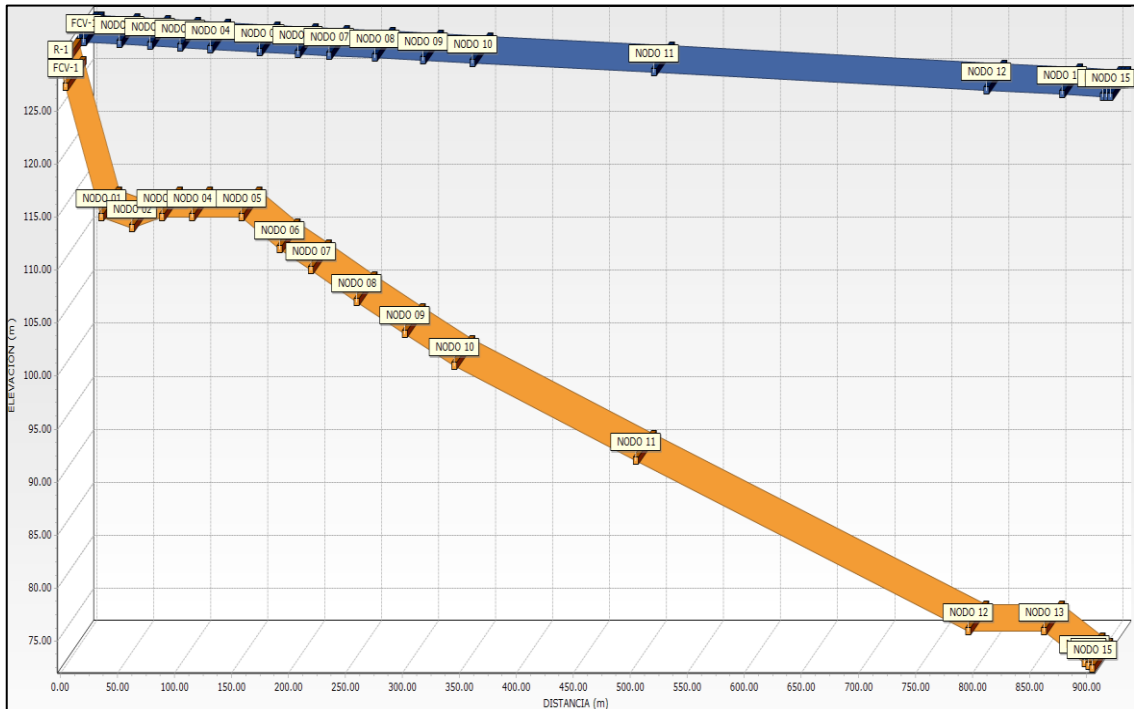
Nota. Elaboración propia.

El programa WaterCAD además de brindar la tabla de resultados en nodos y tuberías, tiene la función de representar gráficamente la gradiente hidráulica con respecto a las cotas de los nodos.

En las siguientes figuras 41 y 42 se proyectan las líneas de aducción del sistema de agua potable, en el cual se representan las disminuciones en las presiones para ambos escenarios; constatando que para el escenario dinámico la pérdida de presiones es más considerable para el consumo máximo horario.

Figura 41

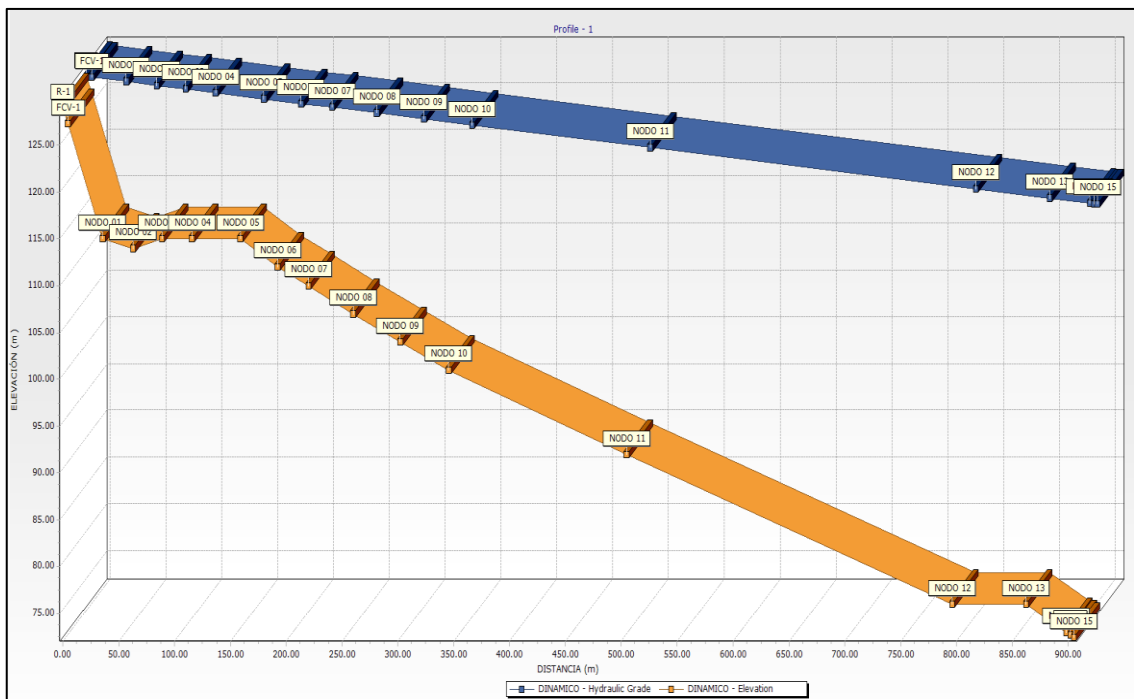
Perfil de gradiente hidráulico - Escenario estático.



Nota. Elaboración propia.

Figura 42

Perfil de gradiente hidráulico - Escenario dinámico.



Nota. Elaboración propia.

De la propuesta de diseño para el sistema de alcantarillado sanitario del Sector Las Brisas, se muestran los elementos a emplear a manera de resumen en la tabla 31, que se muestra a continuación:

Tabla 31

Resumen de elementos.

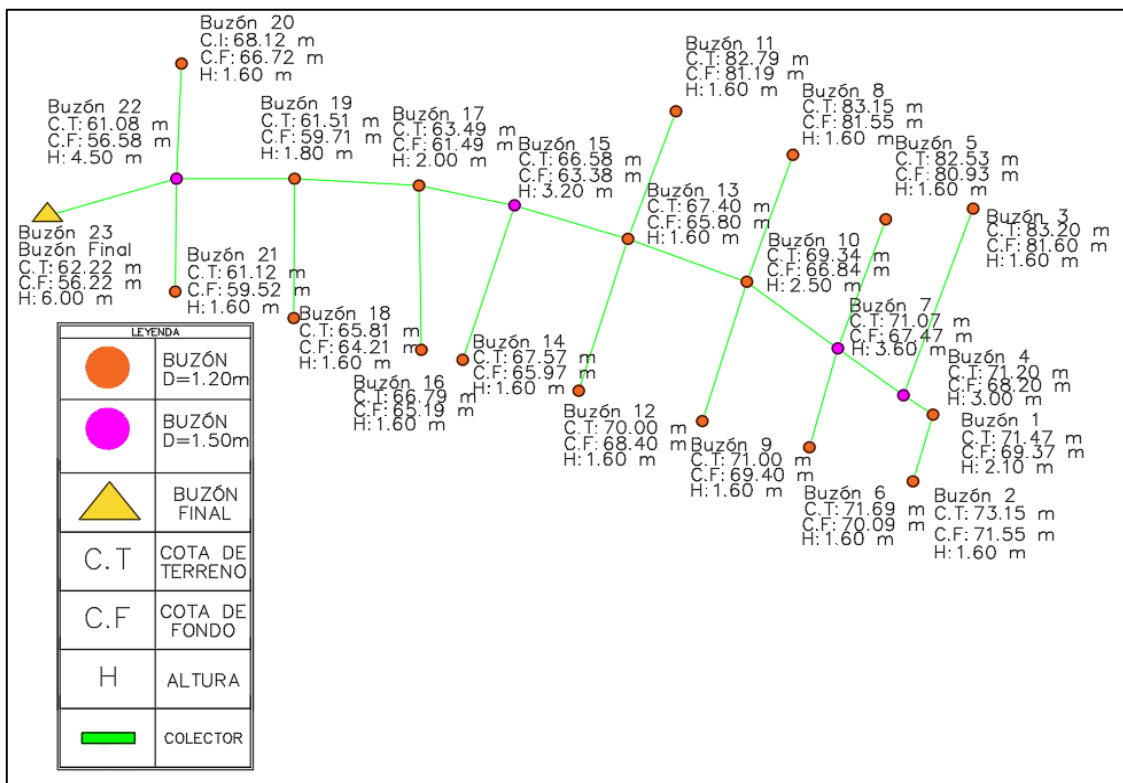
Elementos de red	Cantidad
Colectores	22
Buzones	23
Conexiones domiciliarias	144

Nota. Elaboración propia.

De la Figura 43 se observa la cota de fondo (C.F) del buzón donde inicia los 0.20 m de espesor de la base del buzón hasta la cota del techo o cota del terreno (C.T) donde culmina el espesor de 0.20 m de la tapa del buzón.

Figura 43

Buzones en el Sector Las Brisas.



Nota. Elaboración propia

En la Tabla 18 se observaron 13 buzones de arranque donde el único tipo de sedimentación es la tierra debido a la acumulación de partículas de polvo, por la ausencia de flujo lo que es necesario un mantenimiento periódico.

La cobertura promedio de todos los colectores según la Tabla 23 es de 1.00 a 4.69 m sobre el plano clave de tubería hasta la cota fondo de techo lo que permite el uso de buzones de inspección ya que debe tener como mínimo una cubierta de 1.00 m sobre la tubería.

Se dejó un espesor de 0.20 m desde la cota fondo del techo hasta la cota del terreno, en caso propongan una pavimentación con espesor de 20 cm ya que la red pasa por vías vehiculares. En caso no propusieran igual sigue cumpliendo la cobertura ya que sigue siendo mayor a 1.00 m.

Es importante el uso de buzones debido a la red de alcantarillado sanitario pasa por debajo de vías vehiculares. Donde el colector principal se ubica por debajo de la Av. Las Brisas y los colectores secundarios se ubican por debajo de pasajes.

En la tabla 32 se detallan las dimensiones de los 23 buzones que forman parte del sistema de alcantarillado:

Tabla 32

Cotas de las partes de los buzones.

Etiqueta	Espesor de 0.20 m la base del buzón		Espesor de 0.20 m del techo de un buzón		H. total	D. interno
	Cota de fondo (m)	Cota de base (m)	Cota de fondo de techo (m)	Cota de terreno (m)		
Buzón 1	69.37	69.57	71.27	71.47	2.10	1200
Buzón 2	71.55	71.75	72.95	73.15	1.60	1200
Buzón 3	81.60	81.80	83.00	83.20	1.60	1200
Buzón 4	68.20	68.40	71.00	71.20	3.00	1500
Buzón 5	80.93	81.13	82.33	82.53	1.60	1200
Buzón 6	70.09	70.29	71.49	71.69	1.60	1200
Buzón 7	67.47	67.67	70.87	71.07	3.60	1500
Buzón 8	81.55	81.75	82.95	83.15	1.60	1200
Buzón 9	69.40	69.60	70.80	71.00	1.60	1200
Buzón 10	66.84	67.04	69.14	69.34	2.50	1200
Buzón 11	81.19	81.39	82.59	82.79	1.60	1200
Buzón 12	68.40	68.60	69.80	70.00	1.60	1200
Buzón 13	65.80	66.00	67.20	67.40	1.60	1200
Buzón 14	65.97	66.17	67.37	67.57	1.60	1200

Buzón 15	63.38	63.58	66.38	66.58	3.20	1500
Buzón 16	65.19	65.39	66.59	66.79	1.60	1200
Buzón 17	61.49	61.69	63.29	63.49	2.00	1200
Buzón 18	64.21	64.41	65.61	65.81	1.60	1200
Buzón 19	59.71	59.91	61.31	61.51	1.80	1200
Buzón 20	66.52	66.72	67.92	68.12	1.60	1200
Buzón 21	59.52	59.72	60.92	61.12	1.60	1200
Buzón 22	56.58	56.78	60.88	61.08	4.50	1500
Buzón 23	56.22	56.42	62.02	62.22	6.00	1500

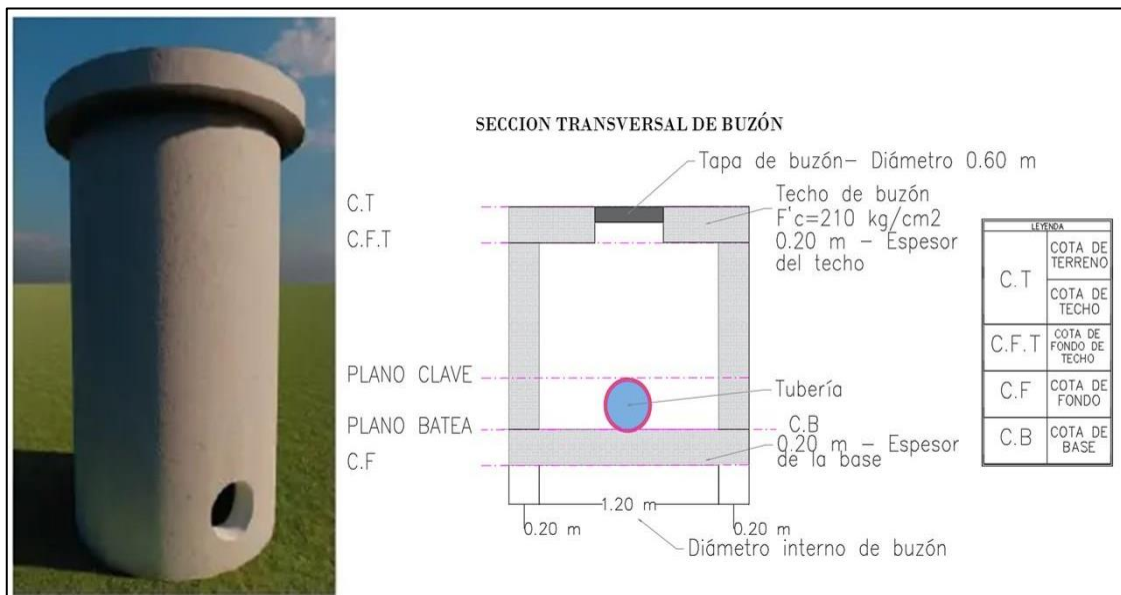
Nota. Elaboración propia.

La cota de base (C.B) del buzón es el punto paralelo donde inicia el ingreso o salida del plano batea de la tubería. Además de ser la cota en donde se forma la caña dentro de los buzones.

En la figura 44 se detalla la sección transversal del buzón pre fabricado considerado para el proyecto.

Figura 44

Buzón marca Tecconsa.

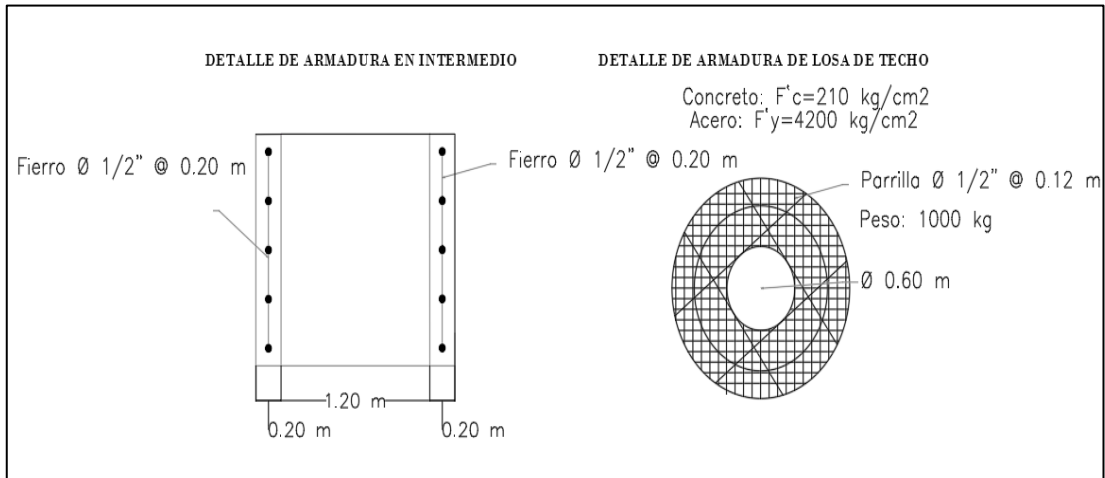


Nota. Elaboración propia.

En la figura 45 se detalla el refuerzo del buzón pre fabricado considerado para el sistema de alcantarillado.

Figura 45

Detalle de armadura de buzón prefabricado Tecconsa

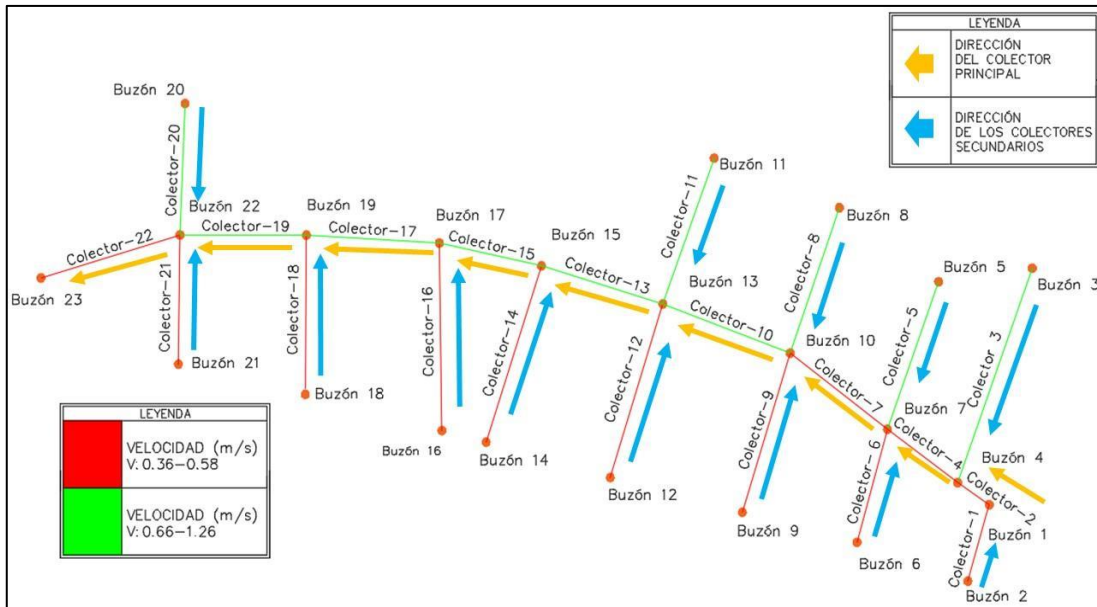


Nota. Tecconsa.

De la Figura 46 se observa que 12 tuberías no cumplen con la velocidad mínima que oscilan entre 0.36 y 0.58 m/s, pero si cumplen con la propiedad de tensión tractiva en todos los colectores que oscilan entre 1.00 y 6.05 Pascales según la Tabla 17. Y en los demás 11 colectores si cumplen con la velocidad mínima que oscilan entre 0.66 y 1.26 m/s.

Figura 46

Dirección y velocidad del flujo estático en el Sector Las Brisas



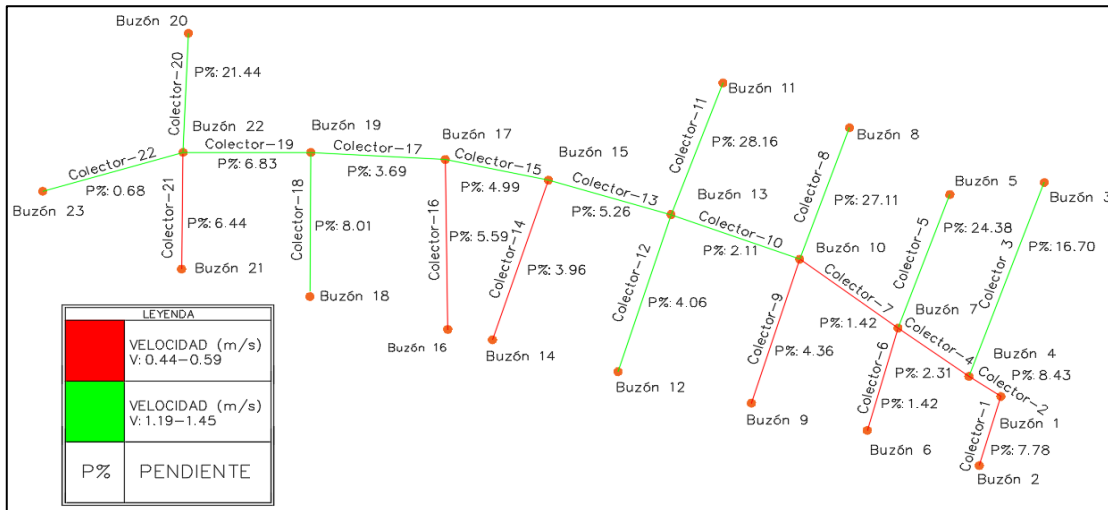
Nota. Elaboración propia

Además, que el porcentaje de llenado en la tubería es menor al 75% en todos los colectores que oscilan entre 1.7 y 18.6 % .

De la Figura 47 se observa que 9 tuberías no cumplen con la velocidad mínima de 0.60 m/s, pero presentan una tensión tractiva desde 1.19 a 1.73 Pascales según la Tabla 17. Lo que indica que si cumplen con su función de auto limpieza ejercido por el mismo flujo.

Figura 47

Pendiente y velocidad del flujo dinámico en el Sector Las Brisas.



Nota. Elaboración propia.

En las demás 13 tuberías presentan velocidades entre 1.19 y 1.45 m/s y tensiones tractivas que oscilan entre 5.15 y 7.48 Pascales. Además, que el porcentaje de llenado en todos los colectores oscilan desde 2.2 a 23.6 % lo que significa que no trabajan a tubo lleno. Los colectores 3, 5, 8, 11 y 20 presentan pendientes mayores al 10% entre 16.70 y 28.16%.

En la figura 48 se muestra a detalle la zanja típica para el tuberías de alcantarillado.

Figura 48

Zanja para instalación de tuberías de alcantarillado sanitario.



Nota. Elaboración propia

La tabla 33 representa la cantidad de viviendas que aportan aguas residuales a sus respectivos colectores.

Tabla 33

Cantidad de cajas domiciliarias por colector.

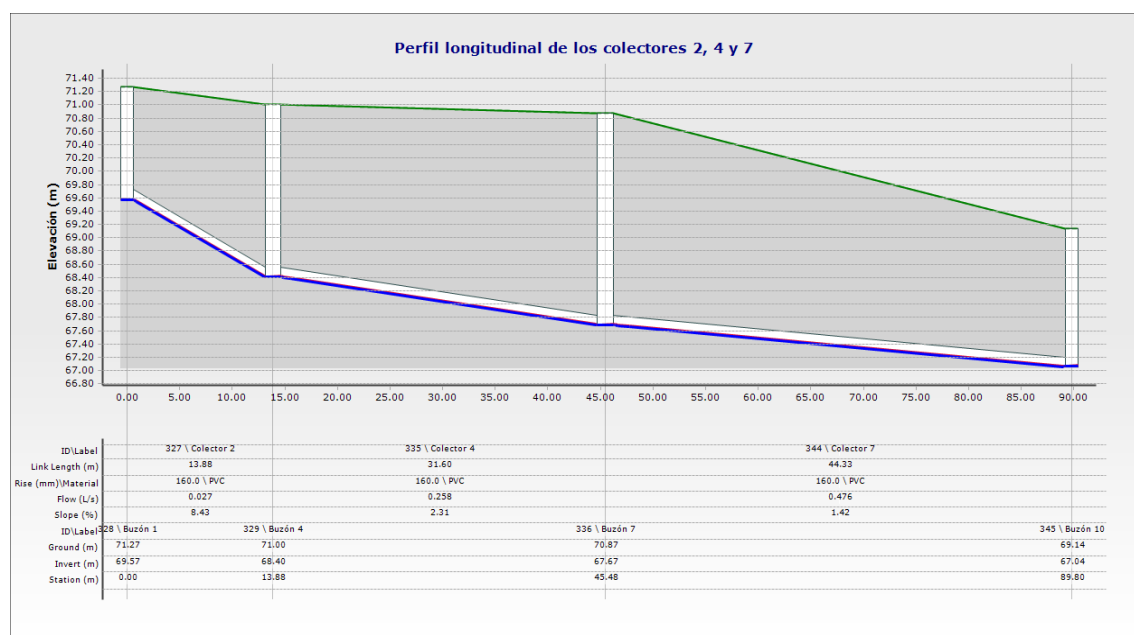
Etiqueta	N° de viviendas	Etiqueta	N° de viviendas	Etiqueta	N° de viviendas
Colector-1	2	Colector-9	11	Colector-17	11
Colector-2	0	Colector-10	5	Colector-18	7
Colector-3	17	Colector-11	8	Colector-19	10
Colector-4	0	Colector-12	14	Colector-20	6
Colector-5	4	Colector-13	4	Colector-21	3
Colector-6	7	Colector-14	7	Colector-22	6
Colector-7	5	Colector-15	5		
Colector-8	8	Colector-16	4		

Nota. Elaboración propia

De la Figura 49, Figura 50 y Figura 51 el perfil longitudinal se observa que la línea roja (gradiente de energía) está encima de la línea azul (tirante de agua) y debajo de la clave de tubería lo que nos indica que el flujo no se está comportando de manera supercrítica evitando así el desgaste de la tubería por erosión.

Figura 49

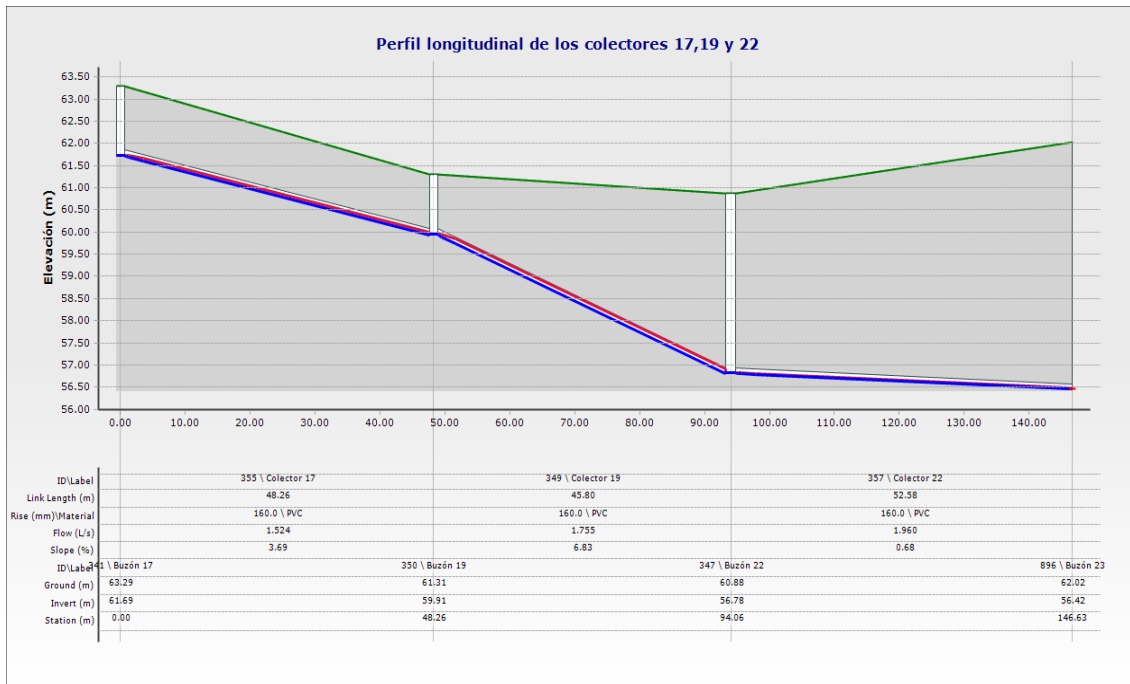
Perfil longitudinal de los colectores 2, 4 y 7.



Nota. Elaboración propia

Figura 50

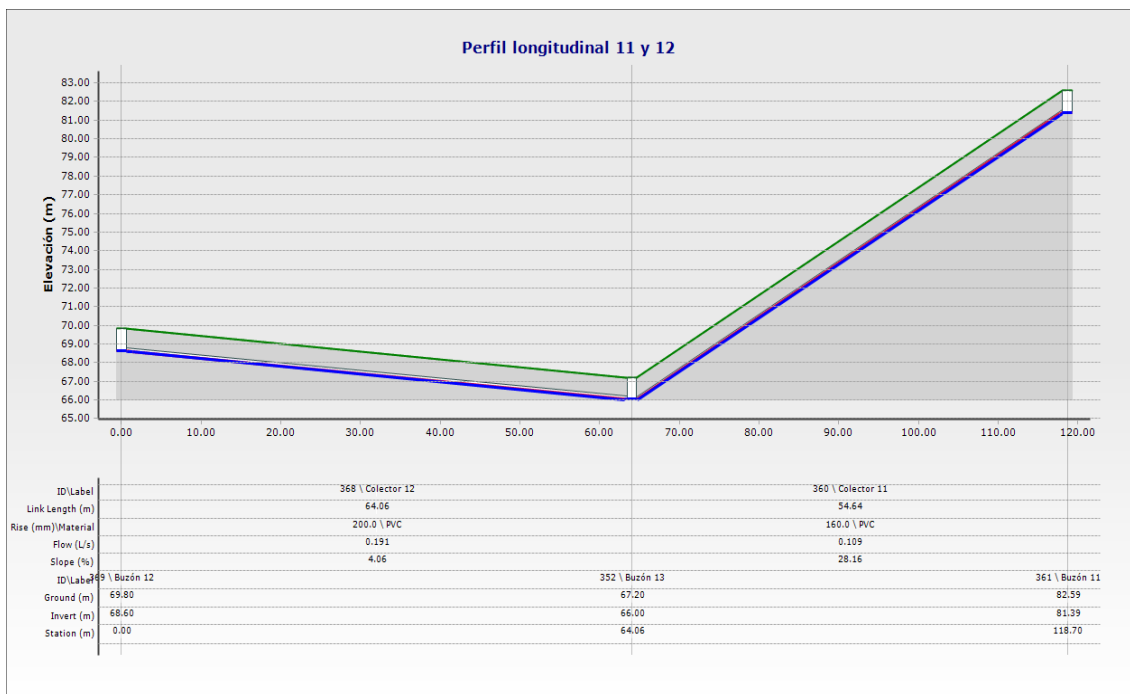
Perfil longitudinal de los colectores 17, 19 y 22.



Nota. Elaboración propia

Figura 51

Perfil longitudinal de los colectores 11 y 12.



Nota. Elaboración propia

La propuesta contempla el suministro e instalación de conexiones domiciliarias con tuberías de PVC-U D=160mm, PVC-U D=200mm, cachimbas de PVC, buzones

prefabricados, cajas de registro con tapa y losa de concreto, siendo en total 144; Detallandose en la tabla 34.

Tabla 34

Elementos de red.

Elementos de red	Cantidad	Unidad
Tubería PVC-U DN=160mm	135	u
Tubería PVC-U DN=200mm	46	u
Buzón D=1200mm	17	u
Buzón D=1500mm	5	u
Caja de registro de concreto 60x60x80 cm	144	u

Nota. Elaboración propia.

Para la elaboración del presupuesto fue necesario realizar un análisis de costos unitarios de las partidas que comprendía el proyecto de saneamiento, por lo que se utilizaron precios actualizados de la mano de obra y cotizaciones de insumos acordes al mercado local. Por consiguiente, se tuvo como resultado que el sistema de saneamiento en el sector Las Brisas tuvo un valor total de s/796,714.74 incluyendo el 10% de gastos generales y utilidades más IGV, de los cuales el 32.70% corresponde al sistema de agua potable y el 67.30% al sistema de alcantarillado.

En la tabla 35 se observa a detalle todos los componentes del sistema, gastos generales y utilidades.

Tabla 35

Presupuesto.

Ítem	Descripción	Parcial (S/.)
01	Sistema de agua potable	183,976.07
01.01	Trazos, niveles y replanteo	4,486.28
01.02	Movimiento de tierras	69,880.90
01.03	Tuberías	36,006.67
01.04	Válvulas y accesorios	1,948.51
01.05	Prueba hidráulica	1,423.41
01.06	Conexiones domiciliarias	70,230.30
02	Sistema de alcantarillado	337,887.95
02.01	Trabajos preliminares	7,112.25
02.02	Movimiento de tierras y nivelación	179,373.19

02.03	Tubería	48,352.94
02.04	Buzones	84,347.76
02.05	Conexiones domiciliarias de desagüe	59,489.44
Costo Directo		562,651.65
Gastos Generales 10%		56,265.17
Utilidad 10%		56,265.17
Sub Total		675,181.98
IGV (18%)		121,532.76
Presupuesto Total		796,714.74

Nota. Elaboración propia.

El análisis costo efectividad se basó en la sostenibilidad del sistema de saneamiento al largo de su vida útil, periodo en el cual será necesario cubrir los costos de operación y mantenimiento al igual que la administración por la empresa prestadora de servicios EMAPA CAÑETE, asumiendo que el usuario promedio está dispuesto a pagar por un servicio de calidad que le entregue mayores beneficios a un costo razonable. Estos beneficios se enfocan principalmente en una mejor calidad de vida, teniendo como indicadores la comodidad, el prestigio e incluso beneficios económicos tangibles, como la valoración de las viviendas.

Del cálculo costo efectividad para el sistema de saneamiento se tiene un costo de S/ 3,148.14 por habitante.

$$CE = \frac{S/ 1,813,329.16}{576} = S/ 3,148.14$$

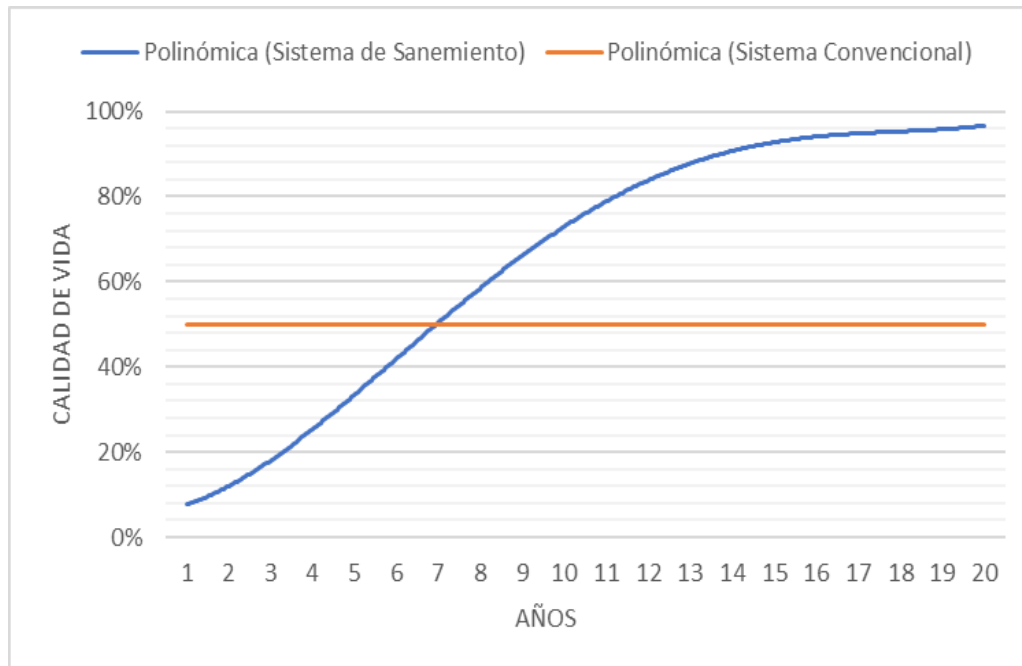
Por otro lado, de continuar con el abastecimiento con tanques de agua y fosas sépticas este costo durante el mismo periodo sería de S/ 6,896.25.

$$CE = \frac{S/ 3,972,240.00}{576} = S/ 6,896.25$$

En la figura 52 se muestra la tendencia para ambos escenarios con respecto a la calidad de vida de los pobladores del sector las brisas, durante la vida útil del sistema se pudo constatar que la calidad de vida irá aumentando progresivamente con el servicio de saneamiento. Por otro lado, de continuar con el sistema convencional, los beneficios sociales, salubres y económicos serán iguales o peores a su situación actual.

Figura 52

Calidad de vida de los pobladores durante la vida útil del sistema.



Nota. Elaboración propia.

5.8. Contrastación de Hipótesis

5.8.1. Hipótesis General

Esta hipótesis si se cumplió. Por medio de los programas computacionales WaterCAD y SewerCAD se corrobó el análisis de la propuesta de saneamiento en el sector Las Brisas siendo factible, cumpliendo con las normas OS.050, OS. 070 y los parámetros de diseño de la norma técnica para saneamiento rural. Así mismo, el sistema fue la mejor alternativa económica que les brindará calidad de vida a las 144 viviendas del centro poblado.

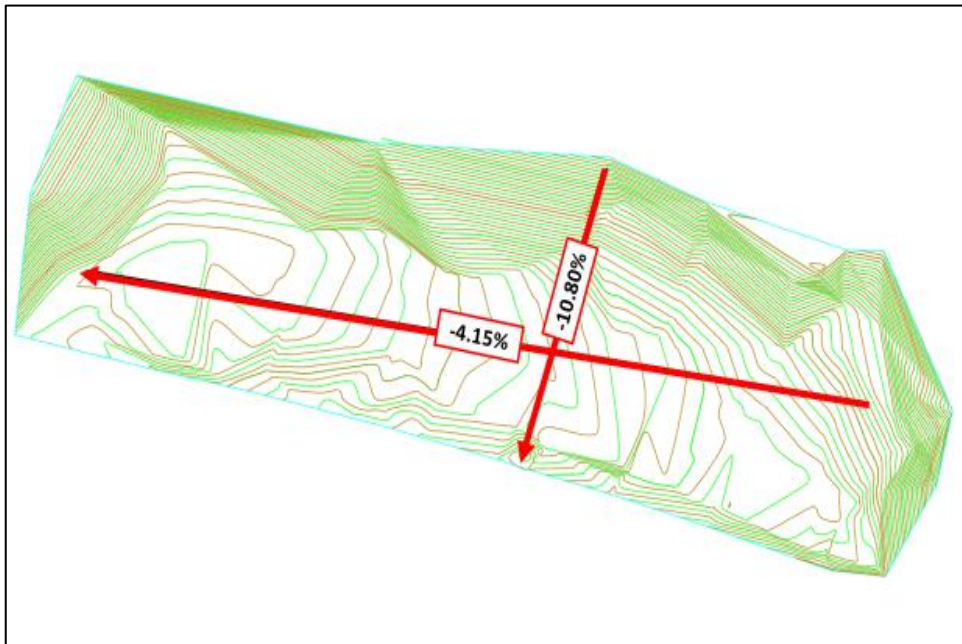
5.8.2. Hipótesis Especifica 1

La topografía del sector las Brisas presenta una pendiente variable donde en la zona alta tiene un terreno ondulado por las faldas del cerro y un terreno plano en la zona baja donde se asienta la mayoría de viviendas. Presenta un suelo de origen eólico conformado por arenas medias a gruesas donde se caracterizó por la ausencia del nivel freático.

Demostrándose que se cumplió la hipótesis de tener una topografía factible en el área de investigación ya que en la Figura 53 se observa de forma general que el terreno del Sector las Brisas presenta una pendiente transversal de -10.8% y la pendiente longitudinal es -4.15% además que las cotas de elevación van descendiendo de 90 a 60 msnm desde la zona alta a la zona baja lo que facilitó el trazado de diseño por gravedad del sistema de saneamiento.

Figura 53

Pendiente transversal y longitudinal del Sector Las Brisas



Nota. El signo de la pendiente en Civil 3D indica el tipo de terreno, si es negativo el terreno baja y si es positivo el terreno sube

5.8.3. Hipótesis Específica 2

La población proyectada para un periodo de diseño de 20 años es 111 pobladores siendo el método logarítmico la que más ajusta a la línea de tendencia por INEI, sin embargo, el sistema de saneamiento tanto para abastecimiento de agua potable como alcantarillado sanitario se diseñarán bajo el método de lotización resultando un total de 576 habitantes, regido en base a una proyección organizada por parte de la población basada en un plano de lotización con el fin poder activar el comercio, la educación y áreas recreativas como centro poblado. Siendo caudal de diseño de 1.20 L/s.

Esta hipótesis no se cumplió porque hay un aumento mayor a 4 veces de 111 pobladores. Ya que no se contaba con una organización territorial por parte del mismo centro poblado, alterando así la cantidad de habitantes lo que conlleva el sobredimensionamiento estructural debido al aumento poblacional.

5.8.4. Hipótesis Específica 3

El sistema de abastecimiento de agua potable presenta velocidades desde 0.23 hasta 2.16 m/s, en comparación con el sistema de alcantarillado sanitario que presenta velocidades desde 0.44 hasta 1.45 m/s. En efecto el sistema de alcantarillado sanitario generó mínimas pérdidas de carga y la auto limpieza en los colectores que elimina la sedimentación. Es válido señalar que, existió un tramo de 40 metros de longitud de tubería que incumplió

con las velocidades mínimas y 395.10 metros de colectores de igual modo. No obstante, el método de la tensión tractiva superó el valor de 1 Pa. en los colectores.

En el abastecimiento de agua potable se utilizaron diámetros de tuberías de 22.40 mm y 29.40 mm en redes de distribución y 54.20 mm para la línea de aducción. Mientras que en el diámetro de tuberías en el alcantarillado se planteó diámetros de 160 mm y 200 mm. El análisis costo efectividad se tuvo un total de S/ 3,148.14 para el sistema de saneamiento propuesto en comparación con el sistema actual que sería durante el periodo de 20 años un total de S/ 6,896.25 por habitante. En consideración ha generado que el índice de costo efectividad tenga un valor de 1.46. Por tanto, se concluye que la hipótesis N°03 se cumplió parcialmente.

CONCLUSIONES

1. La topografía de la zona de investigación es ondulada debido a que se ubica en las faldas de cerros y es plana donde se ubica la mayor población correspondientemente, tiene valores de pendientes del 50% hasta menos del 10%. Donde en la zona ondulada se necesitará un moderado movimiento de tierras y en la zona plana un mínimo movimiento de tierras debido a su orografía. Además, la cota de elevación de 90 a 60 msnm influye directamente en el trazo de la red de alcantarillado sanitario lo que facilita el trazo a favor de la gravedad.
2. La ausencia del nivel freático nos facilita en el ámbito económico ya que no se va necesitar el uso de aditivos impermeabilizantes. Además de ser un origen eólico y tener arena gruesa a media nos facilita la excavación manual por ser suelo arenoso, siendo innecesario la excavación maquinaria debido a la ausencia de bolonería. Antes de instalar la tubería en el fondo de la zanja debe ser rellenado con un material adecuado. Sin embargo, al ser un suelo suave sin piedras no necesita un relleno especial, se nivela fácil. Si fuera rocoso es aconsejable una capa de material fino de 10 a 15 cm para evitar cortes en la tubería.
3. Se obtuvo una población de 576 personas según el método de lotización para el diseño del sistema de saneamiento el cuál se ajusta más al propósito común entre los pobladores debido a la organización territorial por parte de la comunidad que altera la cantidad poblacional a comparación del método logarítmico que se ajusta más al INEI que son 111 pobladores. Para 576 personas se obtuvo un Q_p de 0.60 L/s, un Q_{md} de 0.78 L/s, un Q_{mh} es de 1.20 L/s y finalmente un Q_R de 1.81 L/s.
4. El modelamiento del sistema de agua potable cumplió con el 98.15% del total de tuberías con respecto a los parámetros de velocidades establecidas en la norma técnica de diseño para el ámbito rural. Las tuberías empleadas para la línea de aducción tienen un diámetro interno de 54.2 mm de PVC-U clase 10 para un total de 905.15 metros lineales. Mientras que, en las redes de distribución los diámetros internos fueron de 29.4 mm y 22.40 mm de material PVC-U clase 10 con longitudes de 209.53 metros lineales y 1,139.73 respectivamente. Por otro lado, el 68.42% de nodos cumple con las presiones máximas establecidas por la norma. Señalar que, el excedente máximo solo es de 1.98 mH₂O lo que ratifica el uso de tubería clase 10. Así mismo, se implementaron micro medidores de chorro múltiple para el control de consumo en las 144 viviendas

beneficiadas, así como también la instalación de 2 válvulas tipo compuertas que sectorizaron al Sector Las Brisas durante los mantenimientos rutinarios.

5. Se demostró que la red de alcantarillado cumple con la velocidad mínima de 0.60 m/s en el 59% de los colectores que equivale a 13 colectores de un total de 22. El 41% de los colectores no cumplen porque son colectores de arranque y poseen pendientes entre 1.42% y 8.43%. Sin embargo, los intervalos de la tensión tractiva cumplen en todos los colectores porque oscilan desde 1.19 a 7.48 Pascales siendo mayor a 1 Pascal evitando la sedimentación y dando paso a la auto limpieza por el mismo flujo. Mientras que el porcentaje de llenado en la tubería oscilan entre 2.2% y 23.6% siendo menor al 75% según norma OS. 070. Respecto a los colectores fue compuesto por 135 y 46 tubos de material PVC de 6 m de largo con diámetros de 160 mm y 200 mm respectivamente. Además de 23 buzones prefabricados debido a que la red pasa por debajo de vías vehiculares y un total de 144 conexiones domiciliarias a través de tubos de PVC de 160 mm de diámetro y 144 cajas domiciliarias.

6. El costo total de ejecución del sistema de saneamiento en el Sector Las Brisas, considerando mano de obra, materiales y equipos con precios actualizados es de un total de S/. 796,714.74. En comparación con el costo del sistema de abastecimiento actual por el almacenamiento en tanques, compra, transporte y construcción de fosas sépticas sumándole a esto los gastos de operación y mantenimiento genera que, para el periodo de 20 años el costo será de S/. 6,896.25 en comparación con los S/. 3,148.14 que invertiría cada poblador para mejorar su calidad de vida. Por lo tanto, resulta más económico y efectivo a lo largo del tiempo la ejecución y administración del servicio por la EPS EMAPA CAÑETE.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar visitas de campo a la zona de estudio para proyectar un correcto estudio de ingeniería, identificando sobre todo el relieve del terreno y la textura del suelo. Cabe señalar que, para la instalación de tuberías de aducción será necesario la colocación de una cama de apoyo con material zarandeado, la compactación de terreno y el constante control para cumplir con el recubrimiento mínimo indicado en las normas técnicas peruanas
2. Es importante indicar que la coordinación con los pobladores nos facilitó en la proyección de la población futura, este caso de no haberse realizado las entrevistas con los representantes del Sector Las Brisas, se hubiera inducido al error, en consecuencia, el sistema no hubiera suministrado el caudal necesario para abastecer a la población durante el horizonte de 20 años. Así mismo para contrarrestar las altas presiones en la red de agua potable se recomienda la implementación de tuberías clase 10 con la finalidad que la velocidad del flujo no se vea afectado.
3. Para mejorar la velocidad en colectores se recomienda profundizar más la excavación con el objetivo de incrementar la pendiente y generar mayor capacidad de desagüe. En general el proyecto brindará mejores condiciones de vida, por lo que se recomienda proponer el presente estudio de investigación con la finalidad de que sea financiado por el gobierno local en beneficio de los pobladores del sector las brisas.
4. Se recomienda para futuras investigaciones tomar como base el sistema de saneamiento del Sector Las Brisas, complementando el estudio realizando la evaluación del tratamiento de aguas residuales con la finalidad de que estas sean aprovechadas para incentivar el sembrío de áreas verdes en la zona, esto impulsará el potencial turístico existente y a la vez se contribuiremos con el medio ambiente.

REFERENCIAS

- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación. Introducción a la Metodología Científica (Quinta Edición)*. Caracas, Venezuela: Editorial Epitesme.
- Baptista, P., Fernández, C. & Hernández, R. (2014). *Metodología de investigación (Tercera Edición)*. México D.F, México: MC.GRAW- HILL.
- Bernal, C. (2014). *Metodología de investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales (Tercera Edición)*. Pearson.
- Correa, M., Martínez, J., y Ortiz, C. (2021). *Reducción de la brecha en el acceso al agua potable y alcantarillado en Lima metropolitana* [Tesis de postgrado, Universidad del Pacífico, Perú].
- Dirección General de Salud Ambiental. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Lima, Perú.
http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf
- Dominguez, L. (2021). *Modelamiento de la calidad de agua potable en la red de distribución de la parroquia Chanduy mediante el uso del programa Watercad* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador].
- Dueñas, J. M. (2019). *Topografía y Geodesia*. Lima, Perú.
<https://ingnovando.com/wp-content/uploads/2019/01/MUESTRA-LIBRO-DE-TOPOGRAF%C3%8DA.pdf>
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, Organización Mundial de la Salud. (2020). *Estado Mundial del Saneamiento: Un llamamiento urgente a transformar el saneamiento para mejorar la salud, los entornos, las economías y las sociedades*. Nueva York, Estados Unidos.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2020). *Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico*. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018). *Directorio Nacional de Centros Poblados*. Lima, Perú: Autor
- Magne, F. (2008). *Abastecimiento, diseño y construcción de sistemas de agua potable modernizando el aprendizaje y enseñanza en la asignatura de ingeniería sanitaria*. Cochabamba, Bolivia.

- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural*. Lima, Perú.
- Nicomedes, E. (2018). Tipos de Investigación. *Universidad Santo Domingo de Guzmán*.4.
<http://repositorio.usdg.edu.pe/bitstream/USDG/34/1/Tipos-de-Investigacion.pdf>
- Núñez, J. (2018). *Modelación, diagnóstico y determinación de la capacidad hidráulica de la red principal del sistema de alcantarillado de la zona urbana del Cantón CRNL Marcelino Maridueña mediante el software de análisis de diseño Sewercad* [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil, Perú].
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2009). *La norma OS 070 Redes de aguas residuales*. Lima, Perú.
- Lossio, M. (2012). *Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones*. [Tesis de pregrado, Universidad de Piura. Lima, Perú].
- Oblitas de Ruiz, L. (2010). *Servicios de agua potable y saneamiento en el Perú: Beneficios potenciales y determinantes del éxito*. Santiago de Chile, Chile: CEPAL.
- Oficina de Naciones Unidas. (2015). El derecho humano al agua y al saneamiento. *Programa de ONU-Agua para la Promoción y la Comunicación en el marco del Decenio y Consejo de Colaboración para el Abastecimiento de Agua y Saneamiento*, 8.
- Ortiz, W. & Velásquez, L. (2015). *Análisis comparativo sobre los impactos ambientales, presupuesto y funcionalidad en sanitarios secos ecológicos (vs) pozos sépticos convencionales en la vereda Santuario del Municipio de Jerusalén* [Tesis de pregrado, Universidad Piloto de Colombia, Colombia].
- Quito Vivanco, A. (2020). *Modelación hidráulica y ampliación de la red de distribución de agua potable de la comuna Joa, Cantón Jipijapav* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabi, Ecuador].
- Reglamento nacional de edificaciones (2009).
- Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado. (2014). *Lineamientos Técnicos para Factibilidades SIAPA*. México D.F., México.
https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_2._sistemas_de_agua_potable-1a._parte.pdf

- Tamayo, M. (2003). *El proceso de la Investigación Científica*. México D.F, México.
- Urteaga, Á. & Sandoval, T. (2021). *Ampliación del sistema de alcantarillado sanitario del distrito Moquegua, centro poblado San Francisco – Moquegua* [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma, Perú].
- Vargas, L. (2020). *Diseño de redes de agua potable y alcantarillado de la comunidad campesina La Ensenada de Collanac distrito de Pachacamac mediante el uso de los programas WaterCAD y SewerCAD* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú].
- Yactayo, J. (2020). *Diseño de la red de alcantarillado para la evacuación de aguas servidas utilizando el software SewerCAD aplicado en el AA.HH. La Rinconada de Pamplona Alta – S.J.M* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú].

ANEXOS

Anexo A: Cronograma de actividades.

Actividades	Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Capítulo I																												
Formulación del problema	■																											
Objetivos Generales y Específicos		■	■																									
Delimitaciones de la investigación			■	■																								
Justificación e Importancia				■																								
Capítulo II																												
Antecedentes del estudio				■	■																							
Bases Teóricas					■	■	■																					
Definición de Términos Básicos						■	■	■																				
Capítulo III																												
Hipótesis General y Específicas										■	■																	
Variables											■	■	■															
Capítulo IV																												
Tipo, Nivel y Diseño												■	■	■														
Población y Muestra														■	■													
Análisis de resultados															■	■	■	■	■									
Conclusiones y recomendaciones																										■	■	■
Sustentación de tesis																											■	■

Nota. Elaboración propia.

Anexo B: Presupuesto (Asignación de recursos)

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Parcial	Total
1.00	Recurso Humano					S/. 13,200.00
1.01	Metodología	Persona	2.00	S/.3 300.00	S/.6 600.00	S/.6 600.00
1.02	Especialista	Persona	2.00	S/.3 300.00	S/.6 600.00	S/.6 600.00
2.00	Servicios					S/.3 140.00
2.01	Levantamiento topográfico	Unidad	1.00	S/.3 000.00	S/.3 000.00	S/.3 000.00
2.02	Pasajes a campo	Unidad	4.00	S/. 10.00	S/. 40.00	S/. 40.00
2.03	Copias e impresiones	Unidad	2.00	S/. 50.00	S/. 100.00	S/. 100.00
3.00	Recursos					S/. 188.00
3.01	Lapiceros	Unidad	2.00	S/. 4.00	S/. 8.00	S/. 8.00
3.02	Hojas	Paquete	1.00	S/. 40.00	S/. 40.00	S/. 40.00
3.03	Viáticos	Unidad	6.00	S/. 15.00	S/. 90.00	S/. 90.00
3.04	Otros materiales	Unidad	1.00	S/. 50.00	S/. 50.00	S/. 50.00
Total de presupuesto						S/. 16,528.00

Nota. Elaboración propia.

Anexo C: Matriz de consistencia.

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Dependiente	Dimensión	Indicador	Técnicas
¿Cuál es el sistema de saneamiento óptimo que permitirá mejorar la calidad de vida del sector Las Brisas – Cañete?	Proponer un sistema de saneamiento para el mejoramiento de la calidad de vida del sector Las Brisas – Cañete	La propuesta del sistema de saneamiento en el sector Las Brisas – Cañete mejorará la calidad de vida y beneficiará a los pobladores.	Calidad de vida del sector Las Brisas	Red hidráulica de saneamiento	Tiempo de abastecimiento Eficiencia del sistema de saneamiento.	Observación directa y entrevista.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Especifica	Variable Independiente		Agua potable	Instrumentos
¿Cuáles son las características del relieve y geotécnicas de la zona de estudio?	Realizar el levantamiento topográfico y estudios geotécnicos de la zona de estudio.	El sector Las Brisas presenta una topografía variable con pendientes factibles para el tendido de redes de alcantarillado y un suelo de arena gruesa y escasa humedad.	Sistema de Saneamiento Básico	Red pública	Población Futura Dotación Caudal de diseño Red de distribución	Fichas de registro. Libretas de campo. Formularios. Cuestionario.

<p>¿Cuál es la población futura y el caudal de diseño para dimensionar el sistema de abastecimiento de agua y el alcantarillado sanitario para el Sector Las Brisas?</p>	<p>Determinar el caudal de diseño del sistema de abastecimiento de agua y el alcantarillado sanitario para el Sector Las Brisas.</p>	<p>La población proyectada para el periodo de diseño en el sector Las Brisas es de 111 habitantes para lo cual se ha determinado un caudal de diseño de 1 l/s para el sistema de agua potable y alcantarillado respectivamente.</p>	<p>Plano topográfico</p>	<p>Alcantarillado</p>	<p>Estación total. SewerCAD. WaterCAD.</p>
<p>¿Cuál es el dimensionamiento hidráulico, estructural y económico para el sistema de saneamiento básico en el Sector Las Brisas?</p>	<p>Realizar el dimensionamiento hidráulico, estructural y económico del sistema de saneamiento.</p>	<p>El sistema cumple con las velocidades mínimas para perdidas de cargas y evitar la sedimentación; el diámetro de la tubería será de 200mm para el sistema de saneamiento, mientras que tendrá un costo beneficio de relación de 1.5.</p>	<p>Volúmenes de agua</p> <p>Caudal de diseño</p>	<p>Curvas de Nivel Diámetro de tubería Longitud de tubería Estudio de suelos Profundidad de Zanja Diámetro de buzones Redes colectoras</p>	

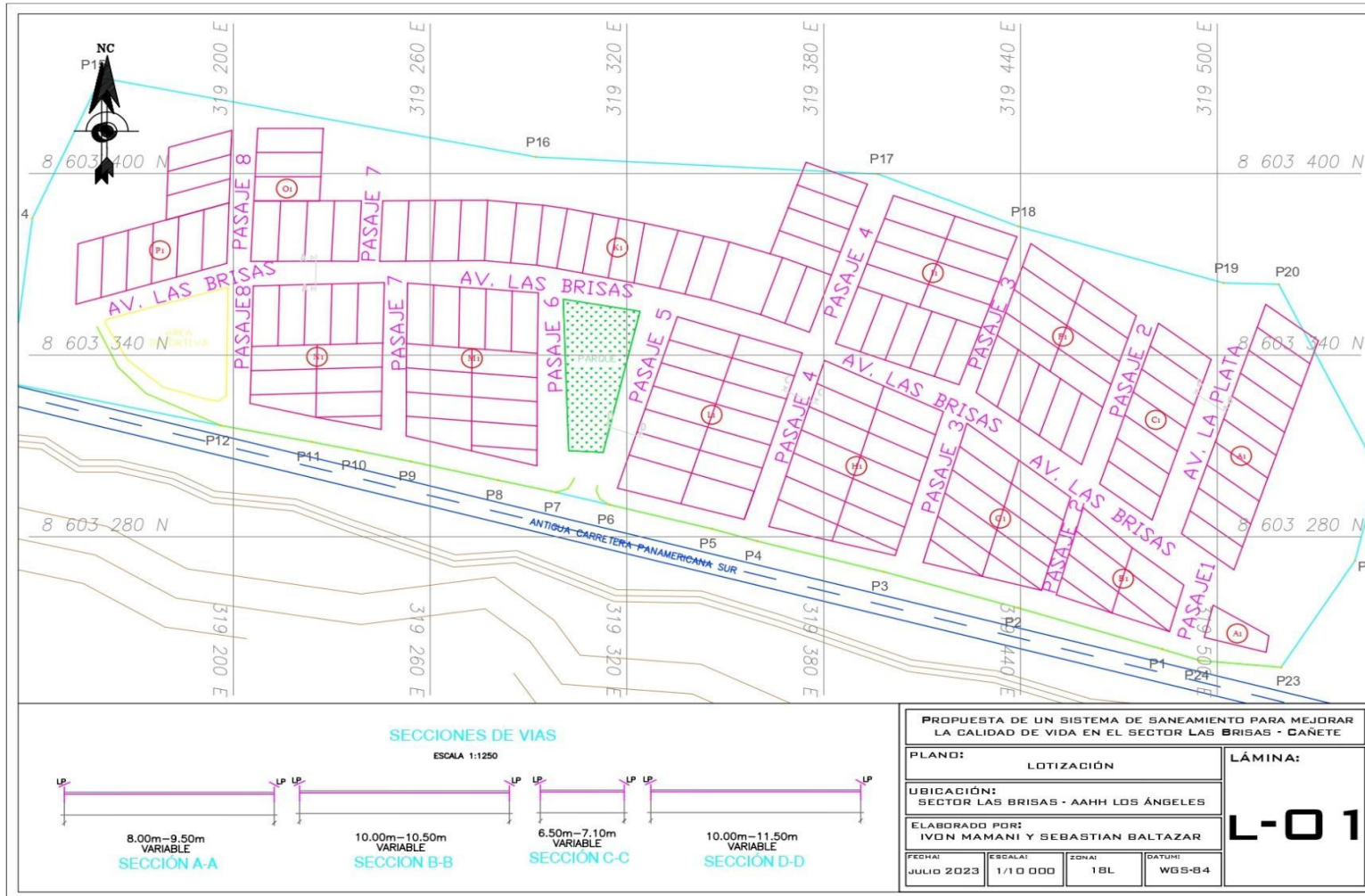
Nota. Elaboración propia.

Anexo D: Matriz de Operacionalización de Variables

Variable Dependiente	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Técnicas
Calidad de vida del sector Las Brisas	Este tipo de variable se cuantifica para determinar el grado o nivel de manipulación que tiene la variable independiente sobre el subalterno (Hernández, 2014).	Red hidráulica de saneamiento.	Tiempo de abastecimiento. Eficiencia del sistema de saneamiento.	Observación directa y entrevista.
Variable Independiente	Definición Conceptual			Instrumentos
Sistema de Saneamiento Básico	Cada grupo en el experimento analizado comprende uno o más grados de manipulación de una variable independiente. La existencia o ausencia de la variable independiente condicionará la utilización mínima del grado de manipulación de la variable independiente (Hernández, 2014).	Red pública. Plano topográfico. Volúmenes de agua. Caudal de diseño.	Población Futura Dotación Caudal de diseño Red de distribución Curvas de Nivel Diámetro de tubería Longitud de tubería Estudio de suelos Profundidad de Zanja Redes colectoras	Fichas de registro. Libretas de campo. Formularios. Cuestionario. Estación total. SewerCAD. WaterCAD.

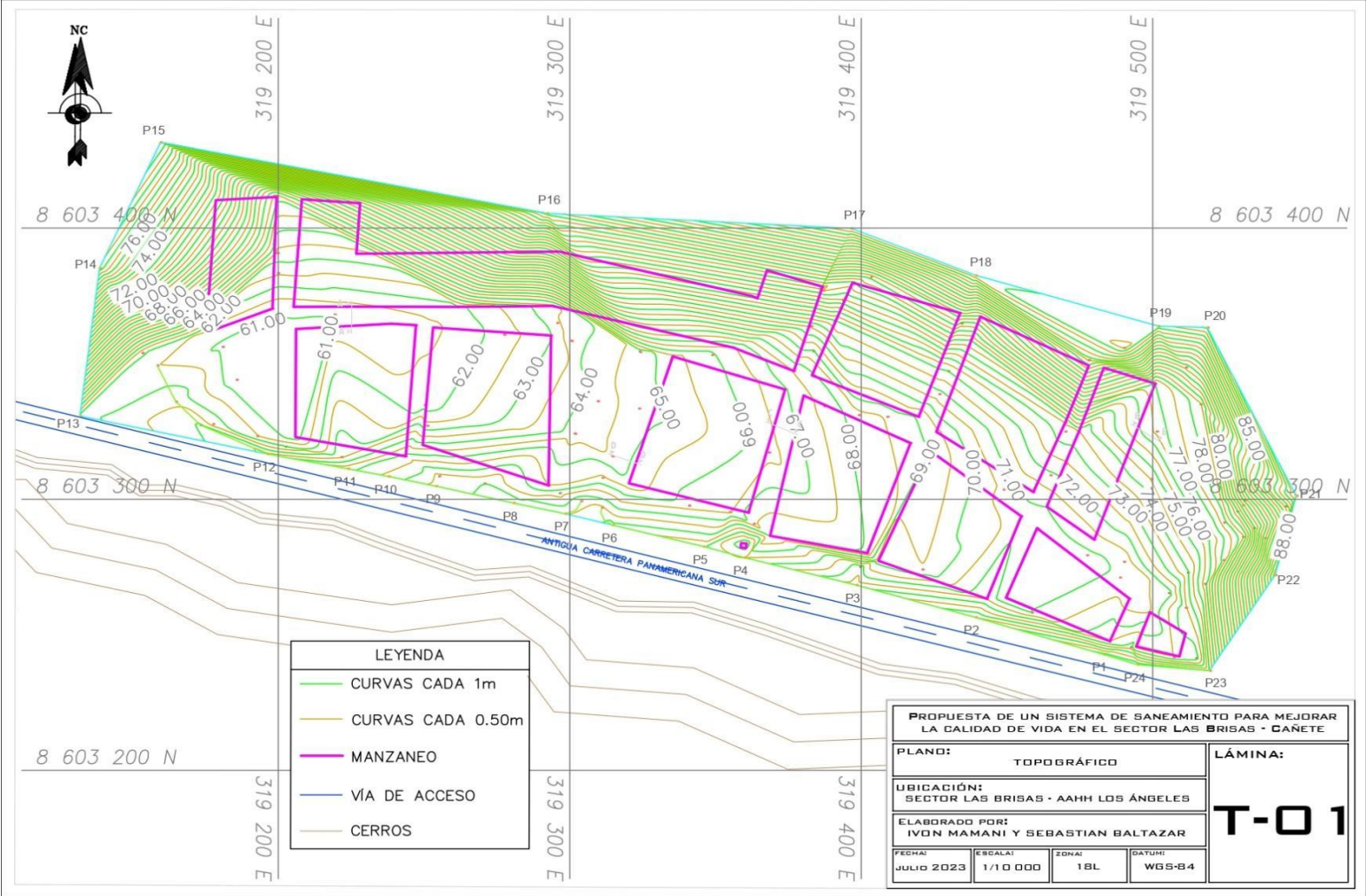
Nota. Elaboración propia.

Anexo E: Plano de lotización.



Nota. Elaboración propia.

Anexo F: Plano Topográfico.



Nota. Elaboración propia.