

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**EVALUACIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO Y
PROPUESTA DE MANTENIMIENTO ADECUADO
PARA SU FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO
EFICIENTE EN LAS RETAMAS HUANCAYO**

BACH. SANCHEZ VILLAVICENCIO HAROLD

ASESOR : ING. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:

NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PROCESOS

PARA OPTAR EL TÍTULO

PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico a todas las personas que estuvieron presentes día a día durante mi vida universitaria y también se lo dedico a los que yano están entre nosotros por circunstancias propias de la pandemia.

Sanchez Villavicencio Harold

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a nuestro señor por permitirme llegar hasta este momento, en segundo lugar, agradecer a mis padres por su apoyo en todo momento y así brindarme la oportunidad para obtener el título de Ingeniero Civil, en tercer lugar, agradezco a la Universidad Peruana los Andes y a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, donde compartí momentos muy gratos de mi formación profesional.

Sanchez Villavicencio Harold



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

CONSTANCIA N° 319

Que, el (la) bachiller: Bachilleres, HAROLD, SANCHEZ VILLAVICENCIO, de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL, presentó la tesis denominada: "EVALUACIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO Y PROPUESTA DE MANTENIMIENTO ADECUADO PARA SU FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO EFICIENTE EN LAS RETAMAS HUANCAYO"; la misma que cuenta con 81 Páginas, ha sido ingresada por el SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO obteniendo el 22% de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 17 de Octubre del 2022



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera
Decano de la Facultad de Ingeniería UPLA
Presidente

Mg. Yina Milagro Ninahuanca Zavala
Jurado

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza
Jurado

Ing. Carlos Alberto Gonzales Rojas
Jurado

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza
Secretario Docente de Ingeniería UPLA

INDICE

	PAGINA
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO	iv
INDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	11
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I	14
1. Planteamiento del problema	14
1.1. Planteamiento del problema.....	14
1.2. Formulación del problema	15
1.2.1. Problema general	15
1.2.2. Problemas específicos.....	15
1.3. Justificación de la investigación	15
1.3.1. Justificación teórica	15
1.3.2. Justificación social.....	16
1.3.3. Justificación metodológica.....	16
1.4. Delimitación.....	17
1.4.1. Espacial	17
1.4.2. Temporal.....	17
1.4.3. Económica.....	17
1.5. Objetivos de la investigación.....	17
1.5.1. Objetivo general.....	17
1.5.2. Objetivos específicos	17
CAPÍTULO II.....	19
2. Marco teórico.....	19
2.1. Antecedentes de la investigación.....	19
2.1.1. Antecedentes nacionales	19
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	20

2.2.	Marco conceptual.....	22
2.2.1	Sistema de alcantarillado	22
2.2.2	Importancia del sistema de alcantarillado	22
2.2.3	Funcionamiento del sistema de alcantarillado	22
2.3.	Definiciones de términos	29
2.4.	Hipótesis	31
2.4.1.	Hipótesis general.....	31
2.4.2.	Hipótesis específica	31
2.5.	Variables	32
2.5.1.	Definición conceptual de las Variables.....	32
2.5.2.	Definición operacional de la Variable	32
2.5.3.	Operacionalización de variables	33
CAPÍTULO III.....		34
3.	Metodología de la investigación.....	34
3.1.	Método de investigación.....	34
3.2.	Tipo de investigación.....	34
3.3.	Nivel de la investigación.....	34
3.4.	Diseño de investigación	34
3.5.	Población y muestra.....	35
3.5.1.	Población.....	35
3.5.2.	Muestra	35
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	35
3.7.	Procesamiento de la información.....	35
3.8.	Técnica y análisis de datos.....	36
CAPÍTULO IV.....		37
RESULTADOS.....		37
4.1.	Generalidades.....	38
4.1.1.	Ubicación y localización.....	38
4.1.2.	Situación actual de la urbanización Las Retamas	38
4.2.	Recolecta de datos	40
4.2.1.	Nivelación topográfica.....	40
4.2.2.	Longitud de los tramos	41
4.2.3.	Profundidad de los buzones	42
4.2.4.	Cotas de fondo de los buzones.....	43

4.2.5.	Tirantes de agua de los tramos.....	45
4.2.6.	Cálculo de las pendientes de los tramos	46
4.2.7.	Cálculo de los caudales de los tramos	47
4.2.8.	Cálculo de la tensión tractiva de los tramos	52
4.2.9.	Cálculo de la velocidad de los tramos	54
4.3.	Análisis de resultados	55
4.3.1.	Comparación de la pendiente.....	56
4.3.2.	Comparación de la velocidad.....	57
4.3.3.	Comparación de los caudales.....	58
4.3.4.	Comparación de la separación máxima entre buzones	60
4.4.	Tipo de mantenimiento	61
4.4.1.	Solución a los atoros y acumulación de sedimentos.....	62
4.4.2.	Solución a la falta de capacidad.....	62
4.4.3.	Solución a los alcances de los equipos de limpieza.....	62
CAPITULO V		63
DISCUSIÓN DE RESULTADOS		63
5.1.	Comparación de la pendiente.....	63
5.2.	Comparación de la velocidad.....	63
5.3.	Comparación de los caudales.....	63
5.4.	Comparación de la separación máxima entre buzones	64
5.5.	Tipo de mantenimiento	64
5.5.1.	Solución a los atoros y acumulación de sedimentos.....	64
5.5.2.	Solución a la falta de capacidad.....	64
5.5.3.	Solución a los alcances de los equipos de limpieza.....	64
CONCLUSIONES		65
RECOMENDACIONES		67
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS		68
ANEXOS		70
Anexo: 1 Matriz de consistencia.....		71
Anexo: 2 Matriz de Operacionalización de variables.....		74
Anexo: 3 Panel Fotográfico		75
Anexo: 4 planos		77

ÍNDICE DE TABLAS

	PAGINA
Tabla 1 Distancia entre buzones	27
Tabla 2 Características de cajas de inspección	28
Tabla 3 Operacionalización de variables	33
Tabla 4 Calculo de las cotas de tapa de los buzones	41
Tabla 5 Longitud de los tramos	42
Tabla 6 Profundidad de los buzones.....	43
Tabla 7 Cota de fondo de los buzones.....	44
Tabla 8 Tirantes de agua.....	45
Tabla 9 Calculo de las pendientes de los tramos	46
Tabla 10 Calculo de los caudales de los tramos	50
Tabla 11 Calculo de la tensión tractiva de los tramos	53
Tabla 12 Calculo de la velocidad de los tramos	54
Tabla 13 Comparación de la pendiente	55
Tabla 14 Comparación de la velocidad.....	57
Tabla 15 Comparación de los caudales	59
Tabla 16 Comparación de la separación máxima de los buzones	60

ÍNDICE DE FIGURAS

	PAGINA
Figura 1 Ubicación provincial de la urbanización Las Retamas	37
Figura 2 Urbanización Las Retamas de la ciudad de Huancayo	38
Figura 3 Tuberías atorados en el tramo Bz05 – Bz06.....	39
Figura 4 Buzón Bz - 27 inundado en el día de mayor consumo	39

RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿Cuál es el estado actual de la red de alcantarillado para un adecuado mantenimiento de la urbanización las retamas de la ciudad de Huancayo?, de la misma manera tuvo el objetivo general: Evaluar la red de alcantarillado para un adecuado mantenimiento de la urbanización las retamas de la ciudad de Huancayo, con esto se propuso la hipótesis general: Una adecuada evaluación de la red de alcantarillado permitirá un adecuado mantenimiento de la urbanización las retamas de la ciudad de Huancayo, en lo respecto a la metodología el método de investigación fue el método científico, el tipo de investigación fue la aplicada, el nivel fue descriptivo, el diseño fue no experimental y con respecto a la población estuvo conformada por el alcantarillado sanitario de la urbanización Las Retamas en la ciudad de Huancayo y la muestra estuvo conformada por el alcantarillado sanitario de la urbanización Las Retamas en la ciudad de Huancayo, todo esto llevo a la conclusión principal: que el reforzamiento influye en la rigidez de la estructura ocasionando que la deriva entre pisos sea mejor al 0.007, para estructuras de concreto armado, por lo tanto, la estructura tendrá un buen comportamiento durante un movimiento sísmico, porque inicialmente tenía un excedente 80% en su deriva máxima y posteriormente aplicando el reforzamiento estamos por debajo de la deriva máxima en un 8.2%.

Palabras claves: Evaluación de la red de alcantarillado sanitario, Eficiencia hidráulica

ABSTRACT

The present investigation had as a general problem: What is the current state of the sewerage network for an adequate maintenance of the urbanization las retamas of the city of Huancayo?, in the same way it had the general objective: Evaluate the sewerage network for an adequate maintenance of the urbanization las retamas of the city of Huancayo, with this the general hypothesis was proposed: An adequate evaluation of the sewage network will allow an adequate maintenance of the urbanization las retamas of the city of Huancayo, with respect to the methodology the research method was the scientific method, the type of research was applied, the level was descriptive, the design was non-experimental and with respect to the population it was made up of the sanitary sewer of the Las Retamas urbanization in the city of Huancayo and the sample was made up of the sanitary sewer system of the Las Retamas urbanization in the city of Huancayo, all of this I come to the main conclusion: that the reinforcement influences the rigidity of the structure causing the drift between floors to be better than 0.007, for reinforced concrete structures, therefore, the structure will have a good behavior during a seismic movement, because initially had an excess of 80% in its maximum drift and after applying the reinforcement we are below the maximum drift by 8.2%.

Keywords: Evaluation of the sanitary sewage network, Hydraulic efficiency.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como finalidad determinar el tipo de falla de la red de alcantarillado sanitario de la urbanización “Las Retamas” en la ciudad de Huancayo, donde se propone realizar una evaluación del alcantarillado sanitario determinando las pendientes, caudales, velocidades y tención tractiva de todos los tramos, de igual manera se analizara la profundidad de los buzones, diámetro de tuberías y distancia máxima entre buzones, todos estos parámetros serán comparados con los requisitos mínimos a los cuales deben sujetarse los proyectos y obras de infraestructura sanitaria descrito en la norma O.S. 070, del Reglamento Nacional de Edificaciones, de esta manera podremos plantear el tipo de mantenimiento que más convenga, para una mejor comprensión se dividió en los siguientes capítulos:

- **CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:** Este capítulo se plantea la problemática de la investigación, planteando un problema general y problemas específicos, objetivo general y tres objetivos específicos, con una justificación en el ámbito práctico, científico y metodológico, las delimitaciones y las limitaciones de la investigación.
- **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO:** Este capítulo presenta antecedentes internacionales y antecedentes nacionales los cuales son acorde a las variables de la investigación, bases conceptuales referentes a la investigación, la hipótesis y la Operacionalización de variables.
- **CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN:** Este capítulo detalla la metodología empleada, el tipo de investigación, el nivel de la investigación, diseño de la investigación, detallando la población, la muestra y el

desarrollo metodológico de la investigación y el procesamiento de la información .

- **CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE DATOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:** En este capítulo se detalla los resultados, el análisis de resultados.
- **CAPÍTULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS:** En este capítulo se da a conocer la discusión de resultados con otras investigaciones.

Bach. Sanchez Villavicencio Harold

CAPÍTULO I

1. Planteamiento del problema

1.1. Planteamiento del problema

Actualmente en el mundo miles de millones de personas en todo el mundo siguen careciendo de acceso al agua, el saneamiento y la higiene, según un nuevo informe de U.N.I.C.E.F. y la Organización Mundial de la Salud. Alrededor de 2.200 millones de personas en todo el mundo no cuentan con servicios de agua potable gestionados de manera segura, 4.200 millones de personas no cuentan con servicios de saneamiento gestionados de manera segura y 3.000 millones carecen de instalaciones básicas para el lavado de manos O.M.S. (2018). Según SUNASS (2017) en el “Perú se ha observado que muchos sistemas de alcantarillado han presentado fallas a pocos años de su construcción, como colapso de buzones debido a la sedimentación que se produce por la poca velocidad de arrastre, pérdida de capacidad en las tuberías que generalmente se presenta en los tramos donde la pendiente no cumplen con la función de auto limpieza, daños en las tuberías que se debe a la poca profundidad de los buzones que están expuestas a las cargas vehiculares, etc., por lo tanto se puede concluir que son deficientes hidráulicamente . En la

ciudad de Huancayo, en el año 2010 fue ejecutada la red de alcantarillado sanitario de la urbanización Las Retamas a responsabilidad de la empresa SEDAM HUANCAYO S.A., el cual viene siendo utilizado para la evacuación de aguas residuales que provienen de las viviendas aledañas a este proyecto. La obra fue diseñada y construida con un periodo de diseño de 20 años, esto nos quiere decir que deberá funcionar adecuadamente sin presentar ningún tipo de falla hasta el año 2030, sin embargo, los vecinos de la urbanización Las Retamas han reportado algunas de las deficiencias mencionadas anteriormente en la red de alcantarillado sanitario, siendo fundamental esta infraestructura urbana que tiene un impacto significativo en la salud pública y el medio ambiente. Su función principal es recoger, transportar y tratar las aguas residuales y pluviales de una comunidad para evitar la contaminación del agua y la propagación de enfermedades.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el estado actual de la red de alcantarillado para un adecuado mantenimiento de la urbanización las retamas de la ciudad de Huancayo?

1.2.2. Problemas específicos:

- a) ¿Cómo identificar el motivo por el cual se producen atoros en la red de alcantarillado sanitario de la urbanización las Retamas de la ciudad de Huancayo?
- b) ¿Cómo identificar el motivo por el cual se producen inundaciones en los buzones de la red de alcantarillado sanitario de la urbanización las Retamas de la ciudad de Huancayo?

- c) ¿Cómo identificar los motivos de porque los equipos de limpieza no brindan la solución adecuada en la red de alcantarillado sanitario de la urbanización las Retamas de la ciudad de Huancayo?

1.3. Justificación de la investigación

1.3.1. Justificación teórica

El trabajo de investigación servirá para resolver problemas prácticos, por ser métodos reproducibles que será aplicado en cualquier momento de la realidad en la obtención de datos mediante de la medición en campo, en nuestro caso para identificar los elementos que requieran un mantenimiento del sistema de alcantarillado, porque el colapso de un sistema de alcantarillado sanitario es uno de los agentes más contaminantes del medio ambiente en mundo, el cual provoca malos olores, enfermedades diarreicas, etc., por este motivo es que debe ser evitado realizando un mantenimiento cuando se logra apreciar algún tipo de deficiencia.

1.3.2. Justificación social

Esta investigación sustenta el beneficio social hacia los habitantes de la urbanización Las Retamas en la ciudad de Huancayo, cuando se evalué la red de alcantarillado sanitario y se determine el tipo de falla o deficiencia para posteriormente plantear el tipo de mantenimiento que más convenga. Así mismo servirá como base para las empresas prestadoras de estos servicios, para evaluaciones futuras y además de brindar lo necesario para el buen funcionamiento de redes de alcantarillado sanitario.

1.3.3. Justificación metodológica

El proyecto presenta una metodología explicativa con un diseño prospectivo porque nos permitirá tener un buen producto ya sustentado mediante las normativas y técnicas, siguiendo las pautas del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, de la misma manera en el trabajo de investigación se

clasifico de manera sistematizada los procesos que son necesarios durante la ejecución del proyecto, también se tabulo de manera secuencial todos los parámetros que son requeridos en cada proceso los mismos que son necesarios para el trabajo de gabinete así como el de campo, obteniendo una metodología propia y adecuada.

1.4. Delimitación

1.4.1. Espacial

La delimitación espacial estuvo ubicada en un departamento de Junín, Provincia de Huancayo, Distrito de Huancayo y específicamente en la urbanización Las Retamas La Rivera.

1.4.2. Temporal

La delimitación temporal de esta investigación estuvo entre los meses febrero y julio del presente año, pudiéndose extenderse según lo establecido en el cronograma de actividades.

1.4.3. Económica

La investigación se realizó con los gastos propios del investigador, ascendiendo a la suma en promedio a los costos de nuestra realidad siendo el monto: s/ 5900.00

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

Evaluar la red de alcantarillado para un adecuado mantenimiento de la urbanización las retamas de la ciudad de Huancayo.

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Determinar el motivo por el cual se producen atoros en la redde alcantarillado sanitario de la urbanización las Retamas dela ciudad de Huancayo.
- b) Determinar el motivo por el cual se producen inundaciones en los buzones de la red de alcantarillado sanitario de la urbanización las

Retamas de la ciudad de Huancayo.

- c) Determinar el motivo por el cual los equipos de limpieza no brindan la solución adecuada en la red de alcantarillado sanitario de la urbanización las Retamas de la ciudad de Huancayo.

CAPÍTULO II

2. Marco teórico

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes nacionales

a) **Chávez, (2018)** realizó la investigación “Simulación y optimización de un sistema de alcantarillado urbano” en la Pontificia Universidad Católica del Perú”, con la finalidad de optar el grado de ingeniero civil. La optimización permite obtener a partir de un trazo de red de alcantarillado pluvial o sanitario, los diferentes parámetros hidráulicos que producen un mínimo costo, garantizando que no habrá desbordes ni sobrecargas en la red. El cálculo del tiempo de concentración influirá en la intensidad de lluvia a ser empleada, a menor tiempo de concentración mayor es la intensidad, lo que incide en las dimensiones de los diámetros de las tuberías de la red, Concluyendo el estudio se realizó una “propuesta de diseño en el sistema de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento en la localidad de Carhuacocha, considerando los parámetros y reglamentos de diseño, abarcando el total de la población”.

b) **Cerquin, (2019)** realizó la investigación “Evaluación de la red de alcantarillado sanitario del jirón la cantuta en la ciudad de Cajamarca” en la Universidad Nacional de Cajamarca, con la finalidad de optar el grado de ingeniero civil. La tesis tiene como objetivo evaluar la red de alcantarillado sanitario del Jirón La Cantuta. La recolección de los datos de campo se realizó en el mes de febrero del año 2013, en el cual se usaron herramientas manuales y equipos topográficos. En total se evaluó 14

buzones, de los cuales 2 tienen una profundidad menor a la mínima, 3 se encuentran sedimentados y 2 parcialmente colapsados , “Todo esto llevo a la conclusión que el diseño de las principales estructuras con que cuenta el sistema de abastecimiento de agua proyectado las cuales son, redes de distribución con una longitud total de 562.05 m, una línea de impulsión de tubería de fierro galvanizado de 100 mm de diámetro, de longitud de 15.80 m, 02 electrobombas, una cisterna rectangular de 6.00 m de largo por 4.00 m de ancho y 2.00 metros de altura, 01 tanque elevado rectangular de 3.00 m de largo por 4.00 m de largo y 2.00 m de altura con paredes de espesor de 0.20 m, y 60 conexiones domiciliarias”. Concluyendo que “la población de la localidad de las Palmeras tendrá que presentar el proyecto a las autoridades competentes, dado que la ejecución del sistema evitará el consumo de agua de las fuentes superficiales contaminadas”.

c) Moreno, (2018) realizo la investigación “Mejora de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial de plantas pesqueras en la bahía de Paita”, en la Universidad de Piura, con la finalidad de optar el grado de ingeniero civil. En esta investigación se desarrollado una metodología basada en aspectos técnicos y científicos para la separación de los sistemas de evacuación de aguas residuales industriales , domésticas y pluviales. Esta metodología parte de evaluaciones de problemas de contaminación presentes en la zonade estudio, complementada con un análisis cualitativo y cuantitativo del nivel de gestión de las aguas residuales industriales y domésticas por parte de las plantas pesqueras instaladas en la bahía de Paita, Llegando a la conclusión de “Enseñanza y difusión en el uso de los softwares para diseñar las redes de agua potable y alcantarillado que permitirá reducir el tiempo en los diseños, debido que disminuye el tiempo de los procesos iterativos del diseño; y a la vez permite evaluar diferentes alternativas como el recorrido y el material a utilizar para el diseño de la red más eficiente y económica”.

2.1.2. Antecedentes internacionales

a) **Cabrera, (2011)** realizo la investigación “Diseño del sistema de

alcantarillado sanitario, aguas lluvias, y planta de tratamiento de aguas residuales para el área urbana del municipio de San Matias, departamento de la libertad” en la Universidad de el Salvador, con la finalidad de optar el grado de ingeniero civil. En esta tesis los autores presentan las características de los sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario , así como el manejo y tratamiento de las aguas residuales, también se detallan las condiciones geográficas, climatológicas y poblacionales del municipio de San Matías . De igual manera muestran los diseños de los sistemas de alcantarillado de aguas lluvias y aguas negras para el área urbana de la Villa de San Matías , especificaciones técnicas, planos y detalles constructivos, así como el presupuesto de cada alternativa . El cual concluye que “el sistema de distribución de agua potable se va a realizar por medio de bombeo hasta un tanque elevado de reserva colocado en el manantial el cual abastece de agua a dichos sectores y este se encuentra a un nivel más bajo por lo que es necesario se haga por medio de bombeo”.

b) **Méndez, (2011)** realizó la investigación Diseño del alcantarillado sanitario y pluvial y tratamiento de aguas servidas de la urbanización San Emilio , en la Universidad San Francisco DE QUITO, con la finalidad de optar el grado de ingeniero civil. El proyecto contiene los diseños de los sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario de la urbanización San Emilio, así como también el tratamiento de las aguas servidas . Finalmente usando el Programa SewerCad se obtuvieron los diseños del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario. Adicionalmente se diseñó la planta de tratamiento de las aguas servidas y se creó un presupuesto referencial de la obra . El cual concluye que “es necesario establecer un proyecto de mejoramiento en el sistema de distribución de agua para el casco urbano del municipio de Cucuyagua, Copán, y así sustituir el existente porque se encuentra obsoleto y presenta fallas en el suministro de agua en lo que respecta a la cantidad y calidad.”.

c) **Delgadillo, (2009)** realizó la investigación Proyecto de alcantarillado de aguas residuales de la localidad Quiahuitepec, municipio de Ayutla de los libres, estado de Guerrero al Instituto Politécnico Nacional de México , con la finalidad de optar el grado de ingeniero civil. La tesis tiene como

objetivo diseñar el sistema de alcantarillado sanitario de aguas residuales de la localidad de Quiahuitepec, para lo cual se realizaron los estudios básicos como topografía, mecánica de suelos, hidrología, etc., finalmente el autor presenta las especificaciones técnicas y el presupuesto total del proyecto, llegando a las conclusiones que realizó el autor fue que “El sistema de agua potable, debe ser diseñada por gravedad, aprovechando las topográficas que presenta el lugar, para la población de 850 habitantes distribuidas en 150 viviendas. Así mismo, el diseño del sistema de distribución funcionará en forma de ramales abiertos, debido a la dispersión de las viviendas”.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Sistema de alcantarillado.

Según menciona (Jiménez, 2012, p20). “el sistema de alcantarillado tiene la función del traslado de las aguas servidas de las casas de población y denominado con el nombre genérico de Aguas Residuales. incluyendo agua de lluvia”. El alcantarillado consiste en un sistema de conductos (tuberías) enterrados llamados línea de evacuación de aguas servidas y generalmente son instaladas en el centro de las vías.

2.2.2. Importancia del sistema de alcantarillado.

El sistema de alcantarillado es una de las infraestructuras más importantes de una ciudad, ya que permite la eliminación de los desechos generados por la población de manera segura y efectiva. Además, su correcto funcionamiento es vital para prevenir la contaminación del agua y reducir el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua (OMS, 2011).

2.2.3. Funcionamiento del sistema de alcantarillado.

El sistema de alcantarillado funciona mediante un sistema de gravedad, en el cual los efluentes fluyen hacia la red de tuberías gracias a la inclinación de las mismas. Sin embargo, en algunos casos se requiere el uso de bombas para transportar los efluentes a través de tuberías con desniveles topográficos importantes. Además, el sistema de alcantarillado debe ser diseñado y construido para soportar el flujo de efluentes y evitar obstrucciones (López y García, 2018).

2.2.3.1. Tipos de sistema de alcantarillado:

Según Vierendel (2009), se pueden dividir en dos tipos:

- **Unitario:** Funciona tanto el desagüe sanitario y el desagüe fluvial .
- **Separativo:** El desagüe sanitario y el desagüe fluvial funcionan independientemente .

2.2.3.2. Partes de un sistema de alcantarillado:

- **Tubería de servicio local:** Son las que reciben las conexiones domiciliarias , según Vierendel (2009), el diámetro mínimo será de 200mm (8”) y el diámetro máximo será de 400mm (16”) .
- **Colectores:** Conducto principal, generalmente de sección circular, que recolecta y transporta las aguas negras o pluviales hasta su disposición final o desfogue .

2.2.3.3. Cálculos hidráulicos:

a) Ecuación de Manning:

Según Nogales y Quispe (2009), La ecuación de Manning es la más recomendable por su sencillez y los resultados satisfactorios, que da su aplicación en alcantarillas, colectores, canales de dimensiones grandes y pequeñas .

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

Dónde:

Q: Caudal (m³/s) A: Area (m²)

N: Coeficiente de rugosidad R_h: Radio hidráulico (m)

S: Pendiente (m/m)

b) Coeficiente de rugosidad:

Según la norma O.S.0.1.0 del R.N.E., Para el cálculo hidráulico de las tuberías que trabajen como canal, se recomienda la fórmula de Manning, con los siguientes coeficientes de rugosidad:

Asbesto, cemento y P.V.C.	0.010
Hierro fundido y concreto	0.015

Para otros materiales deberá justificarse los coeficientes de rugosidad .

c) Caudal:

Según la norma O.S.0.7.0 del RNE, en todos los tramos de la red deben calcularse los caudales inicial y final (Q.i. y Q.f.). El valor mínimo del caudal a considerar será de 1,5 L /s.

d) Velocidad:

Según la norma O.S.010 del R.N.E., La velocidad mínima no debe producir depósitos ni erosiones, en ningún caso será menor de 0,60 m/s. La misma norma menciona que la velocidad máxima admisible dependerá del material de la tubería como , por ejemplo:

Para tubos de concreto: 3m/s
Para tubos de cemento,
P.V.C., acero:5m/s

Para otros materiales deberá justificarse la velocidad máxima.

e) Pendiente:

Según la norma O.S.0.7.0 del R.N.E., las pendientes de las tuberías deben cumplir la función de auto limpieza aplicando el criterio de tensión tractiva .

- **Pendiente mínima:** La norma O.S.0.7.0. menciona que la pendiente mínima que cumple una tensión tractiva mínima de 1pa y un coeficiente de rugosidad de 0.013 se podrá calcular con la siguiente formula:

$$S_{min} = 0.0055 * Qi^{-0.47}$$

Pero en nuestros días los sistemas de alcantarillado se construyen con tuberías de P.V.C. que tienen un coeficiente de rugosidad de 0.010, lo cual indica que la formula anterior no puede ser utilizada para este tipo de material. Según la O.P.S./C.E.P.I.S./2.0.0.5., otro método para el cálculo de pendiente mínima sería utilizando la norma boliviana 688, que calcula la pendiente para tuberías con sección llena con la siguiente formula:

$$S_{min} = \frac{\sigma_{tmin}}{\rho * g * Rh}$$

Dónde:

ρ : Densidad de aguas residuales.(1200kg/m³)

g: Gravedad promedio en el distrito de Chilca (9.79m/s²)

Rh: Radio hidráulico (metros)

σ_{tmin} : Tensión tractiva mínima (1Pa)

Para tuberías con sección parcialmente llena se utiliza la siguiente formula:

$$S_{min} = \frac{\sigma_{tmin}}{\rho * g * \frac{D}{4} \left(1 - \frac{360 \sin \emptyset}{2\pi \emptyset}\right)}$$

Dónde:

D: Diámetro de tubería (metros)

\emptyset : Angulo de la superficie del agua al centro del tubo (grados)

σ_{tmin} : Tensión tractiva mínima (1P.a.)

- **Pendiente máxima:** Según la norma O.S.0.7.0. del R.N.E., La máxima pendiente admisible es la que corresponde a una velocidad final $V_f = 5$ m/s; las situaciones especiales serán sustentadas por el proyectista .

f) Tensión tractiva

Es el esfuerzo tangencial unitario asociado al escurrimiento por gravedad en la tubería dealcantarillado, ejercido por el líquido sobre el material depositado .

Según la norma boliviana 688, La ecuación de la tensión de arrastre, que representa un valor medio de la tensión a lo largo del perímetro mojado de la sección transversal considerada .

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

Dónde:

ρ : Densidad de aguas residuales.(1200kg/m³)

g : Gravedad promedio en el distrito de Chilca (9.79m/s²)

R_h : Radio hidráulico (m)
 S : Pendiente (m/m)

2.2.3.4. Cámaras de inspección:

Las cámaras de inspección serán ubicadas en la línea de alcantarillado para facilitar la limpieza y mantenimiento de las redes y evitar que se obstruyan debido a una acumulación excesiva de sedimentos.

a) Ubicación:

Se proyectarán cámaras de inspección en los siguientes casos:

- Al inicio de los tramos de arranque del ramal colector de aguas residuales .

- En el cambio de dirección del ramal colector de aguas residuales .
- En un cambio de pendiente de los ramales colectores .
- En lugares donde se requieran por razones de inspección y limpieza .

b) Separación máxima:

La distancia entre cámaras de inspección y limpieza consecutivas está limitada por el alcance de los equipos de limpieza. La separación máxima depende del diámetro de las tuberías. Para el caso de las tuberías principales la separación será de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 1
Distancia entre buzones

DIAMETRO NOMINAL DE LA TUBERIA (mm)	DISTANCIA MAXIMA (m)
100 - 150	60
200	80
250 - 300	100
mayores	150

Fuente: Norma OS.070.

c) Tipos:

- **Cajas de inspección o buzonetas:** Se deberán emplear solo en vías peatonales cuando la profundidad sea tal que permita recubrimiento menor de 1 m sobre la clave del tubo . Sus dimensiones serán determinadas de acuerdo a los diámetros y profundidad de las tuberías , tal como especifica el cuadro N° 02. La distancia entre caja y caja no será mayor a 15,0m.

Tabla 2
Características de cajas de inspección

DIMENSIONES INTERIORES (m)	DIAMETRO MAXIMO (mm)	PROFUNDIDAD MAXIMA (m)
0.25 X 0.50	100	0.60
0.30 X 0.60	150	0.80
0.45 X 0.60	150	1.00
0.60 X 0.60	200	1.20

Fuente: OPS/CEPIS/2005.

- **Buzones:** Se deberán emplear cuando la profundidad sea tal que permita recubrimiento mínimo de 1 m. sobre la clave del tubo. El diámetro interior de los buzones será 1.20m para tuberías de hasta de 800mm de diámetro y de 1,50m para tuberías hasta de 1200 mm de diámetro . Los buzones podrán ser prefabricados o construidos en obra. El techo será una losa removible de concreto armado y llevará una abertura de acceso de 0,60m de diámetro .

d) Canaletas media caña:

En el fondo de las cámaras de inspección, se deberá diseñar media caña en dirección del flujo, y una pendiente del 25% entre el borde de la media caña y las paredes laterales de la cámara.

e) Cámaras con caída:

En las cámaras de inspección en que las tuberías no lleguen a un mismo nivel, se deberá proyectar caídas especiales cuando la descarga o altura de caída, con respecto al fondo de la cámara, sea mayor de 1 metro.

f) Control de remanso:

Para evitar la formación de remansos, el fondo de la cámara de inspección deberá tener una pendiente similar a la pendiente mayor de los conductos que llegan a ella .

2.3. Definiciones de términos

- **Aguas negras:** “Son las aguas cuya calidad se vio afectada negativamente por influencia antropogenica, incluyen a las aguas usadas, domesticas, urbanas y los residuos líquidos industriales o mineros eliminados”. Según Morales (2004).
- **Alcantarillado de servicio local:** “Es el que está constituido por las tuberías que reciben conexiones prediales. Se admitirán conexiones prediales únicamente hasta con tuberías de 400mm (16”) de diámetro, el diámetro mínimo será 200 mm (8”)”. Según Vierendel (2009).
- **Altura de recubrimiento del colector:** “Diferencia de nivel, entre la superficie del terreno y la clave del colector”. Según O.P.S/. C.E.P.I.S. (2005).
- **Buzones:** “Los buzones serán circulares, con diámetro interior de 1.20 m., con revestimiento de paredes de 0.15m como mínimo y en el piso de 0.2 m. Serán construidos de concreto simple hasta 1.5 m. de profundidad y de concreto armado cuando presentan mayor profundidad. La tapa será de concreto armado de 0.15 m. de espesor, debiendo ser removible y debe tener una boca de inspección con tapa de fierro fundido o concreto con diámetro de 0.6 m”. Según Nogales y Quispe (2009).
- **Buzonetas:** “Se utilizarán en el sistema condominial, normalmente se ubican al inicio y final de cada ramal, puede utilizarse intermedios si la longitud supera los 50 m, son circulares de 0.60 m de diámetro y deben tener tapas removibles”. Según Nogales y Quispe (2009).
- **Cajas de inspección:** “Son las cámaras de inspección que se ubican en el trazo de los ramales colectores, destinada a la inspección y mantenimiento del mismo. Puede formar parte de la conexión domiciliaria de alcantarillado”. Según NTE OS.070.
- **Caudal:** “En la práctica el caudal en los tramos iniciales de las redes de alcantarillado es muy variables, dependiendo en cualquier momento, de

la cantidad de ramales que descargan y los sanitarios que son evacuados”. Según OPS/CEPIS (2005).

- **Coefficiente de retorno:** “Relación entre el volumen de aguas residual que llega a las alcantarillas y el volumen de agua abastecida”. Según OPS/CEPIS (2005).
- **Colectores:** “Son los constituidos por tuberías que reciben las descargas de aguas servidas por el alcantarillado de servicio local. En los colectores no se podrá realizar conexiones prediales”. Según Vierendel (2009).
- **Cuenca de contribución:** “Conjunto de áreas contribuyentes, cuyas aguas residuales fluyen hacia un punto único de concentración”. Según O.P.S/. C.E.P.I.S.(2005).
- **Emisores:** “Serán los constituidos por las líneas conductoras de las aguas servidas, hasta la disposición final o hasta la instalación del tratamiento”. Según Vierendel (2009).
- **Instalación sanitaria domiciliaria:** “Conjunto de tuberías de agua potable, alcantarillado, accesorios y artefactos que se encuentran dentro de los límites de la propiedad”. Según OPS/CEPIS (2005).
- **Obras de alcantarillado:** “Está conformado por una serie de conductos subterráneos cuyo objetivo es eliminar por transporte hidráulico las sustancias inconvenientes que pueden ser acarreados o conducidos por el agua”. Según Vierendel (2009).
- **Pendiente mínima:** “El diseño usual del alcantarillado convencional considera que la pendiente mínima que tendrá una alcantarilla, viene dada por la inclinación de la tubería con la cual se lograra mantener la velocidad mínima de 0,6 m/s, transportando el caudal máximo con un nivel de agua del 75% (0,75 D) del diámetro”. Según OPS/CEPIS (2005).
- **Ramal condominial:** “Tubería que recolecta aguas residuales de un conjunto de edificaciones que descarga a la red pública en un punto”. Según OPS/CEPIS (2005).

- **Red de alcantarillado sanitario:** “Es una manera de manipular, conducir y desechar toda clase de aguas servidas y transportarlas a una planta de tratamiento, donde serán depurados todos los sólidos que estas lleven, para no provocar un daño significativo al cuerpo receptor, teniendo como destino final un acuífero que permita conducir por tramos largos el caudal, el cual en el trayecto será regenerado”. Según Morales (2004).
- **Tensión tractiva:** “Es la fuerza tangencial por unidad de área mojada ejercida por el flujo de aguas residuales sobre un colector y en consecuencia sobre el material depositado”. Según OPS/CEPIS (2005).
- **Tirante hidráulico:** “Altura del flujo sanitario que abarca una sección parcial de tubería”. Según Morales (2004).
- **Velocidad mínima:** “El cálculo de la velocidad mínima es para evitar la deposición excesiva de materiales sólidos en las tuberías y cajas de inspección”. Según OPS/CEPIS (2005).
- **Velocidad máxima:** “Es para evitar que ocurra la acción abrasiva de las partículas sólidas transportadas por las aguas residuales”. Según OPS/CEPIS (2005).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Una adecuada evaluación de la red de alcantarillado permitirá un adecuado mantenimiento de la urbanización las Retamas de la ciudad de Huancayo.

2.4.2. Hipótesis específica

- a) Una adecuada evaluación del alcantarillado sanitario identificará los motivos por el cual se producen atoros en la red de alcantarillado sanitario de la urbanización las Retamas de la ciudad de Huancayo.
- b) Una adecuada evaluación del alcantarillado sanitario ayudará a determinar el motivo por el cual se producen inundaciones en los buzones de la red de alcantarillado sanitario de la urbanización las Retamas de la ciudad de Huancayo.

- c) Una adecuada evaluación del alcantarillado sanitario identificara el motivo por el cual los equipos de limpieza no brindan la solución adecuada en la red de alcantarillado sanitario de la urbanización las Retamas de la ciudad de Huancayo.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de las Variables

Variable independiente (Y): Evaluación de alcantarillado sanitario, es una acción que se realiza para determinar si un sistema de alcantarillado sanitario es o no eficiente hidráulicamente.

Variable dependiente (X): Eficiencia hidráulica, hace referencia a la capacidad que tiene un sistema sanitario para transportar fluidos sin sufrir ningún tipo de falla.

2.5.2. Definición operacional de la Variable

$$Y = F(x)$$

Variable independiente (X)

Evaluación del alcantarillado sanitario:

La evaluación del alcantarillado se realizó con el nivel de ingeniero, cinta métrica y flexómetro, para obtener las medidas del sistema de alcantarillado, que se está evaluando.

Variable dependiente (Y)

Eficiencia hidráulica:

Dependerá de los parámetros de la norma OS.070 y los parámetros que establece el reglamento de edificaciones una vez que sea evaluado los elementos estructurales que serán reforzados.

2.5.3. Operacionalización de variables

Tabla 3
Operacionalización de variables

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE	Evaluación del alcantarillado sanitario.	- Periodo de diseño. - Mantenimiento.
VARIABLE DEPENDIENTE	Eficiencia hidráulica	- Caudal. - Pendiente. - Velocidad. - Tensión tractiva

Fuente de elaboración propia

CAPÍTULO III

3. Metodología de la investigación

3.1. Método de investigación:

En el presente trabajo de investigación se hará uso del Método Científico en su modalidad experimental y analítica como método general. Según (Ander, 1984), “El estudio del método científico es objeto de estudio de la epistemología. Asimismo, el significado de la palabra “método” ha variado. Ahora se le conoce como el conjunto de técnicas y procedimientos que le permiten al investigador realizar sus objetivos y aplicar sus hipótesis mediante procesamiento de datos”.

3.2. Tipo de investigación:

A decir de (Sierra, 2002) el tipo de estudio de la presente investigación es la aplicada porque “en éstos estudios se deben determinar y definir previamente las variables, luego se formulan hipótesis, los mismos que deben probarse por los cálculos e iteraciones, los cuales se llevaran a cuadros estadísticos, trabajándose con una muestra específica y llegando al final a las conclusiones”.

3.3. Nivel de la investigación:

El nivel de investigación empleado será descriptivo, porque según (Hernández, 2010), el nivel descriptivo busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de la investigación.

3.4. Diseño de investigación:

Para esta investigación su diseño fue no experimental, porque no se ha manipulado intencionalmente la variable independiente es realizada la medición para la determinación de los objetivos, de la misma manera es de un

corte transversal porque se tomó una sola medición en medida en el tiempo según (Hernández, 2010).

3.5. Población y muestra:

3.5.1. Población:

Para (Hernández, 2014), “una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (pág. 65). Para el estudio la población estará conformada por el alcantarillado sanitario de la urbanización Las Retamas en la ciudad de Huancayo.

3.5.2. Muestra:

La muestra fue no probabilística, el tipo de muestreo fue conveniencia, según (Carrasco, 2006) considera “el investigador selecciona sobre la base de su propio criterio las unidades de análisis”. La muestra estará conformada por el alcantarillado sanitario de la urbanización Las Retamas en la ciudad de Huancayo.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Primeramente, se utilizará la norma OS.070 de donde se obtendrá los requisitos mínimos a los cuales deben sujetarse los proyectos y obras de infraestructura sanitaria.

Los datos de la red de alcantarillado sanitario de la urbanización Las Retamas en la ciudad de Huancayo serán obtenidos directamente del campo, para lo cual se realizará las siguientes actividades:

- Nivelación topográfica de las tapas de los buzones.
- Medición de distancia entre dos buzones.
- Medición de la profundidad de los buzones.
- Medición del tirante hidráulico de los tramos.

3.7. Procesamiento de la información:

Todos los datos obtenidos en el campo nos ayudaran a calcular la pendiente para cada tramo, caudal de la red de alcantarillado, tensión tractiva para cada tramo, pendiente mínima y velocidad de cada tramo, de igual manera se tendrá

en cuenta la profundidad de los buzones, diámetro de las tuberías y distancia máxima entre buzones para esto se utilizará el software Microsoft Excel.

3.8. Técnica y análisis de datos:

Los resultados obtenidos en el procedimiento de información serán comparados con los requisitos mínimos que están descritos en la norma OS.070 del reglamento nacional de edificaciones, realizando cuadros comparativos. Finalmente determinaremos el tipo de mantenimiento que requiere la red de alcantarillado sanitario de la urbanización Las Retamas en la ciudad de Huancayo.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1. Generalidades

4.1.1. Ubicación y localización:

La urbanización Las Retamas se ubica en el distrito de Huancayo, provincia de Huancayo, en el departamento de Junín.

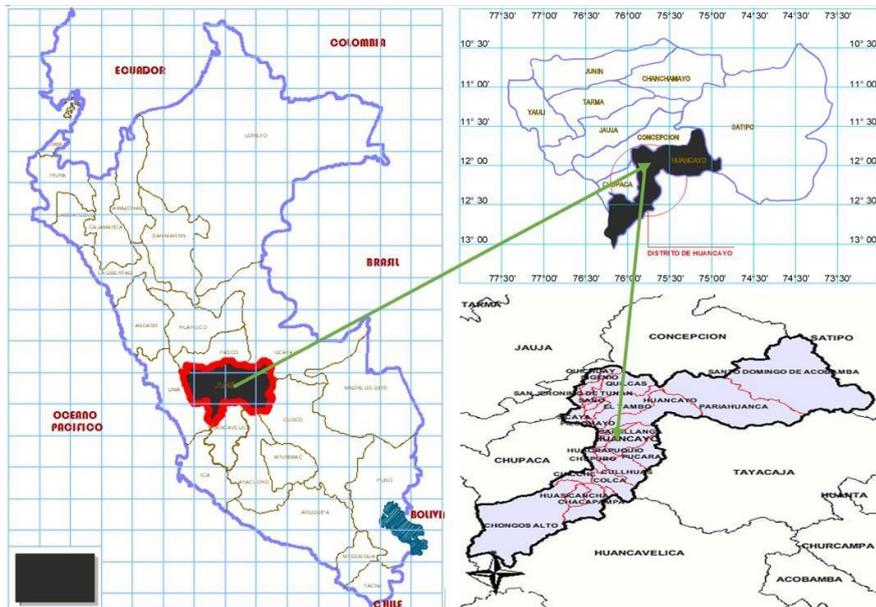


Figura 1 Ubicación provincial de la urbanización Las Retamas Fuente:
Elaboración propia.

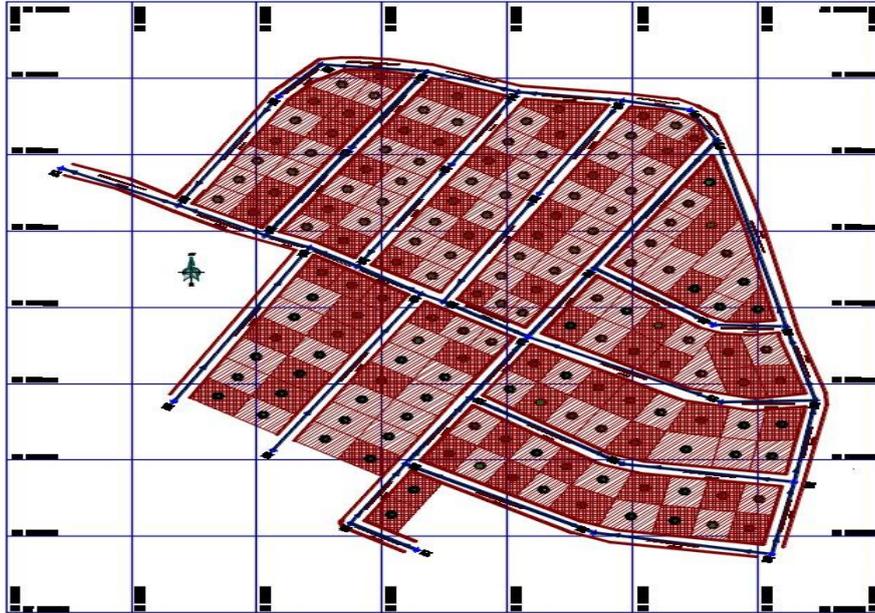


Figura 2 Urbanización Las Retamas de la ciudad de Huancayo Fuente:
Elaboración propia.

4.1.2. Situación actual de la urbanización Las Retamas:

El alcantarillado sanitario de la urbanización Las Retamas de la ciudad de Huancayo fue ejecutado en el mes de agosto del año 1995 por la empresa SEDAM Huancayo S.A., la cual se trata de un sistema separativo que evacua las aguas residuales de las viviendas aledañas y está compuesto por tuberías de concreto simple de 6 pulg de diámetro y 33 buzones de diferentes profundidades.

Los habitantes de la zona han informado que el sistema de alcantarillado de la urbanización Las Retamas de la ciudad de Huancayo funcionaba eficientemente hasta aproximadamente el año 2010, pero con el pasar del tiempo y el aumento de la población se han presentado fallas como atoros que se producen en diferentes tramos e inundaciones temporales en la matriz principal en los días de mayor consumo.



Figura 3 Tuberías atorados en el tramo Bz05 – Bz06
Fuente: Elaboración propia.



Figura 4 Buzón Bz - 27 inundado en el día de mayor consumo
Fuente: Elaboración propia.

Como una alternativa de solución a estas fallas, se han realizado mantenimientos correctivos los cuales consistieron en limpieza y desatoros con herramientas manuales y maquinaria pesada por parte de la empresa responsable, pero no han brindado los resultados esperados por los habitantes de la zona, los cuales en la actualidad se siguen produciendo y se podrían agravar hasta producir el colapso de todo el sistema de alcantarillado de la urbanización Las Retamas de la ciudad de Huancayo.

4.2. Recolecta de datos:

Los habitantes de la zona informaron que los días más críticos en donde se presentan las fallas mencionadas anteriormente son los domingos entre las 7.00 — 12.00am, horas en la que realizan mayor consumo de agua potable para satisfacer sus necesidades, por lo tanto, la recolecta de datos se realizó el día 27 de marzo de 2022 a las 10.00am.

4.2.1. Nivelación topográfica:

El objetivo de la nivelación topográfica es determinar las cotas de tapade los buzones. En el plano de planta que viene adjunto en los anexos se puede observar la numeración asignada a cada uno de ellos y los tramos respectivos. El Buzón — 01 cuenta con una cota igual a 3234.00 m.s.n.m el cual fue obtenida con un GPS y sirvió de base para calcular las cotas de los buzones restantes aplicando las siguientes ecuaciones:

$$\Delta L = Lat - Lad \dots (1)$$

$$COTA 2 = COTA 1 - \Delta L \dots (2)$$

Donde:

ΔL : Diferencia de lectura (m).

Lat: Lectura atrás (m).

Lad: Lectura adelante (m).

En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos en la nivelación topográfica de forma resumida:

Tabla 4
Calculo de las cotas de tapa de los buzones

ESTACION					COTAS
	PUNTO VISADO	LECTURA ATRÁS	LECTURA ADELANTE	DIFERENCIA DE LECTURA	
ESTACION 1	Bz - 01	1.35			3234.00
	Bz - 02		2.10	-0.75	3233.25
	Bz - 03		2.25	-0.90	3233.10
	Bz - 04		2.40	-1.05	3232.95
	Bz - 05		2.49	-1.14	3232.86
	Bz - 19		2.48	-1.13	3232.87
	Bz - 15		1.23	0.12	3234.12
ESTACION 2	Bz - 05	1.62			3232.86
	Bz - 21		1.98	-0.36	3232.50
	Bz - 20		1.63	-0.01	3232.85
	Bz - 18		2.43	-0.81	3232.05
	Bz - 17		2.13	-0.51	3232.35
	Bz - 13		1.65	-0.03	3232.83
	Bz - 14		1.46	0.16	3233.02
	Bz - 16		1.64	-0.02	3232.84
ESTACION 3	Bz - 05	1.45			3232.86
	Bz - 06		1.59	-0.14	3232.72
	Bz - 07		1.87	-0.42	3232.44
	Bz - 31		2.00	-0.55	3232.31
	Bz - 08		2.19	-0.74	3232.12
	Bz - 09		2.47	-1.02	3231.84
	Bz - 10		2.60	-1.15	3231.71
	Bz - 11		2.77	-1.32	3231.54
ESTACION 4	Bz - 31	1.37			3232.31
	Bz - 22		1.56	-0.19	3232.12
	Bz - 23		2.53	-1.16	3231.15
	Bz - 24		1.20	0.17	3232.48
	Bz - 25		2.00	-0.63	3231.68
	Bz - 26		3.04	-1.67	3230.64
	Bz - 27		2.34	-0.97	3231.34
	Bz - 29		2.57	-1.20	3231.11
	Bz - 30		3.63	-2.26	3230.05
ESTACION 5	Bz - 29	1.58			3231.11
	Bz - 28		0.41	1.17	3232.28
	Bz - 12		-0.26	1.84	3232.95
	Bz - 32		0.62	0.96	3232.07
	Bz - 33		1.04	0.54	3231.65

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Longitud de los tramos:

Este dato es necesario para poder calcular las pendientes de los tramos y compararlo con la separación máxima entre buzones, la cual fue medida desde

el centro de cada buzón aplicando una wincha de fibra de vidrio de 150m, cabe mencionar que se tomaron las medidas necesarias para poder obtener resultados más exactos, en la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos:

Tabla 5
Longitud de los tramos

TRAMO	LONGITUD (m)	TRAMO	LONGITUD (m)
Bz01 - Bz02	47.70	Bz16 - Bz17	74.85
Bz01 - Bz12	72.35	Bz19 - Bz18	88.50
Bz02 - Bz03	54.65	Bz20 - Bz21	60.25
Bz02 - Bz16	69.30	Bz31 - Bz22	80.50
Bz03 - Bz04	49.50	Bz32 - Bz25	76.80
Bz03 - Bz19	37.75	Bz33 - Bz27	67.30
Bz04 - Bz05	125.55	Bz15 - Bz14	31.40
Bz04 - Bz20	28.80	Bz14 - Bz13	44.80
Bz05 - Bz06	22.50	Bz13 - Bz17	50.25
Bz05 - Bz21	97.40	Bz17 - Bz18	46.30
Bz06 - Bz07	27.40	Bz21 - Bz18	52.00
Bz07 - Bz08	42.45	Bz18 - Bz22	41.00
Bz07 - Bz31	69.40	Bz22 - Bz23	10.15
Bz08 - Bz09	38.70	Bz23 - Bz25	31.15
Bz08 - Bz32	54.00	Bz24 - Bz23	118.35
Bz09 - Bz10	38.70	Bz25 - Bz26	22.50
Bz09 - Bz33	57.90	Bz26 - Bz27	19.65
Bz10 - Bz11	26.90	Bz28 - Bz26	114.55
Bz11 - Bz29	81.90	Bz27 - Bz29	39.85
Bz12 - Bz13	87.50	Bz29 - Bz30	52.85

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3. Profundidad de los buzones:

Este dato será utilizado para calcular la cota de fondo de cada buzón, para lo cual fue necesario ingresar al interior y utilizar un flexómetro metálico de 5m, este procedimiento se realizó en los 33 buzones del sistema de alcantarillado de la urbanización Las Retamas de la ciudad de Huancayo, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6
Profundidad de los buzones

NUMERO DE BUZÓN	PROFUNDIDAD (m)	NUMERO DE BUZÓN	PROFUNDIDAD (m)
Bz - 01	1.20	Bz - 18	1.70
Bz - 02	1.20	Bz - 19	1.40
Bz - 03	1.30	Bz - 20	1.50
Bz - 04	1.45	Bz - 21	1.90
Bz - 05	1.90	Bz - 22	2.00
Bz - 06	1.90	Bz - 23	1.40
Bz - 07	1.80	Bz - 24	1.20
Bz - 08	1.80	Bz - 25	1.80
Bz - 09	1.80	Bz - 26	1.20
Bz - 10	1.90	Bz - 27	1.90
Bz - 11	1.85	Bz - 28	1.20
Bz - 12	1.20	Bz - 29	1.90
Bz - 13	1.50	Bz - 30	1.30
Bz - 14	1.20	Bz - 31	1.90
Bz - 15	1.20	Bz - 32	2.00
Bz - 16	1.20	Bz - 33	1.90
Bz - 17	1.50		

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4. Cotas de fondo de los buzones:

Las cotas de fondo de los buzones se determinan aplicando la siguiente ecuación:

$$Cf = Ct - Pf \dots (3)$$

Donde:

Cf: Cota de fondo (m.s.n.m).

Ct: Cota de tapa (m.s.n.m). Pf:

Profundidad (m).

Aplicando la ecuación n° 03 determinamos las cotas de fondo de los buzones las cuales se muestran de forma resumida en la siguiente tabla:

Tabla 7
Cota de fondo de los buzones

NUMERO DE BUZON	COTA DE TAPA (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD (m)	COTA DE FONDO (m.s.n.m)
Bz - 01	3234.00	1.20	3232.80
Bz - 02	3233.25	1.20	3232.05
Bz - 03	3233.10	1.30	3231.80
Bz - 04	3232.95	1.45	3231.50
Bz - 05	3232.86	1.90	3230.96
Bz - 06	3232.72	1.90	3230.82
Bz - 07	3232.44	1.80	3230.64
Bz - 08	3232.12	1.80	3230.32
Bz - 09	3231.84	1.80	3230.04
Bz - 10	3231.71	1.90	3229.81
Bz - 11	3231.54	1.85	3229.69
Bz - 12	3232.95	1.20	3231.75
Bz - 13	3232.83	1.50	3231.33
Bz - 14	3233.02	1.20	3231.82
Bz - 15	3234.12	1.20	3232.92
Bz - 16	3232.84	1.20	3231.64
Bz - 17	3232.35	1.50	3230.85
Bz - 18	3232.05	1.70	3230.35
Bz - 19	3232.87	1.40	3231.47
Bz - 20	3232.85	1.50	3231.35
Bz - 21	3232.50	1.90	3230.60
Bz - 22	3232.12	2.00	3230.12
Bz - 23	3231.15	1.40	3229.75
Bz - 24	3232.48	1.20	3231.28
Bz - 25	3231.68	1.80	3229.88
Bz - 26	3230.64	1.20	3229.44
Bz - 27	3231.34	1.90	3229.44
Bz - 28	3232.28	1.20	3231.08
Bz - 29	3231.11	1.90	3229.21
Bz - 30	3230.05	1.30	3228.75
Bz - 31	3232.31	1.90	3230.41
Bz - 32	3232.07	2.00	3230.07
Bz - 33	3231.65	1.90	3229.75

Fuente: Elaboración propia.

4.2.5. Tirantes de agua de los tramos:

Los tirantes de agua de los tramos fueron medidos con un flexómetro de 5m en el interior de cada buzón, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8
Tirantes de agua

TRAMO	TIRANTE DE AGUA (m)	TRAMO	TIRANTE DE AGUA (m)
Bz01 - Bz02	0.047	Bz16 - Bz17	0.094
Bz01 - Bz12	0.061	Bz19 - Bz18	0.083
Bz02 - Bz03	0.049	Bz20 - Bz21	0.078
Bz02 - Bz16	0.085	Bz31 - Bz22	0.114
Bz03 - Bz04	0.080	Bz32 - Bz25	0.115
Bz03 - Bz19	0.080	Bz33 - Bz27	0.089
Bz04 - Bz05	0.071	Bz15 - Bz14	0.042
Bz04 - Bz20	0.080	Bz14 - Bz13	0.060
Bz05 - Bz06	0.080	Bz13 - Bz17	0.100
Bz05 - Bz21	0.072	Bz17 - Bz18	0.127
Bz06 - Bz07	0.076	Bz21 - Bz18	0.119
Bz07 - Bz08	0.082	Bz18 - Bz22	0.142
Bz07 - Bz31	0.074	Bz22 - Bz23	0.150
Bz08 - Bz09	0.072	Bz23 - Bz25	0.157
Bz08 - Bz32	0.070	Bz24 - Bz23	0.092
Bz09 - Bz10	0.084	Bz25 - Bz26	0.167
Bz09 - Bz33	0.097	Bz26 - Bz27	0.180
Bz10 - Bz11	0.067	Bz28 - Bz26	0.060
Bz11 - Bz29	0.087	Bz27 - Bz29	0.187
Bz12 - Bz13	0.076	Bz29 - Bz30	0.201

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior podemos observar que los tramos Bz22 – Bz23, Bz23 – Bz25, Bz25 – Bz26, Bz26 – Bz27, Bz27 – Bz29 y Bz29 – Bz30 cuentan con un tirante de agua mayor al diámetro de la tubería de 6 pulg (0.150m), por lo tanto, se puede predecir que dichos tramos llegaran a colapsar en el cálculo que realizaremos más adelante.

Procesamiento de la información:

Los datos obtenidos anteriormente serán procesados mediante fórmulas matemáticas para obtener las pendientes, los caudales, la tensión tractiva y las velocidades de cada tramo.

4.2.6. Cálculo de las pendientes de los tramos:

Para calcular la pendiente se utilizará la cota de fondo inicial, la cota de fondo final y la longitud de cada tramo, la cuales serán reemplazadas en la siguiente ecuación:

$$Pe = \frac{Cfi - Cff}{L} \dots (4)$$

Donde:

Pe: Pendiente (m/m)

Cfi: Cota de fondo inicial (m.s.n.m).

Cff: Cota de fondo final (m.s.n.m). L:

Longitud (m).

El cálculo de las pendientes de los tramos se muestra en forma resumida en la siguiente tabla:

Tabla 9
Calculo de las pendientes de los tramos

TRAMO	COTA INICIAL DE FONDO	COTA FINAL DE FONDO	LONGITUD (m)	DESNIVEL (m/m)	PENDIENTE (%)
Bz01 - Bz02	3232.80	3232.05	47.70	0.75	1.57
Bz01 - Bz12	3232.80	3231.75	72.35	1.05	1.45
Bz02 - Bz03	3232.05	3231.80	54.65	0.25	0.46
Bz02 - Bz16	3232.05	3231.64	69.30	0.41	0.59
Bz03 - Bz04	3231.80	3231.50	49.50	0.30	0.61
Bz03 - Bz19	3231.80	3231.47	37.75	0.33	0.87
Bz04 - Bz05	3231.50	3230.96	125.55	0.54	0.43
Bz04 - Bz20	3231.50	3231.35	28.80	0.15	0.52
Bz05 - Bz06	3230.96	3230.82	22.50	0.14	0.62
Bz05 - Bz21	3230.96	3230.60	97.40	0.36	0.37
Bz06 - Bz07	3230.82	3230.64	27.40	0.18	0.66

Bz07 - Bz08	3230.64	3230.32	42.45	0.32	0.75
Bz07 - Bz31	3230.64	3230.41	69.40	0.23	0.33
Bz08 - Bz09	3230.32	3230.04	38.70	0.28	0.72
Bz08 - Bz32	3230.32	3230.07	54.00	0.25	0.46
Bz09 - Bz10	3230.04	3229.81	38.70	0.23	0.59
Bz09 - Bz33	3230.04	3229.75	57.90	0.29	0.50
Bz10 - Bz11	3229.81	3229.69	26.90	0.12	0.45
Bz11 - Bz29	3229.69	3229.11	81.90	0.58	0.71
Bz12 - Bz13	3231.75	3231.33	87.50	0.42	0.48
Bz16 - Bz17	3231.64	3230.85	74.85	0.79	1.06
Bz19 - Bz18	3231.47	3230.35	88.50	1.12	1.27
Bz20 - Bz21	3231.35	3230.60	60.25	0.75	1.24
Bz31 - Bz22	3230.41	3230.12	80.50	0.29	0.36
Bz32 - Bz25	3230.07	3229.68	76.80	0.39	0.51
Bz33 - Bz27	3229.75	3229.34	67.30	0.41	0.61
Bz15 - Bz14	3232.92	3231.82	31.40	1.10	3.50
Bz14 - Bz13	3231.82	3231.33	44.80	0.49	1.09
Bz13 - Bz17	3231.33	3230.85	50.25	0.48	0.96
Bz17 - Bz18	3230.85	3230.35	46.30	0.50	1.08
Bz21 - Bz18	3230.60	3230.35	52.00	0.25	0.48
Bz18 - Bz22	3230.35	3230.12	41.00	0.23	0.56
Bz22 - Bz23	3230.12	3229.95	10.15	0.17	1.67
Bz23 - Bz25	3229.95	3229.88	31.15	0.07	0.22
Bz24 - Bz23	3231.28	3229.95	118.35	1.33	1.12
Bz25 - Bz26	3229.88	3229.44	22.50	0.44	1.96
Bz26 - Bz27	3229.44	3229.34	19.65	0.10	0.51
Bz28 - Bz26	3231.08	3229.44	114.55	1.64	1.43
Bz27 - Bz29	3229.34	3229.21	39.85	0.13	0.33
Bz29 - Bz30	3229.21	3228.75	52.85	0.46	0.87

Fuente: Elaboración propia.

4.2.7. Cálculo de los caudales de los tramos:

Uno de los requisitos para el cálculo de los caudales de los tramos es determinar el factor K el cual nos permite saber el tipo de condición y ecuaciones que debemos aplicar.

$$K = \frac{T_a}{D} \dots (5)$$

Donde:

Ta: Tirante de agua (m).

D: Diámetro de tubería (m).

➤ **Para $K > 0.50$:**

Si el factor K es mayor a 0.50 debemos aplicar las siguientes ecuaciones:

$$\alpha^\circ = 4 * \tan^{-1} \left(\sqrt{\frac{1-K}{K-K^2}} \right), \text{ en grados.... (06)}$$

$$\alpha = \alpha^\circ * \frac{\pi}{180}, \text{ en radianes.... (07)}$$

$$A = \frac{D^2}{4} * \left(\pi - \frac{\alpha}{2} + \frac{\text{sen} \alpha}{2} \right) \text{.... (08)}$$

$$Pm = \frac{D}{2} * (2 * \pi - \alpha) \quad \text{.... (09)}$$

$$Rh = \frac{D}{4} * \left(1 + \frac{\text{sen} \alpha}{(2 * \pi - \alpha)} \right) \text{.... (10)}$$

Dónde:

α° : Angulo formado desde la superficie del agua hasta el centro del tubo.

A: Área mojada (m²)

Pm: Perímetro mojado (m).

Rh: Radio hidráulico (m).

➤ **Para $K < 0.50$:**

Si el factor K es menor a 0.50 debemos aplicar las siguientes ecuaciones:

$$\beta^\circ = 4 * \tan^{-1} \left(\sqrt{\frac{K}{K-K^2}} \right) \text{.... (11)}$$

$$\beta = \beta^\circ * \frac{\pi}{180} \quad \text{.... (12)}$$

$$A = \frac{D^2}{4} * \left(\frac{R}{2} + \frac{\text{sen}\beta}{2} \right) \dots (13)$$

$$Pm = \frac{D}{2} * \beta \dots (14)$$

$$Rh = \frac{D}{4} * \left(1 - \frac{\text{sen}\beta}{\beta} \right) \dots (15)$$

Dónde:

β = Angulo formado desde la superficie del agua hasta el centro del tubo.

Finalmente, el caudal de los tramos se determina aplicandola siguiente ecuación:

$$Q = \frac{A}{n} * Rh^{3/2} * R \dots (16)$$

Donde:

Q: Caudal de tramo (Lt/s).

Teniendo en consideración las condiciones determinadas con el factor K y aplicando las ecuaciones correspondientes, se calculó los caudales de los tramos los cuales se muestran en forma resumida en la siguiente tabla:

Tabla 10

Calculo de los caudales de los tramos

TRAMO	LONGITU D (m)	PENDIENT E (m/m)	RUGOSIDA D	DIAMETR O (m)	TIRANT E AGUA (m)	FACTO R(K)	ANGUL O (β o α)	ARE A (m ²)	PERIMETR OMOJADO (m)	RADIO HIDRAULI (m)	CAUDA L (lt/s)
Bz01 – Bz02	47.70	0.0157	0.015	0.150	0.047	0.313	2.376	0.005	0.178	0.027	3.52
Bz01 – Bz12	72.35	0.0145	0.015	0.150	0.061	0.407	2.766	0.007	0.207	0.033	5.52
Bz02 – Bz03	54.65	0.0046	0.015	0.150	0.049	0.327	2.434	0.005	0.183	0.027	2.06
Bz02 – Bz16	69.30	0.0059	0.015	0.150	0.085	0.567	2.874	0.010	0.256	0.040	6.24
Bz03 – Bz04	49.50	0.0061	0.015	0.150	0.080	0.533	3.008	0.010	0.246	0.039	5.72
Bz03 – Bz19	37.75	0.0087	0.015	0.150	0.080	0.533	3.008	0.010	0.246	0.039	6.87
Bz04 – Bz05	125.55	0.0043	0.015	0.150	0.071	0.473	3.035	0.008	0.228	0.036	3.94
Bz04 – Bz20	28.80	0.0052	0.015	0.150	0.080	0.533	3.008	0.010	0.246	0.039	5.31
Bz05 – Bz06	22.50	0.0062	0.015	0.150	0.080	0.533	3.008	0.010	0.246	0.039	5.80
Bz05 – Bz21	97.40	0.0037	0.015	0.150	0.072	0.480	3.062	0.008	0.230	0.037	3.74
Bz06 – Bz07	27.40	0.0066	0.015	0.150	0.076	0.507	3.115	0.009	0.238	0.038	5.47
Bz07 – Bz08	42.45	0.0075	0.015	0.150	0.082	0.547	2.955	0.010	0.250	0.040	6.65
Bz07 – Bz31	69.40	0.0033	0.015	0.150	0.074	0.493	3.115	0.009	0.234	0.037	3.71
Bz08 – Bz09	38.70	0.0072	0.015	0.150	0.072	0.480	3.062	0.008	0.230	0.037	5.23
Bz08 – Bz32	54.00	0.0046	0.015	0.150	0.070	0.467	3.008	0.008	0.226	0.036	3.99
Bz09 – Bz10	38.70	0.0059	0.015	0.150	0.084	0.560	2.901	0.010	0.254	0.040	6.14
Bz09 – Bz33	57.90	0.0050	0.015	0.150	0.097	0.647	2.546	0.012	0.280	0.043	7.01
Bz10 – Bz11	26.90	0.0045	0.015	0.150	0.067	0.447	2.928	0.008	0.220	0.035	3.62
Bz11 – Bz29	81.90	0.0071	0.015	0.150	0.087	0.580	2.820	0.011	0.260	0.041	7.08
Bz12 – Bz13	87.50	0.0048	0.015	0.150	0.076	0.507	3.115	0.009	0.238	0.038	4.68
Bz16 – Bz17	74.85	0.0106	0.015	0.150	0.094	0.627	2.629	0.012	0.274	0.043	9.73
Bz19 – Bz18	88.50	0.0127	0.015	0.150	0.083	0.553	2.928	0.010	0.252	0.040	8.78

Bz20 – Bz21	60.25	0.0124	0.015	0.150	0.078	0.520	3.062	0.009	0.242	0.038	7.87
Bz31 – Bz22	80.50	0.0036	0.015	0.150	0.114	0.760	2.048	0.014	0.318	0.045	7.33
Bz32 – Bz25	76.80	0.0051	0.015	0.150	0.115	0.767	2.017	0.015	0.320	0.045	8.79
Bz33 – Bz27	67.30	0.0061	0.015	0.150	0.089	0.593	2.766	0.011	0.264	0.041	6.80
Bz15 – Bz14	31.40	0.0350	0.015	0.150	0.042	0.280	2.230	0.004	0.167	0.024	4.23
Bz14 – Bz13	44.80	0.0109	0.015	0.150	0.060	0.400	2.739	0.007	0.205	0.032	4.65
Bz13 – Bz17	50.25	0.0096	0.015	0.150	0.100	0.667	2.462	0.013	0.287	0.044	10.11
Bz17 – Bz18	46.30	0.0108	0.015	0.150	0.127	0.847	1.609	0.016	0.351	0.046	14.09
Bz21 – Bz18	52.00	0.0048	0.015	0.150	0.119	0.793	1.888	0.015	0.330	0.046	8.87
Bz18 – Bz22	41.00	0.0056	0.015	0.150	0.142	0.947	0.93	0.017	0.401	0.043	10.63
Bz22 – Bz23	10.15	0.0167	0.015	0.150	0.150	1.000	#_iNUM!	#_iNUM!	#_iNUM!	#_iNUM!	#_iNUM!
Bz23 – Bz25	31.15	0.0022	0.015	0.150	0.157	1.047	#_iNUM!	#_iNUM!	#_iNUM!	#_iNUM!	#_iNUM!
Bz24 – Bz23	118.35	0.0112	0.015	0.150	0.092	0.613	2.684	0.011	0.270	0.042	9.72
Bz25 – Bz26	22.50	0.0196	0.015	0.150	0.167	1.113	#_iNUM!	#_iNUM!	#_iNUM!	#_iNUM!	#_iNUM!
Bz26 – Bz27	19.65	0.0051	0.015	0.150	0.180	1.200	#_iNUM!	#_iNUM!	#_iNUM!	#_iNUM!	#_iNUM!
Bz28 – Bz26	114.55	0.0143	0.015	0.150	0.06	0.400	2.739	0.007	0.205	0.032	5.32
Bz27 – Bz29	39.85	0.0033	0.015	0.150	0.187	1.247	#_iNUM!	#_iNUM!	#_iNUM!	#_iNUM!	#_iNUM!
Bz29 - Bz30	52.85	0.0087	0.015	0.150	0.201	1.340	#_iNUM!	#_iNUM!	#_iNUM!	#_iNUM!	#_iNUM!

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior podemos observar que el caudal máximo que puede soportar el sistema de alcantarillado de la urbanización Las Retamas de la ciudad de Huancayo es igual a 14.09Lt/s y los casilleros simbolizados con (#¡NUM!) corresponden a los tramos que llegan a colapsar por el exceso de aguas residuales que se presentan en los días de mayor consumo debido a que la tubería de 6pulg de los colectores no tienen la capacidad necesaria para poder transportarlos de forma eficiente.

4.2.8. Cálculo de la tensión tractiva de los tramos:

Para calcular la tensión tractiva de los tramos aplicaremos datos como la densidad de las aguas negras, la aceleración de la gravedad, el radio hidráulico y la pendiente, las cuales serán reemplazadas en la siguiente ecuación:

$$Te = Da * G * Rh * Pe.... (17)$$

Donde:

Te: Tensión tractiva (Pa).

Da: Densidad de aguas negras (Kg/m³)G:

Aceleración de la gravedad (m/s²). Rh:

Radio hidráulico (m).

Pe: Pendiente (m/m).

Aplicando la ecuación n° 17 determinamos la tensión tractiva de todos los tramos los cuales se muestran de forma resumida en la siguiente tabla:

Tabla 11
 Calculo de la tensión tractiva de los tramos

TRAMO	DENSIDA DDE AGUA (Kg/m3)	GRAVEDA D (m/s2)	RADIO HIDRAULICO (m)	PENDIENTE (m/m)	TENSION TRACTIVA (Pa)
Bz01 – Bz02	1200.00	9.81	0.027	0.0157	4.92
Bz01 – Bz12	1200.00	9.81	0.033	0.0145	5.56
Bz02 – Bz03	1200.00	9.81	0.027	0.0046	1.48
Bz02 – Bz16	1200.00	9.81	0.040	0.0059	2.81
Bz03 – Bz04	1200.00	9.81	0.039	0.0061	2.78
Bz03 – Bz19	1200.00	9.81	0.039	0.0087	4.02
Bz04 – Bz05	1200.00	9.81	0.036	0.0043	1.83
Bz04 – Bz20	1200.00	9.81	0.039	0.0052	2.39
Bz05 – Bz06	1200.00	9.81	0.039	0.0062	2.86
Bz05 – Bz21	1200.00	9.81	0.037	0.0037	1.59
Bz06 – Bz07	1200.00	9.81	0.038	0.0066	2.92
Bz07 – Bz08	1200.00	9.81	0.040	0.0075	3.51
Bz07 – Bz31	1200.00	9.81	0.037	0.0033	1.45
Bz08 – Bz09	1200.00	9.81	0.037	0.0072	3.11
Bz08 – Bz32	1200.00	9.81	0.036	0.0046	1.95
Bz09 – Bz10	1200.00	9.81	0.040	0.0059	2.81
Bz09 – Bz33	1200.00	9.81	0.043	0.0050	2.54
Bz10 – Bz11	1200.00	9.81	0.035	0.0045	1.83
Bz11 – Bz29	1200.00	9.81	0.041	0.0071	3.41
Bz12 – Bz13	1200.00	9.81	0.038	0.0048	2.14
Bz16 – Bz17	1200.00	9.81	0.043	0.0106	5.28
Bz19 – Bz 18	1200.00	9.81	0.040	0.0127	5.94
Bz20 – Bz21	1200.00	9.81	0.038	0.0124	5.63
Bz31 – Bz22	1200.00	9.81	0.045	0.0036	1.92
Bz32 – Bz25	1200.00	9.81	0.045	0.0051	2.72
Bz33 – Bz27	1200.00	9.81	0.041	0.0061	2.97
Bz15 – Bz14	1200.00	9.81	0.024	0.0350	9.99
Bz14 – Bz13	1200.00	9.81	0.032	0.0109	4.14
Bz13 – Bz17	1200.00	9.81	0.044	0.0096	4.91
Bz17 – Bz18	1200.00	9.81	0.046	0.0108	5.79
Bz21 – Bz18	1200.00	9.81	0.046	0.0048	2.58
Bz18 – Bz22	1200.00	9.81	0.043	0.0056	2.85
Bz22 – Bz23	1200.00	9.81	#¡NUM!	0.0167	#¡NUM!
Bz23 – Bz25	1200.00	9.81	#¡NUM!	0.0022	#¡NUM!
Bz24 – Bz23	1200.00	9.81	0.042	0.0112	5.57
Bz25 – Bz26	1200.00	9.81	#¡NUM!	0.0196	#¡NUM!
Bz26 – Bz27	1200.00	9.81	#¡NUM!	0.0051	#¡NUM!
Bz28 – Bz26	1200.00	9.81	0.032	0.0143	5.42
Bz27 – Bz29	1200.00	9.81	#¡NUM!	0.0033	#¡NUM!
Bz29 – Bz30	1200.00	9.81	#¡NUM!	0.0087	#¡NUM!

Fuente: Elaboración propia.

4.2.9. Cálculo de la velocidad de los tramos:

Para calcular la velocidad de los tramos aplicaremos datos como el radio hidráulico, la pendiente y la rugosidad de las tuberías de concreto simple, las cuales serán reemplazadas en la siguiente ecuación:

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * Pe^{\frac{1}{2}} \dots (18)$$

Donde:

V: Velocidad (m/s).

Rh: Radio hidráulico (m).

Pe: Pendiente (m/m).

N: Rugosidad.

Aplicando la ecuación n° 18 determinamos las velocidades de cada tramo los cuales se muestran de forma resumida en la siguiente tabla:

Tabla 12
Calculo de la velocidad de los tramos

TRAMO	PENDIEN TE (m/m)	RUGOSIDA D	RADIO HIDRAULI CO (m)	VELOCIDA D REAL (m/s)
Bz01 – Bz02	0.0157	0.015	0.027	0.744
Bz01 – Bz12	0.0145	0.015	0.033	0.818
Bz02 – Bz03	0.0046	0.015	0.027	0.411
Bz02 – Bz16	0.0059	0.015	0.040	0.604
Bz03 – Bz04	0.0061	0.015	0.039	0.600
Bz03 – Bz19	0.0087	0.015	0.039	0.717
Bz04 – Bz05	0.0043	0.015	0.036	0.478
Bz04 – Bz20	0.0052	0.015	0.039	0.600
Bz05 – Bz06	0.0062	0.015	0.039	0.605
Bz05 – Bz21	0.0037	0.015	0.037	0.446
Bz06 – Bz07	0.0066	0.015	0.038	0.609
Bz07 – Bz08	0.0075	0.015	0.040	0.672
Bz07 – Bz31	0.0033	0.015	0.037	0.428
Bz08 – Bz09	0.0072	0.015	0.037	0.624
Bz08 – Bz32	0.0046	0.015	0.036	0.493
Bz09 – Bz10	0.0059	0.015	0.040	0.603
Bz09 – Bz33	0.0050	0.015	0.043	0.600
Bz10 – Bz11	0.0045	0.015	0.035	0.474

Bz11 – Bz29	0.0071	0.015	0.041	0.666
Bz12 – Bz13	0.0048	0.015	0.038	0.520
Bz16 – Bz17	0.0106	0.015	0.043	0.834
Bz19 – Bz18	0.0127	0.015	0.040	0.875
Bz20 – Bz21	0.0124	0.015	0.038	0.847
Bz31 – Bz22	0.0036	0.015	0.045	0.509
Bz32 – Bz25	0.0051	0.015	0.045	0.605
Bz33 – Bz27	0.0061	0.015	0.041	0.623
Bz15 – Bz14	0.0350	0.015	0.024	1.044
Bz14 – Bz13	0.0109	0.015	0.032	0.705
Bz13 – Bz17	0.0096	0.015	0.044	0.808
Bz17 – Bz18	0.0108	0.015	0.046	0.883
Bz21 – Bz18	0.0048	0.015	0.046	0.590
Bz18 – Bz22	0.0056	0.015	0.043	0.614
Bz22 – Bz23	0.0167	0.015	#iNUM!	#iNUM!
Bz23 – Bz25	0.0022	0.015	#iNUM!	#iNUM!
Bz24 – Bz23	0.0112	0.015	0.042	0.855
Bz25 – Bz26	0.0196	0.015	#iNUM!	#iNUM!
Bz26 – Bz27	0.0051	0.015	#iNUM!	#iNUM!
Bz28 - Bz26	0.0143	0.015	0.032	0.806
Bz27 - Bz29	0.0033	0.015	#iNUM!	#iNUM!
Bz29 - Bz30	0.0087	0.015	#iNUM!	#iNUM!

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Análisis de resultados:

Las pendientes, tensiones tractivas, velocidad y separación máxima entre buzones serán comparados con los máximos y mínimos admisibles de la norma OS.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones con la finalidad de comprobar si cuentan con las especificaciones requeridas para una adecuada eficiencia en la evacuación de aguas residuales.

4.3.1. Comparación de la pendiente:

La norma OS.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones especifica que la pendiente mínima para evitar la acumulación de sedimentos en el interior de las tuberías no debe ser menor a 0.50%, en la siguiente tabla se puede observar la comparación realizada:

Tabla 13
Comparación de la pendiente

TRAMO	PENDIENTE REAL (%)	PENDIENTE MINIMA (%)	VERIFICACION CON LANORMA
Bz01 - Bz02	1.572	0.500	CUMPLE

Bz01 - Bz12	1.451	0.500	CUMPLE
Bz02 - Bz03	0.457	0.500	NO CUMPLE
Bz02 - Bz16	0.592	0.500	CUMPLE
Bz03 - Bz04	0.606	0.500	CUMPLE
Bz03 - Bz19	0.874	0.500	CUMPLE
Bz04 - Bz05	0.430	0.500	NO CUMPLE
Bz04 - Bz20	0.521	0.500	CUMPLE
Bz05 - Bz06	0.622	0.500	CUMPLE
Bz05 - Bz21	0.370	0.500	NO CUMPLE
Bz06 - Bz07	0.657	0.500	CUMPLE
Bz07 - Bz08	0.754	0.500	CUMPLE
Bz07 - Bz31	0.331	0.500	NO CUMPLE
Bz08 - Bz09	0.724	0.500	CUMPLE
Bz08 - Bz32	0.463	0.500	NO CUMPLE
Bz09 - Bz10	0.594	0.500	CUMPLE
Bz09 - Bz33	0.501	0.500	CUMPLE
Bz10 - Bz11	0.446	0.500	NO CUMPLE
Bz11 - Bz29	0.708	0.500	CUMPLE
Bz12 - Bz13	0.480	0.500	NO CUMPLE
Bz16 - Bz17	1.055	0.500	CUMPLE
Bz19 - Bz 18	1.266	0.500	CUMPLE
Bz20 - Bz21	1.245	0.500	CUMPLE
Bz31 - Bz22	0.360	0.500	NO CUMPLE
Bz32 - Bz25	0.508	0.500	CUMPLE
Bz33 - Bz27	0.609	0.500	CUMPLE
Bz15 - Bz14	3.503	0.500	CUMPLE
Bz14 - Bz13	1.094	0.500	CUMPLE
Bz13 - Bz17	0.955	0.500	CUMPLE
Bz17 - Bz18	1.080	0.500	CUMPLE
Bz21 - Bz18	0.481	0.500	NO CUMPLE
Bz18 - Bz22	0.561	0.500	CUMPLE
Bz22 - Bz23	1.675	0.500	CUMPLE
Bz23 - Bz25	0.225	0.500	NO CUMPLE
Bz24 - Bz23	1.124	0.500	CUMPLE
Bz25 - Bz26	1.956	0.500	CUMPLE
Bz26 - Bz27	0.509	0.500	CUMPLE
Bz28 - Bz26	1.432	0.500	CUMPLE
Bz27 - Bz29	0.326	0.500	NO CUMPLE
Bz29 - Bz30	0.870	0.500	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior podemos observar que 11 tramos de todo el sistema de alcantarillado de la urbanización Las Retamas de la ciudad de Huancayo cuentan con pendientes menores a la mínima de 0.50%, por lo tanto, se confirma la acumulación de sedimentos en el interior de las tuberías los cuales actualmente están produciendo los atoros.

4.3.2. Comparación de la velocidad:

La norma OS.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones especifica que la velocidad mínima para cumplir con la condición de autolimpieza y evitar la acumulación de sedimentos en el interior de las tuberías no debe ser menor a 0.60m/s.

Tabla 14
Comparación de la velocidad

TRAMO	VELOCIDAD REAL (m/s)	VELOCIDAD MINIMA (m/s)	VERIFICACION CON LA NORMA
Bz01 - Bz02	0.74	0.60	CUMPLE
Bz01 - Bz12	0.82	0.60	CUMPLE
Bz02 - Bz03	0.41	0.60	NO CUMPLE
Bz02 - Bz16	0.60	0.60	CUMPLE
Bz03 - Bz04	0.60	0.60	CUMPLE
Bz03 - Bz19	0.72	0.60	CUMPLE
Bz04 - Bz05	0.48	0.60	NO CUMPLE
Bz04 - Bz20	0.60	0.60	CUMPLE
Bz05 - Bz06	0.61	0.60	CUMPLE
Bz05 - Bz21	0.45	0.60	NO CUMPLE
Bz06 - Bz07	0.61	0.60	CUMPLE
Bz07 - Bz08	0.67	0.60	CUMPLE
Bz07 - Bz31	0.43	0.60	NO CUMPLE
Bz08 - Bz09	0.62	0.60	CUMPLE
Bz08 - Bz32	0.49	0.60	NO CUMPLE
Bz09 - Bz10	0.60	0.60	CUMPLE
Bz09 - Bz33	0.60	0.60	CUMPLE
Bz10 - Bz11	0.47	0.60	NO CUMPLE
Bz11 - Bz29	0.67	0.60	CUMPLE
Bz12 - Bz13	0.52	0.60	NO CUMPLE
Bz16 - Bz17	0.83	0.60	CUMPLE
Bz19 - Bz18	0.88	0.60	CUMPLE

Bz20 - Bz21	0.85	0.60	CUMPLE
Bz31 - Bz22	0.51	0.60	NO CUMPLE
Bz32 - Bz25	0.60	0.60	CUMPLE
Bz33 - Bz27	0.62	0.60	CUMPLE
Bz15 - Bz14	1.04	0.60	CUMPLE
Bz14 - Bz13	0.70	0.60	CUMPLE
Bz13 - Bz17	0.81	0.60	CUMPLE
Bz17 - Bz18	0.88	0.60	CUMPLE
Bz21 - Bz18	0.59	0.60	NO CUMPLE
Bz18 - Bz22	0.61	0.60	CUMPLE
Bz22 - Bz23	#¡NUM!	0.60	#¡NUM!
Bz23 - Bz25	#¡NUM!	0.60	#¡NUM!
Bz24 - Bz23	0.86	0.60	CUMPLE
Bz25 - Bz26	#¡NUM!	0.60	#¡NUM!
Bz26 - Bz27	#¡NUM!	0.60	#¡NUM!
Bz28 - Bz26	0.81	0.60	CUMPLE
Bz27 - Bz29	#¡NUM!	0.60	#¡NUM!
Bz29 - Bz30	#¡NUM!	0.60	#¡NUM!

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior podemos observar que los mismos 11 tramos del sistema de alcantarillado de la urbanización Las Retamas de la ciudad de Huancayo que no cumplen con la pendiente mínima, tampoco cumplen con la velocidad mínima de 0.60m/s, por lo tanto, la condición de auto limpieza es deficiente y se confirma la presencia de sedimentos en el interior de las tuberías, las cuales ocasionan los atoros en los días de mayor consumo.

4.3.3. Comparación de los caudales:

El caudal máximo que puede soportar las tuberías de 6pulg del sistema de alcantarillado de la urbanización Las Retamas de la ciudad de Huancayo sin provocar inundaciones de los buzones es igual a 14.09Lt/s, en la siguiente tabla se muestra la comparación realizada:

Tabla 15
Comparación de los caudales

TRAMO	CAUDAL REAL (Lt/s)	CAUDAL MINIMO (Lt/s)	VERIFICACION CON LA NORMA
Bz01 - Bz02	3.52	14.09	CUMPLE
Bz01 - Bz12	5.52	14.09	CUMPLE
Bz02 - Bz03	2.06	14.09	CUMPLE
Bz02 - Bz16	6.24	14.09	CUMPLE
Bz03 - Bz04	5.72	14.09	CUMPLE
Bz03 - Bz19	6.87	14.09	CUMPLE
Bz04 - Bz05	3.94	14.09	CUMPLE
Bz04 - Bz20	5.31	14.09	CUMPLE
Bz05 - Bz06	5.80	14.09	CUMPLE
Bz05 - Bz21	3.74	14.09	CUMPLE
Bz06 - Bz07	5.47	14.09	CUMPLE
Bz07 - Bz08	6.65	14.09	CUMPLE
Bz07 - Bz31	3.71	14.09	CUMPLE
Bz08 - Bz09	5.23	14.09	CUMPLE
Bz08 - Bz32	3.99	14.09	CUMPLE
Bz09 - Bz10	6.14	14.09	CUMPLE
Bz09 - Bz33	7.01	14.09	CUMPLE
Bz10 - Bz11	3.62	14.09	CUMPLE
Bz11 - Bz29	7.08	14.09	CUMPLE
Bz12 - Bz13	4.68	14.09	CUMPLE
Bz16 - Bz17	9.73	14.09	CUMPLE
Bz19 - Bz 18	8.78	14.09	CUMPLE
Bz20 - Bz21	7.87	14.09	CUMPLE
Bz31 - Bz22	7.33	14.09	CUMPLE
Bz32 - Bz25	8.79	14.09	CUMPLE
Bz33 - Bz27	6.80	14.09	CUMPLE
Bz15 - Bz14	4.23	14.09	CUMPLE
Bz14 - Bz13	4.65	14.09	CUMPLE
Bz13 - Bz17	10.11	14.09	CUMPLE
Bz17 - Bz18	14.08	14.09	CUMPLE
Bz21 - Bz18	8.87	14.09	CUMPLE
Bz18 - Bz22	10.63	14.09	CUMPLE
Bz22 - Bz23	#¡NUM!	14.09	NO CUMPLE
Bz23 - Bz25	#¡NUM!	14.09	NO CUMPLE
Bz24 - Bz23	9.72	14.09	CUMPLE
Bz25 - Bz26	#¡NUM!	14.09	NO CUMPLE
Bz26 - Bz27	#¡NUM!	14.09	NO CUMPLE
Bz28 - Bz26	5.32	14.09	CUMPLE
Bz27 - Bz29	#¡NUM!	14.09	NO CUMPLE
Bz29 - Bz30	#¡NUM!	14.09	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior podemos observar que los tramos Bz22 - Bz23, Bz23 - Bz25, Bz25 - Bz26, Bz26 - Bz27, Bz27 - Bz29 y Bz29 - Bz30 cuentan con un caudal mayor a la máxima admisible de 14.09Lt/s, por lo tanto, se confirma que las tuberías de 6pulg no cuentan con la capacidad suficiente para evacuar eficientemente las aguas residuales que provienen de las viviendas de la urbanización Las Retamas, los cuales llegan a inundar los buzones en los días de mayor consumo.

4.3.4. Comparación de la separación máxima entre buzones:

La norma OS.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones especifica que la separación máxima entre buzones para facilitar la limpieza y desatorar de las tuberías de 150mm no debe ser mayor a 60.00m, en la siguiente tabla se muestra la comparación realizada:

Tabla 16
Comparación de la separación máxima de los buzones

TRAMO	SEPARACION REAL (m)	SEPARACION MAXIMA (m)	VERIFICACION CON LA NORMA
Bz01 - Bz02	47.70	60.00	CUMPLE
Bz01 - Bz12	72.35	60.00	NO CUMPLE
Bz02 - Bz03	54.65	60.00	CUMPLE
Bz02 - Bz16	69.30	60.00	NO CUMPLE
Bz03 - Bz04	49.50	60.00	CUMPLE
Bz03 - Bz19	37.75	60.00	CUMPLE
Bz04 - Bz05	125.55	60.00	NO CUMPLE
Bz04 - Bz20	28.80	60.00	CUMPLE
Bz05 - Bz06	22.50	60.00	CUMPLE
Bz05 - Bz21	97.40	60.00	NO CUMPLE
Bz06 - Bz07	27.40	60.00	CUMPLE
Bz07 - Bz08	42.45	60.00	CUMPLE
Bz07 - Bz31	69.40	60.00	NO CUMPLE
Bz08 - Bz09	38.70	60.00	CUMPLE
Bz08 - Bz32	54.00	60.00	CUMPLE
Bz09 - Bz10	38.70	60.00	CUMPLE
Bz09 - Bz33	57.90	60.00	CUMPLE
Bz10 - Bz11	26.90	60.00	CUMPLE
Bz11 - Bz29	81.90	60.00	NO CUMPLE
Bz12 - Bz13	87.50	60.00	NO CUMPLE
Bz16 - Bz17	74.85	60.00	NO CUMPLE

Bz19 - Bz18	88.50	60.00	NO CUMPLE
Bz20 - Bz21	60.25	60.00	NO CUMPLE
Bz31 - Bz22	80.50	60.00	NO CUMPLE
Bz32 - Bz25	76.80	60.00	NO CUMPLE
Bz33 - Bz27	67.30	60.00	NO CUMPLE
Bz15 - Bz14	31.40	60.00	CUMPLE
Bz14 - Bz13	44.80	60.00	CUMPLE
Bz13 - Bz17	50.25	60.00	CUMPLE
Bz17 - Bz18	46.30	60.00	CUMPLE
Bz21 - Bz18	52.00	60.00	CUMPLE
Bz18 - Bz22	41.00	60.00	CUMPLE
Bz22 - Bz23	10.15	60.00	CUMPLE
Bz23 - Bz25	31.15	60.00	CUMPLE
Bz24 - Bz23	118.35	60.00	NO CUMPLE
Bz25 - Bz26	22.50	60.00	CUMPLE
Bz26 - Bz27	19.65	60.00	CUMPLE
Bz28 - Bz26	114.55	60.00	NO CUMPLE
Bz27 - Bz29	39.85	60.00	CUMPLE
Bz29 - Bz30	52.85	60.00	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior podemos observar que 15 tramos del sistema de alcantarillado de la urbanización Las Retamas de la ciudad de Huancayo cuentan con separaciones mayores a 60.00m, por lo tanto, dificulta el alcance de los equipos de limpieza y no permite que los desatoros sean los adecuadas para corregir las fallas que se producen durante los días de mayor consumo.

4.4. Tipo de mantenimiento:

En el análisis de los resultados se pudo comprobar que las fallas que actualmente presenta el sistema de alcantarillado de la urbanización Las Retamas de la ciudad de Huancayo se deben básicamente al diseño y mala ejecución, debido a que algunos tramos no cuentan con la pendiente y velocidad mínima para cumplir con la condición de autolimpieza y poder arrastrar eficientemente los sedimentos que se forman en el interior de las tuberías, de igual manera el diámetro de 6 pulg de los colectores principales llegan a colapsar debido al exceso de aguas residuales que se presentan en los días de mayor consumo.

Una limpieza y desatoros de las tuberías solo podría mejorar las fallas anteriormente mencionadas por un periodo muy corto y no podrían corregirlos en su totalidad debido a que los sedimentos seguirán acumulándose en las tuberías por la falta de pendiente y velocidad de las aguas residuales y en los días de mayor consumo los buzones seguirán inundándose hasta que se produzca el colapso del sistema de alcantarillado de la urbanización Las Retamas debido a que las tuberías de 6 pulg no podrán evacuarlas de forma eficiente.

Por lo descrito anteriormente se confirma que la mejor solución es un mantenimiento correctivo el cual deberá consistir en un rediseño total de todo el sistema de alcantarillado de la urbanización Las Retamas de la ciudad de Huancayo.

4.4.1. Solución a los atoros y acumulación de sedimentos:

Reconstruir los tramos que cuentan con pendientes menores a 0.50% con la finalidad de aumentar la velocidad y mejorar la condición de autolimpieza para que los sedimentos que se acumulan sean arrastrados por las aguas residuales que se descargan de las viviendas de la urbanización Las Retamas de la ciudad de Huancayo.

4.4.2. Solución a la falta de capacidad:

La falta de capacidad solo podrá ser solucionada al cambiar las tuberías de 6 pulg por tuberías de 8 pulg ya que estas tienen la capacidad de poder transportar un caudal mayor a la que actualmente se produce en el sistema de alcantarillado de la urbanización Las Retamas.

4.4.3. Solución a los alcances de los equipos de limpieza:

Para facilitar el alcance de los equipos de limpieza se deberá implementar buzones en los tramos donde su separación es mayor a 60.00m, esto mejorará también la eficiencia de los desatoros y las inspecciones que se deberán realizar por lo menos una vez al año.

CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Comparación de la pendiente:

El sistema de alcantarillado de la urbanización Las Retamas de la ciudad de Huancayo cuenta con 11 tramos con pendientes menores a la mínima admisible de 0.50%, por lo tanto, se confirma la acumulación de sedimentos en el interior de las tuberías los cuales actualmente están produciendo los atoros.

5.2. Comparación de la velocidad:

El sistema de alcantarillado de la urbanización Las Retamas de la ciudad de Huancayo cuenta con 11 tramos que no cumplen con la velocidad mínima de 0.60m/s, por lo tanto, la condición de autolimpieza es deficiente y se confirma la presencia de sedimentos en el interior de las tuberías, las cuales ocasionan los atoros en los días de mayor consumo.

5.3. Comparación de los caudales:

Los tramos Bz22 - Bz23, Bz23 - Bz25, Bz25 - Bz26, Bz26 - Bz27, Bz27 - Bz29 y Bz29 - Bz30 cuentan con un caudal mayor a la máxima admisible de 14.09Lt/s, por lo tanto, se confirma que las tuberías de 6pulg no cuentan con la capacidad suficiente para evacuar eficientemente las aguas residuales que provienen de las viviendas de la urbanización Las Retamas, los cuales llegan a inundar los buzones en los días de mayor consumo.

5.4. Comparación de la separación máxima entre buzones:

El sistema de alcantarillado de la urbanización Las Retamas de la ciudad de Huancayo cuenta con 15 tramos con separaciones mayores a 60.00m, por lo tanto, dificulta el alcance de los equipos de limpieza y no permite que los desatoros sean los adecuados para corregir las fallas que se producen durante los días de mayor consumo.

5.5. Tipo de mantenimiento:

La mejor solución para las fallas que se producen en el sistema de alcantarillado de la urbanización Las Retamas de la ciudad de Huancayo es un mantenimiento correctivo el cual deberá consistir en un rediseño completo.

5.5.1. Solución a los atoros y acumulación de sedimentos:

Reconstruir los tramos que cuentan con pendientes menores a 0.50% con la finalidad de aumentar la velocidad y mejorar la condición de autolimpieza para que los sedimentos que se acumulan sean arrastrados por las aguas residuales que se descargan de las viviendas de la urbanización Las Retamas de la ciudad de Huancayo.

5.5.2. Solución a la falta de capacidad:

La falta de capacidad solo podrá ser solucionada al cambiar las tuberías de 6 pulg por tuberías de 8 pulg ya que estas tienen la capacidad de poder transportar un caudal mayor a la que actualmente se produce en el sistema de alcantarillado de la urbanización Las Retamas.

5.5.3. Solución a los alcances de los equipos de limpieza:

Para facilitar el alcance de los equipos de limpieza se deberá implementar buzones en los tramos donde su separación es mayor a 60.00m, esto mejorará también la eficiencia de los desatoros y las inspecciones que se deberán realizar por lo menos una vez al año.

CONCLUSIONES

1. Se evaluó la red de alcantarillado sanitario de la urbanización Las Retamas de la ciudad de Huancayo, de la cual se concluye que requiere un mantenimiento correctivo el que deberá consistir en una reconstrucción de los tramos que cuentan con pendientes menores a 0.50% con la finalidad de aumentar la velocidad y mejorar la condición de autolimpieza, cambiar las tuberías de 6pulg a 8pulg para poder evacuar eficientemente los caudales mayores a 14.09Lt/s que se producen en los días de mayor consumo e implementar buzones en los tramos donde su separación es mayor a 60.00m para mejorar la eficiencia de los desatoros y las inspecciones que se realizarán 1 vez al año.
2. El motivo por el cual se producen atoros en la red de alcantarillado sanitario de la urbanización Las Retamas de la ciudad de Huancayo se debe a que 11 de los 40 tramos cuentan con pendientes y velocidades menores a 0.50% y 0.60m/s respectivamente, por lo tanto, se incumple con la función de autolimpieza y los sedimentos que se producen en el interior de las tuberías no pueden ser arrastrados por las aguas residuales que provienen de las viviendas.
3. El motivo por el cual se producen inundaciones en los buzones de la red de alcantarillado sanitario de la urbanización las Retamas de la ciudad de Huancayo se debe a que los tramos Bz22 - Bz23, Bz23 - Bz25, Bz25 - Bz26, Bz26 - Bz27, Bz27 - Bz29 y Bz29 - Bz30 cuentan con un caudal mayor a la máxima admisible de 14.09Lt/s, por lo tanto, se confirma que las tuberías de 6pulg no cuentan con la capacidad suficiente para evacuar eficientemente las aguas residuales que provienen de las viviendas en los días de mayor consumo.

4. El motivo por el cual los equipos de limpieza no brindan la solución adecuada en la red de alcantarillado sanitario de la urbanización las Retamas de la ciudad de Huancayo se debe a que 15 tramos cuentan con separaciones mayores a 60.00m, por lo tanto, dificultan su alcance y no permiten que los desatoros sean eficientes para corregir las fallas que se producen durante los días de mayor consumo.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda promulgar la información de esta investigación a la empresa responsable del sistema de alcantarillado de la urbanización LAS retamas para poder realizar el mantenimiento correctivo descrito anteriormente, de esta manera se podrá solucionar las fallas que se producen actualmente antes de que puedan agravarse hasta producirse el colapso de los buzones.
2. Se recomienda hacer el cambio de tuberías de las tuberías de 6 pulg a 8 pulg mediante una rehabilitación por el método cracking debido a que las calles de la urbanización Las Retamas de la ciudad de Huancayo actualmente se encuentran pavimentadas, y están a 0.60m de profundidad siendo en algunos tramos la altura mínima de 0.50m.
3. Se recomienda realizar investigaciones similares a la presente aplicando otras especificaciones requeridas para el buen funcionamiento de los sistemas de alcantarillado descritas en la norma OS.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones como el diámetro mínimo, altura mínima de cámaras de inspección, ensayos en las tuberías, etc.
4. Se recomienda aplicar la metodología descrita en la presente investigación teniendo en consideración un sistema de alcantarillado unitario que pueda evacuar aguas residuales y aguas fluviales.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

ACI 369R-11. (2011). ACI 369R-11

Guide for Seismic Rehabilitation of Existing Concrete Frame Buildings and Commentary. ACI-American Concrete Institute.

Aguilar.; Breña, S.; Del Valle, E.; Iglesias.; Picado, M.; James M. (1996). Rehabilitation of existing reinforced concrete building in Mexico City. PMFSEL 96-3 Ferguson Structural Engineering Laboratory the University of Texas at Austin.

Aranzábal Sologuren, w., & Arroyo Saavedra, J. L. (2015).

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica para el diseño del reforzamiento estructural que mejora el comportamiento sismo resistente del hospital Casimiro Ulloa empleando la norma e.030-2014. Lima, Perú: Universidad Ricardo palma de la escuela profesional de ingeniería civil.

Baca, W. (2010). Experiencia Peruana en el diseño y Aplicación de Reforzamiento Estructural con Fibra de Carbono. Lima: ACI-PERU.

Benigno Montero, E., & Gamarra Gutiérrez, S. B. (2018).

Evaluación estructural para el reforzamiento de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada del Jr. Lausonias cuadra 4, San Juan de Lurigancho, 2018. Lima Perú: universidad cesar vallejo de la escuela profesional de ingeniería civil.

Blanco, A. y Araujo R. y Terry J. (2009). Reforzamiento del estadio nacional de Lima Perú. Lima.

Calavera, J. (1987). Muros de contención y muros de sótano. Madrid: Instituto Técnico de

materiales y construcciones INTEMAC.

Heredia Viveros, Nohora Ligia. (2007) “Gerencia de Compras: La nueva estrategia competitiva”, Primera Edición, ECOE Ediciones, Colombia.

Mercado, Salvador (2003). “Compras. Principios y aplicaciones”. Cuarta Edición, Limusa, Grupo Noriega Editores, México D.F., México.

Merli, Giorgio. (1994) “Nueva Estrategia de Aprovisionamiento para la fabricación”, Volumen 1, Ediciones Díaz de santos, S.A., Madrid, España

N.T.E. E030. (2016). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima.

N.T.E. E060. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima.

Silgado, E. (1978). Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513-1974). INGEOMIN Boletín N°3 Serie C. Geodinámica e Ingeniería Geológica. LIMA-PERU: Instituto de Geología y Minería.

Timoteo Huancayo, H. J. (2018).

Análisis de la vulnerabilidad sísmica de viviendas de dos pisos construidas en tapial en la periferia de la ciudad de Tarma Junín. Lima Perú: Universidad Católica Sede Sapientiae de la FACULTAD DE INGENIERÍA de la CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL.

UNDP/UNIDO, R. P. (1983). Repair and strengthening of reinforced concrete, stone and brick masonry Building construction under seismic conditions in the Balkan Regions- Vol 5. Austria: United National Industrial Development.

ANEXOS

ANEXO: 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “EVALUACIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO Y PROPUESTA DE MANTENIMIENTO ADECUADO PARA SUFUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO EFICIENTE EN LAS RETAMAS HUANCAYO”

BACHILLER: SANCHEZ VILLAVICENCIO HAROLD

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>Problema general:</p> <p>¿Cuál es el estado actual de la red de alcantarillado para un adecuado mantenimiento de la urbanización las retamas de la ciudad de Huancayo?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>a) ¿Cómo identificar el motivo por el cual se producen atoros en la red de alcantarillado sanitario de la urbanización las Retamas de la ciudad de Huancayo?</p> <p>b) ¿Cómo identificar el motivo por el cual se producen inundaciones en</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Evaluar la red de alcantarillado para un adecuado mantenimiento de la urbanización las retamas de la ciudad de Huancayo.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>a) Determinar el motivo por el cual se producen atoros en la red de alcantarillado sanitario de la urbanización las Retamas de la ciudad de Huancayo.</p> <p>b) Determinar el motivo por el cual se producen inundaciones en los buzones de la red de alcantarillado sanitario de la urbanización las Retamas de la ciudad de</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>Una adecuada evaluación de la red de alcantarillado permitirá un adecuado mantenimiento de la urbanización las retamas de la ciudad de Huancayo.</p> <p>Hipótesis específica:</p> <p>a) Una adecuada evaluación del alcantarillado sanitario identificara los motivos por el cual se producen atoros en la red de alcantarillado sanitario de la urbanización las Retamas de la ciudad de Huancayo.</p> <p>b) Una adecuada evaluación del alcantarillado sanitario ayudara a determinar el</p>	<p>Tipo de variable</p> <p>Variable Independiente</p> <p>Evaluación del alcantarillado sanitario.</p> <p>Indicadores: Periodo de diseño. Mantenimiento.</p> <p>Variable Dependiente</p> <p>Eficiencia hidráulica</p> <p>Indicadores</p> <p>Caudal. Pendiente. Velocidad. Tensión tractiva</p>	<p>Método de investigación:</p> <p>Científico</p> <p>Tipo de investigación:</p> <p>Aplicada</p> <p>Nivel de investigación:</p> <p>Descriptivo</p> <p>Diseño de Investigación:</p> <p>no experimental,</p> <p>Población y muestra:</p> <p>Para (Hernández, 2014), “una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (pág. 65). Para el estudio la población estará</p>

<p>los buzones de la red de alcantarillado sanitario de la urbanización las Retamas de la ciudad de Huancayo?</p> <p>c) ¿Cómo identificar los motivos de porque los equipos de limpieza no brindan la solución adecuada en la red de alcantarillado sanitario de la urbanización las Retamas de la ciudad de Huancayo?</p>	<p>Huancayo.</p> <p>c) Determinar el motivo por el cual los equipos de limpieza no brindan la solución adecuada en la red de alcantarillado sanitario de la urbanización las Retamas de la ciudad de Huancayo.</p>	<p>motivo por el cual se producen inundaciones en los buzones de la red de alcantarillado sanitario de la urbanización las Retamas de la ciudad de Huancayo.</p> <p>c) Una adecuada evaluación del alcantarillado sanitario identificara el motivo por el cual los equipos de limpieza no brindan la solución adecuada en la red de alcantarillado sanitario de la urbanización las Retamas de la ciudad de Huancayo.</p>		<p>conformada por el alcantarillado sanitario de la urbanización Las Retamas en la ciudad de Huancayo.</p> <p>La muestra fue no probabilística, el tipo de muestreo fue conveniencia, según (Carrasco, 2006) considera “el investigador selecciona sobre la base de su propio criterio las unidades de análisis”. La muestra estará conformada por el alcantarillado sanitario de la urbanización Las Retamas en la ciudad de Huancayo.</p>
--	--	---	--	---

		b)	<p>Eficiencia hidráulica</p> <p>INDICADORES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caudal. - Pendiente. - Velocidad. - Tensión tractiva 	<p>especificaciones” (pág. 65). Para el estudio la población estará conformada por el alcantarillado sanitario de la urbanización Las Retamas en la ciudad de Huancayo.</p> <p>La muestra fue no probabilística, el tipo de muestreo fue conveniencia, según (Carrasco, 2006) considera “el investigador selecciona sobre la base de su propio criterio las unidades de análisis”. La muestra estará conformada por el alcantarillado sanitario de la urbanización Las Retamas en la ciudad de Huancayo.</p>
--	--	----	---	---

Anexo: 2 Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTOS
Variable 1: Evaluación del alcantarillado sanitario	Evaluación de alcantarillado sanitario, según menciona (Jiménez, 2012, p20). “el sistema de alcantarillado tiene la función del traslado de las aguas servidas de las casas de población y denominado con el nombre genérico de Aguas Residuales. incluyendo agua de lluvia”. si un sistema de alcantarillado sanitario es o no eficiente hidráulicamente.	Criterios de diseño	Periodo de diseño.	años	Hoja de información
			Mantenimiento.	Und.	Registro
Variable 2: Eficiencia hidráulica	Eficiencia hidráulica, hace referencia a la capacidad que tiene un sistema sanitario para transportar fluidos sin sufrir ningún tipo de falla.	Diseño hidráulico	Caudal	m ³ /s	Hojas de cálculo
			Pendiente	%	Hojas de cálculo
			Velocidad del agua	m/s	Hojas de cálculo
			Tensión tractiva		Hojas de cálculo

Anexo: 3 Panel Fotográfico



Fotografía 1 replanteo de pendientes



Fotografía 2 Replanteo de los buzones

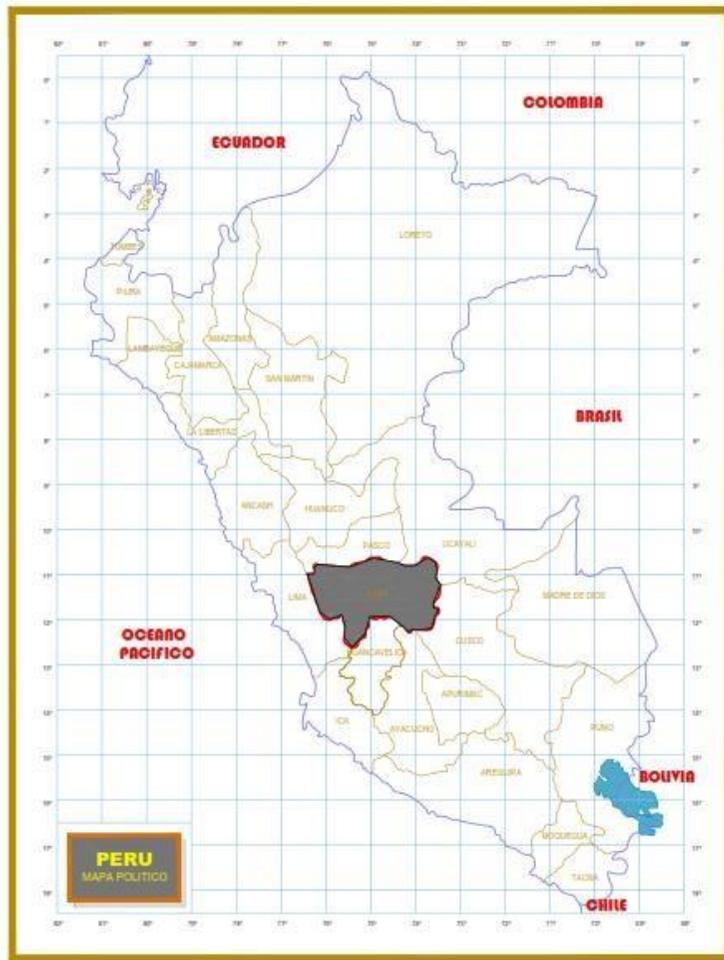


Fotografía 3. Evidencia donde colapso del sistema de alcantarilla

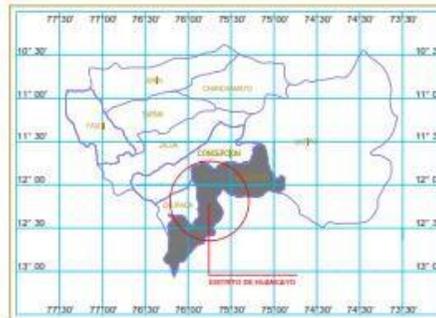


Fotografía 4. Evidencia del colapso del sistema de alcantarilla

Anexo: 4 planos



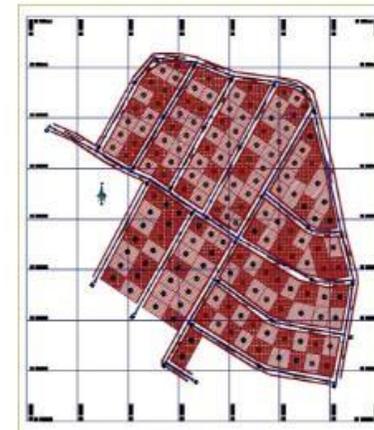
MAPA POLITICO DEL PERU



MAPA POLITICO DEL DEPARTAMENTO DE JUNIN



MAPA DE LA PROVINCIA DE HUANCAYO



URBANIZACION LAS RETAMAS



DISTRITO DE HUANCAYO

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO PARA UN ADECUADO MANTENIMIENTO DE LA URBANIZACIÓN LAS RETAMAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO"								
PLANO:	PLANO DE UBICACION	Distrito:	HUANCAYO		Escala:	MENCIONADA	LAMINA:	UB-01
DEBUJADO POR:		Región:	JUNIN		Provincia:	HUANCAYO	Fecha:	

