



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Evaluación Técnica Comparativa Entre El Sistema De Alcantarillado Por Gravedad y Sistema Por Vacío Para La Localidad De Aucallama –Huaral,2020

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

AUTOR:

Rojas Barzola, Alex Felipe (ORCID:0000-0002-6839-1330)

ASESOR:

Mgr. Segura Terrones, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-9320-0540)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a mi madre, y familiares quienes me brindaron apoyo moral y motivación en los momentos mas bajos en este largo camino de mi formación profesional.

Agradecimiento

Agradecer a mi madre, por su apoyo incondicional en mi vida universitaria, sus enseñanzas, hicieron posible todo esto. A su vez a mis docentes, que encaminaron mi visualización y devoción a esta hermosa carrera. .

Índice De Contenidos

CARATULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE CONTENIDOS.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT	vi
I. Introducción.....	1
II. Marco Teórico.....	5
III. Metodología	33
3.1 Diseño de investigación	34
3.2 Variable, Operacionalizacion de Variables	36
3.3 Población y Muestra	39
3.4 técnicas e instrumentos de recopilación de Datos.....	41
3.5 Procedimiento	43
3.6 Análisis Cuantitativo de datos	44
3.7 Aspectos Éticos.....	45
IV. Resultados.....	46
V. Discusión.....	61
VI. Conclusiones	63
VII. Recomendaciones	65
Referencias Bibliográficas	67
Anexos	69

RESUMEN

El objetivo de este presente trabajo de investigación titulada “Evaluación Técnica comparativa entre un sistema de alcantarillado por gravedad y a su vez un sistema por vacío, para la localidad de Aucallama – Huaral, 2020”, proponiendo criterios para la comparación de ambos diseños de alcantarillados en el sector rural.

Para el Proyecto de evaluación técnica comparativa entre los sistemas de alcantarillados, tendrá como objetivo principal el realizar un análisis comparativo de los diseños de alcantarillado, por vacío y por gravedad en el sector Aucallama – Huaral – 2020, estos instrumentos que se utilizaran para la recopilación de datos en el campo es el estudio topográfico de la zona. Esta población junto a sus pobladores forman la localidad de Aucallama. Este trabajo de investigación es de un tipo descriptivo, no-experimental. De tal manera que dichos resultados obtenidos deben ser procesados, llegando a una conclusión de que el Sistema de alcantarillado por gravedad es la más conveniente para la localidad.

Se utilizó Sewercad para simular el modelado de las redes de propuestas para la evaluación, lo que finalmente nos llevo al diseño de cada uno de los componentes del Sistema de alcantarillado para su evaluación.

Adaptar el sistema a un programa, el cual es REVIT MEP, para poder verificar el funcionamiento obtener cálculos que sean más exactos de estos materiales.

Palabras clave: Alcantarillado, Evaluación y Sistema

ABSTRACT

The objective of this present research work entitled "Comparative Technical Evaluation between the gravity sewer system and the vacuum system for the town of Aucallama - Huaral, 2020", proposing criteria for the comparison of both sewer designs in the rural sector.

For the Project of comparative technical evaluation between the sewage systems, its main objective will be to carry out a comparative analysis of the sewer designs, by vacuum and by gravity in the Aucallama - Huaral - 2020 sector, the instruments used to collect basic data in the field it is the topographic study of the area. The population is formed by the inhabitants of the town of Aucallama. It is a descriptive research work, not experimental. In such a way that the results found will be processed, reaching the conclusion that the gravity sewer system is the most convenient for the locality.

Sewercad was used to simulate the modeling of the proposed networks for evaluation, which finally led us to the design of each of the components of the Sewerage System for evaluation.

Adapt the system to a program, which is REVIT MEP, in order to verify the operation and obtain more accurate calculations of these materials.

Keywords: Sewerage, Evaluation and System

I. INTRODUCCIÓN

Los primeros sistemas de alcantarillados aparecen desde los primeros asentamientos, con esta idea principal de desecar aguas pluviales, por los brotes de enfermedades, las infestaciones de plagas, tales ingenieros de la época antigua lograron identificar los problemas y plantearon la solución, la cual se decidió construir los primeros kilómetros de alcantarillado, dando paso a un avance sin fin del sistema de alcantarillados, siendo un aspecto fundamental para cualquier prospecto de ciudad en la edad antigua, creándose los primeros baños públicos, drenajes para proteger las cosechas y poblaciones.

El sector de saneamiento del Perú ha conseguido significativos avances en estos últimos años, pero no se puede mirar a un lado al ver la pésima calidad de servicios que ofrecen a nuestra población más alejada de la capital, mostrando una deficiencia en la construcción de tales sistemas y también como la falta de personal calificado para solucionarlas, dando paso esto a problemas de distintos tipos, como las intensas lluvias de la sierra generando huaicos y a su vez colapso de canales, las constantes inundaciones que se generan año tras año en el norte del país, como los últimos años notamos problemas muy agudos en este sector de saneamiento, viéndose hace unos años el huaico que destruyó parte de carapongo, dejando casa inundadas por lodo, otro ejemplo hace muy poco en el distrito de san juan de Lurigancho se manifestó una falta total planeamiento y pryección para la red de alcantarillado, como causa un colapso de la matriz de aguas residuales trayendo estragos para la población cercana a la matriz, generando enfermedades y pérdidas materiales.

Chavez, (2016), Actualmente la problemática y la necesidad de mejorar como meta que tiene el sector de saneamiento básico es cumplir con las falencias de

la creciente demanda de servicios para la evaluación de aguas residuales y el tratamiento de las mismas. (p.12)

El distrito de Aucallama es parte de los doce que conforman la provincia de Huaral, ubicado dentro del departamento de lima, presentando un territorio de 716.84 km² que abarca desde santo domingo y cuyo, pasando por caqui y palpa hasta boza y pasamayo por el oeste. La zona es en casi su totalidad agrícola, gracias a las aguas que recibe del rio chancay. El distrito de Aucallama no cuenta con un adecuado diseño de alcantarillado, para el crecimiento de población que en estos últimos años se ha incrementado considerablemente, gracias a un megaproyecto que él es puerto de chancay, del cual recibirá un gran impulso económico, dando una gran migración por interés económico en Huaral. La mayoría de personas, tiene unas viviendas a base de adobe, siendo un bajo porcentaje de las viviendas que son de material noble. El sistema de alcantarillado no se ve tan eficiente su totalidad, ya que no se llevaron muchas construcciones, por la falta de acceso a excavaciones a cielo abierto, ya que en este se presenta la importante autopista de panamericana norte, empezando en pasamayo y así directo hasta huacho. Dicha carretera no puede ser obstruida en su totalidad, ya que es una importante conexión de lima con Huaral, dando esto una importancia vital de exportación e importación de productos agrícolas.

Doroteo, (2014) En el Perú, actualmente hay 5.11 millones de pobladores en zonas rurales que no tiene acceso a un buen sistema de saneamiento y de transporte de aguas residuales. Señalan también que solo el 12 % de la población cuenta con estas instalaciones en buen estado. Según el INEI, indica que la tasa de mortalidad infantil es de 53% en las zonas rurales, y de los cuales un 4.23% fallece por enfermedades gastrointestinales. Además se presenta la falta de los servicios básicos del agua y alcantarillado que también influye en el alza de las enfermedades gastrointestinales en niños.

Rengifo y Safora, (2017) en lo que respecta a sistema sanitario el Perú es deficiente, hablando de las condiciones que ayudan a preservar la salud de sus

habitantes en zonas aledañas. En sectores rurales las enfermedades más

frecuentes son de tipo hídrico, cuales causan diarrea, que afecta sobre todo a los infantes, trastornando de manera negativa el desarrollo y subsistencia. En la actualidad, el ámbito de saneamiento en el país es deficiente en cuanto a administración, inversión y manejo de los poderes gubernamentales. Los (servicios educativos rurales – SER, 2019) indica que en el país existen alrededor de 19 millones de habitantes en zonas rurales, de los cuales, del cual 3 millones de estos, alrededor del 38%, no tiene acceso a el servicio básico de agua, y un 70% no cuentan con saneamiento. Estas falencias traen muchos efectos adversos que recaen en la salud de los habitantes, pero en especial de los más vulnerables, los niños.

Nuestro Reglamento Nacional de Edificaciones, en la Norma OS.70, de redes de agua residuales y la norma OS 100. Consideraciones básicas de diseño de una Infraestructura sanitaria; se guía nuestro trabajo de investigación, a las cuales dichas normas están a cargo de dar lineamientos de las obras de saneamiento.

II.MARCO TEÓRICO

A continuación se presenta algunas investigaciones del sistema de alcantarillado por vacío, aplicados en nuestra región, para ver su trascendencia en la nueva forma de construir redes de saneamiento, siendo una novedosa y tecnológica alternativa a diferencia de muchos otros sistemas.

Acrua (2020) en su investigación Establece la significativa línea de influencia de una red de alcantarillado por vacío para reducir y a su vez prevenir una posible contaminación producto de la evacuación de desagües al río cercano itaya, ubicado en el distrito de Belén, Loreto. La metodología empleada en su investigación fue de calidad descriptiva, correlacional y explicativa. Su muestra adquirida fue de 323 lotes, realizando encuestas a los jefes de familia. Llegando a la conclusión de que el sistema de alcantarillado al vacío influye notoriamente a la reducción de la contaminación del medio ambiente, esto ocurrido por el transporte de aguas residuales, también se observó que el sistema disminuye las probabilidades de generar enfermedades de origen hídrico, producto de las aguas residuales desechadas en el río itaya, todas estas correlaciones fueron determinadas gracias a la prueba del Chi Cuadrado, entre un sistema de alcantarillado al vacío y la influencia significativa de una prevención y reducción de contaminación y enfermedades. Siendo este sistema la mejor solución para el transporte de aguas residuales de la parte baja del distrito de Belén, que también impide la filtración al terreno como a su vez la infiltración de agua de las inundaciones que son una constante por causa del río itaya, aumentando su efectividad, constituyendo una opción más ecológica y eficiente para su distrito.

Barrios (2018) nos indica en su investigación conocer que sistema de alcantarillado es más ideal, comparado el sistema convencional y una red con sistema por vacío, su la localidad de San Pedro de Cajas, ya que en ese distrito no cuenta con una red de alcantarillado adecuado para la población la cual constantemente recurre a conexiones de maneras artesanales. Para la obtención de los datos se usó una guía técnica de diseño de alcantarillado por vacío, siguiendo las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones, a la vez

obteniendo los planos y datos de la municipalidad de san pedro de cajas. Estableciendo la topografía del terreno a trabajar el sistema de alcantarillado y para luego emplear los costos con el programa S10 de costos y presupuestos. El método empleado en esta investigación fue cuantitativo y de carácter no experimental también de un corte transversal. Obteniendo un resultado que nos dice que el sistema de alcantarillado convencional es el ideal para la población estudiada, gracias a la pendiente que hay en el terreno a trabajar, en comparación al sistema de red de alcantarillado por vacío, ya que el Perú al no contar con empresas dedicadas a este sistema los costos de importación de las bombas de vacío se elevan considerablemente. El método de investigación es de tipo cuantitativo, una investigación de clase básica, de un nivel descriptivo, llegando a ser de diseño de investigación no experimental y de corte transversal. La conclusión obtenida que se llegó en la investigación, es que una red de alcantarillado convencional es el más ideal para el distrito de san pedro de cajas siendo más económico y presenta una excelente pendiente para el funcionamiento eficaz, que es por gravedad, comparando el sistema de alcantarillado por vacío que al no tener una empresa especializada en este sistema en la nación, aumenta demasiado el costo de importación de los equipos.

Antón (2015) en su investigación sobre el alcantarillado por vacío, compara y aplica el sistema de transporte de aguas residuales mediante la gravedad y al vacío, ofreciendo así una diferencia en la información de distintas características de materiales a utilizar en ambos sistemas, se establece una comparación que nos lleva a aplicar los sistemas en la misma zona, así también como las normas y reglamentos vigentes, para la elaboración de ambos sistemas de alcantarillados. Obteniendo la conclusión de que el sistema por el método de vacío puede ser empleado como un sistema alternativo de transporte de aguas negras, siendo este que reduce considerablemente los costos en cuanto a la excavación y relleno de zanjas al tener la profundidad muy similar a la red de agua

potable al funcionar por presión y no por la gravedad. Demostrando que el sistema de alcantarillado por vacío puede ser una alternativa muy eficiente respecto al transporte de aguas negras, gracias también a la estación de vacío que puede suplantar varias cámaras de bombeo en lo que la topografía del terreno requiera, llegando a ahorrar un costo significativo en construcción y mantenimiento. También la reducción del tiempo al instalar cámaras de vacío ya que esas vienen ensambladas y listas para colocar en la red, reduciendo así también personal para su instalación.

Panta (2017) nos habla en su investigación sobre las redes de alcantarillado de las ciudades de Piura y Castilla, ya que no presentan un catastro técnico desde el año 2002, siendo estas ciudades las que contienen alrededor de 435.37km de alcantarillado, con una problemática de no poseer datos, también utiliza distintos programas para afianzar su información obtenida, teniendo en cuenta las posibilidades de una reparación o un nuevo sistema de alcantarillado, dando paso para una posible opción alterna, cuál sería el alcantarillado por vacío. Siendo este un poco más ventajosa que la convencional por el costo requerido y por el nivel freático. Considerando muchos datos y del medio.

Benito (2018) nos indica En la presente investigación el diseño de alcantarillado sanitario que cumpla la normativa del reglamento nacional de edificaciones, implantando esto en el poblado de Culqui y laureles, en el distrito de Paimas, provincia de Ayabaca – Piura. Tiene como objetivo brindar un sistema alterno de transporte de aguas residuales para esta población, regido bajo las normas en las cuales trazo el sistema de colectores que faciliten el almacenamiento de las aguas residuales de todos los usuarios, apoyándose en la topografía del terreno fue posible presentar el diseño. De tal forma que da como una posible

alternativa significativa el uso del sistema por vacío como una de las posibles soluciones alternas.

Siguientemente se mostrara los trabajos de investigaciones realizadas en otros países, para tener una perspectiva internacional.

En Madrid, Terraigua (2015) nos habla del sistema, canalizando las aguas residuales mediante el vacío, al contrario de muchos sistemas tradicionales que utilizan la gravedad como fuerza para trasladar las aguas residuales, empleando una presión negativa para su transporte. De esta forma, el sistema se adaptaría fácil al perfil de cualquier terreno solo utilizando zanjas estrechas con poca profundidad, sin necesidad de masivas excavaciones, y además con tuberías de corto diámetro, combinando un costo bajo para la ejecución de la obra y contando con un significativo nivel de cuidado del medio ambiente. Además nos habla del poco mantenimiento que necesita a lo largo de muchos años. Viéndose en la actualidad con mayor alcance de distribución en España, y acogida por la población ya que tiene garantías de una empresa de origen holandés. Profundizando en el funcionamiento, nos dice que primero se viene a recoger, mediante la gravedad, las aguas residuales de los usuarios, para luego almacenarse en un áqueta donde ahí se ubica la válvula, donde se espera que se llene dicho almacén para que proceda a la descarga por vacío. Mostrando un rendimiento eficiente sin saturación y sin presentar fallas.

España, Rodríguez (2015) indica que el sistema de alcantarillado por vacío es una alternativa ya presente, a la de sistema convencional de gravedad y bombeos, ofreciendo garantías en la funcionalidad del sistema, por tener un control en su sistema, de la tecnología eco amigable que no solo previene contaminaciones al medio ambiente, sino también la protege, deteniendo en el peor de los casos fugas de aguas residuales en caso de una fisura o ruptura de las tuberías, además de un sistema estanco que no permite salir olores a diferencia del convencional. Es una salida para zonas con un alto nivel freático, además de contar con muchas áreas rocosas, también de terrenos llanos,

puertos, polígonos industriales y diferentes tipos de industrias. Ejemplo, el sistema por vacío, se le presenta el problema en Europa, Santa Pola (Alicante).

En Estados Unidos, FLOVAC (2015) Nos señala la investigación y desarrollo del alcantarillado y saneamiento utilizando la tecnología del vacío, en esta que viene conjunta con monitorización y soluciones para el ahorro de agua y energía. Utilizando este sistema diferentes presiones de aire para llevar rápidamente las aguas negras, de los pozos a los depósitos centrales y después a la matriz de descarga. Una aglomeración de residuos y agua negras serán succionados eficientemente a la red del sistema de vacío. La válvula de Flovac se mantendrá abierta por un corto periodo de tiempo para eliminar dichas aguas, dando a entrar aire del ambiente a la tubería que succionara las aguas, para transportar a la estación de vacío.

En Estados Unidos, Reinhold (2017), nos habla en su investigación de un sistema de control distribuido para una red de alcantarillado al vacío, que está basado en una tubería de extracción, que se conecta con una fuente de vacío a través de un conductor de transporte, así abriendo la válvula de vacío solenoide, las aguas residuales tiene una fuente que es mantenida a la presión atmosférica, para su transporte se utiliza unas tuberías de transporte colocados en forma de diente de sierra. El monitoreo del pozo del a válvula se controla en una computadora, alimentada independiente con una batería, con sensores para su mejor control y la válvula solenoide. El control de la condición de la tubería de transporte se utiliza un sensor el cual detecta las condiciones de las aguas negras en los conductos, cual también comunica a la computadora integrada. Cuando la válvula de vacío se abre por medio del control del aparato, el sumidero inyecta intermitentemente bajo la influencia de una presión atmosférica en el conducto de transporte. Teniendo como resultado una función muy eficiente del Pozo y los conductos por el aparato de control, la computadora integrada y los sensores, facilitando el mantenimiento y la reacción a cualquier problema en estos sistemas.

En Grecia, Petros y Ezio (2017) nos señala en sus investigaciones en comunidades rurales y pequeñas, que el costo para sistemas de alcantarillado convencionales por gravedad es frecuentemente muy costoso debido al terreno muy rocoso que se presenta, con suelos inestables, también terrenos muy planos, lo que son unas dificultades al momento de diseñar. Los sistemas por vacío son muy frecuentes como opción de alcantarillas alternas, estos están diseñados herméticamente, no se produce ex filtración en estos sistemas lo cual elimina la contaminación de suelos o aguas subterráneas. Su costo suele ser muy menor a diferencia del sistema convencional con un 20% a 50 % de diferencia en unos casos. Nos habla también de que dicho sistema alternativo es preferible para alrededor de 10 000 usuarios o menos. En su investigación nos habla de los beneficios de dicho sistema, y también las desventajas comparados con otros sistemas convencionales de alcantarillado. Todo aplicado en Eretria, una ciudad griega, que posee un terreno llano, y además con ruinas arqueológicas a poca profundidad, por eso esta ciudad fue elegida para demostrar de optimas formas como funcionaria el sistema al vacío, frente a estas adversidades. Mediante un análisis con un riguroso criterio, se declaró que este sistema es el más satisfactorio económicamente hablando y en diseño también, considerando los términos financieros como técnica de evaluación.

En Estados Unidos, Morh y Beckett (2018) nos señala que el sistema de alcantarillado convencional por uso de la gravedad ha sido muy utilizado para el transporte de aguas negras. Además este sistema requiere confiar en una constante pendiente de 2%. Suponiendo un desafío en algunas zonas con terreno llano o rocoso, además de los problemas con la infiltración y filtración, que a su vez proporciona contaminación. Siendo la alcantarilla de vacío una forma innovadora e eficiente, ya que no necesita de gravedad, solo de la presión negativa dentro del sistema, creado por las bombas de vacío de la estación, permitiendo también un ahorro de agua para los usuarios que usan de fuente el agua como principal de transporte para las aguas residuales, ya que con dicho sistema no necesitaría tanta fuerza de empuje, así reduciendo el gaste excesivo de agua.

En Croacia, Obradovic (2019) nos muestra en su investigación la contribución de los sistemas de alcantarillado a la preservación del medio ambiente y salud de las personas, habiendo muchos tipos de alcantarillado, pero recalca los alternativos, tales como es uno de ellos el alcantarillado al vacío. Nos recalca también que para el buen funcionamiento de un sistema de alcantarillado es necesario un mantenimiento y supervisión constante, para que este no presente problemas a futuros. Haciendo un estudio profundo de este sistema por vacío, ya que es muy poco usado a nivel mundial, y por ende no hay mucha bibliografía, personal capacitado, empresas y sectores interesados en él, haciendo de su investigación una lista de características positivas y negativas de dicho sistema, comparado con otros y también en situaciones donde el terreno no sea el ideal, llegando a la conclusión de que para ciertas oportunidades el sistema de por vacío será el más adecuado y el más óptimo frente a otros.

En Polonia, Katarzyna, nos habla de su investigación el cual es una evaluación de confiabilidad de operatividad de los elementos que componen los distintos sistemas de alcantarillados como los de presión, vacío y la tradicional gravedad. El análisis y las evaluaciones se basó netamente en los datos recopilados durante toda su investigaciones de los distintos sistemas de alcantarillados reales, durante un periodo de 3 a 5 años, considerando en este análisis, los elementos de los distintos sistemas que son más frecuentes, saliendo el de sistema por vacío como uno de los que menos problemas tenía.

A continuación se presentara teorías y conceptos referentes al proyecto de investigación presente

Concepto general de alcantarillado por vacío

Tienen como principal funcionamiento la diferencia de la presión entre la atmosférica y la negativa (que es menor a la atmosférica) en la red colectora, y esta se utilizan en situaciones complejas, donde la geografía del terreno impidan un sistema convencional (gravedad o bombeo), ya sea por costos y por el mismo terreno.

Aplicación de Sistema por Vacío.

La alcantarilla por vacío, tiene como principal función, la presión atmosférica y una presión negativa dentro de la red.

Gallardo (2011) “es el sistema transporte de aguas negras, mecanizado, estudiado para ser aplicado en todo tipo de terreno y condiciones” (p.10).

Debe tenerse como una opción luego haber evaluado técnicamente de que no es posible la implementación de un sistema de alcantarillado tradicional (sea por gravedad o por bombeo)

El sistema será viable solo si se cumple uno de estas características de terreno:

- Terrenos que tengan un nivel freático alto, es decir que el nivel del agua al terreno sea menos que 1.00m
- Terrenos que tengan problemas con las inundaciones constantes, debido a fenómenos naturales.
- Terrenos rocosos, categorizados así luego de un estudio de suelos y que tome al menos un mínimo de 80% de largo total donde se implementara las redes.
- Terrenos con pendientes negativas que imposibiliten la construcción de un alcantarillado por gravedad.

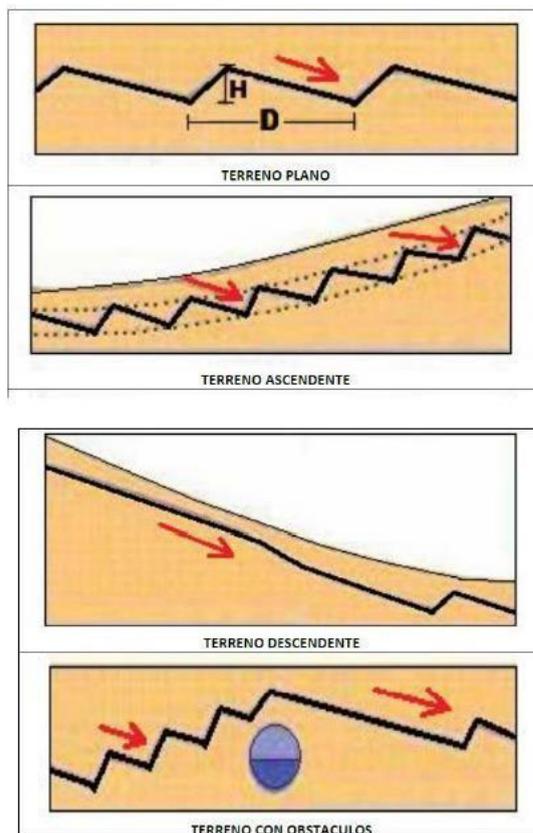


Fig. 1 Cambio de pendiente en terreno.

Fuente: terriagua

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Sanamiento indica que en un sistema de alcantarillado por vacío, están en funcionamiento por el principio de flujo, dividido en dos fases, Aire – Líquido. El aire junto con el líquido son admitidos en proporciones diferentes, las cuales serán reguladas por la apertura de la válvula.

El uso del sistema debe ser bien justificado con argumentos técnicos, sociales, ambientales y económicos, así estando dentro de las normas y estándares del sistema nacional de inversión pública SNIP.

Las Pérdidas debido a la fricción: Las tuberías que presenten una pendiente del rango de 0.2% - 2% tendrán pérdidas por fricción, los cuales se acumularan a lo largo del camino del flujo que va de la última válvula hasta la estación colectora. Cuando hay pendientes mayores se permite ignorar estas pérdidas.

A continuación la fórmula de pérdida por fricción:

$$f = 2.75 \times 0.2083 \times \left(\frac{100}{c}\right)^{1.65} \times Q^{1.85} / d^{4.0655 \text{pies}/100 \text{pies}}$$

- C = 150 tubería PVC
- Q = Gasto Min. en Gal. por minuto (GPM)
- D = diámetro interior de la tubería en pulgadas

Las Perdidas estáticas: El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2013) nos dice que con el fin de tener una profundidad mínima para el sistema de vacío se empleara distintos cambios de nivel, con codos de 45 grados y un tramo corto de tubería para lograr obtener un perfil en forma de diente.

Las perdidas estáticas son parecidas a las de fricción, debido al cambio de niveles, los cuales se acumulan a lo largo del diseño, desde la última válvula hasta la estación general.

En la investigación de Antón (2015) se encuentra algunos parámetros que se considera:

Las Pendientes

- Se emplea la pendiente que tiene el terreno si esta es mayor a 0.2%
- Cuando haya una contrapendiente se usara el perfil de dientes de sierra para dicho terreno.
- El terreno plano se emplea una pendiente min. De 0.2%
- Se colocara 15 m de tubería con una pendiente no menor a 0.2%, antes de un cambio de nivel.

Pendientes con un Cambio de nivel:

- Las tuberías de 10", 8" y 6", son considerados el mayor valor que tenga la características para tuberías de 4" y 3".
- Las tuberías de 3" y 4", el valor que resulte entre 0.2% de su pendiente cuando el terreno tenga una pendiente natural, sea el 80% del diámetro de la tubería.

Cambios de nivel:

Según el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento nos indica :

- Para las tuberías de 6" y mayores, se tendrán en cuenta cambios de nivel de hasta 1.5 Pies.
- Para las tuberías de 3" y 4" se aplicara una preferencia de cambios de nivel de 1 pie.
- La pérdida estática es igual a la altura del cambio de nivel menos el diámetro interior de la tubería.
- La suma min. De las pérdidas, desde la válvula hacia la estación central de vacío será igual 13 pies de pérdida estática más los 5 pies de pérdida por fricción.
- Aplicaremos 5 cambios de nivel como Max. Antes de colocar una conexión ramal a la red principal, separados por min. 6m de distancia.

Diámetro de la Tubería	GPM	LPS
3"	19.52	1.23
4"	37.84	2.39
6"	104.57	6.60
8"	209.37	13.21
10"	373.72	23.58

Fig. 2 Diámetros máximo de tuberías

Fuente: Anton, 2015.

La longitud de líneas colectoras

El MVCS establece que las líneas de servicios serán empleadas por tuberías de

3 pulgadas por 300 ft de distancia y para las otras líneas principales de 2 000 ft con una tubería de 4 pulgadas, con límites de longitud.

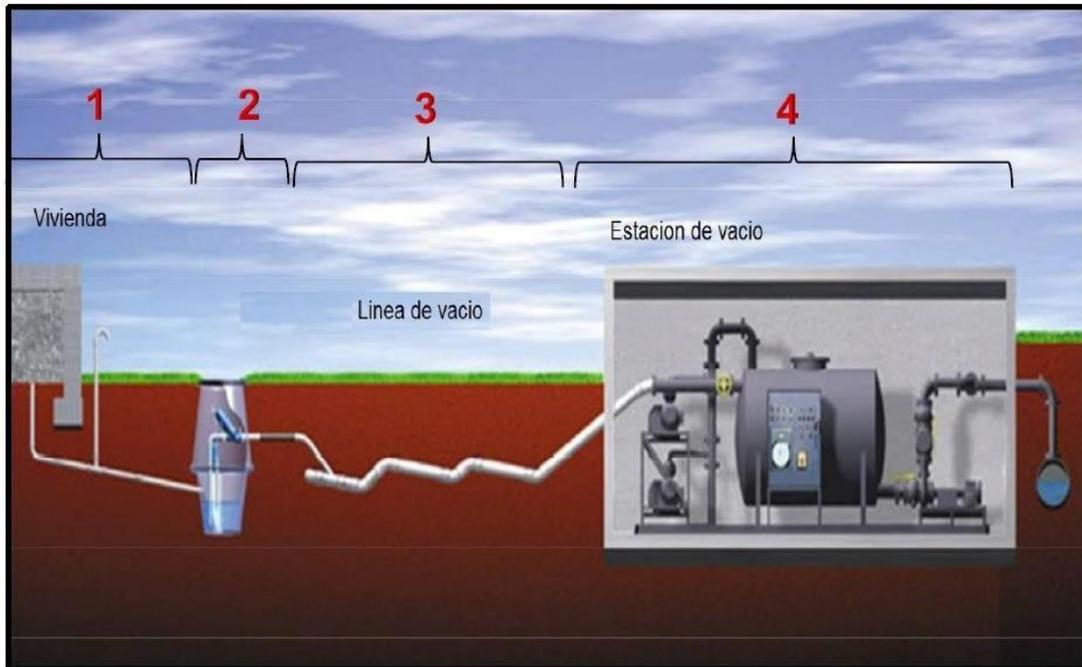


Fig. 3 Esquema de funcionamiento de red de vacío.

Fuente: Flovac

Las aguas residuales son transportadas desde la edificación hasta la cámara recolectora gracias a la gravedad, el tramo empleara un sistema convencional, como siguiente se almacenaran en la cámara recolectora que cuenta con unos sensores que activan un mecanismo cuando esta se encuentra a 40 litros, y se realizara el ingreso del vacío al interior

Las aguas negras serán movilizadas a través de la presión que ejerce la red por el vacío.

La estación genera la presión requerida para el funcionamiento del sistema, recalentando las aguas negras para movilizarlas al colector o si existiese una planta de tratamiento.

La conexión de las casas hacia el sistema es la misma que cualquier otra conexión, a través de tuberías de PVC.

La cámara colectora: será hermética para interrumpir cualquier ingreso de aguas

de la superficie y además de resistir fuerzas externas, por ejemplo la presión interior provocada por el agua.

El ministerio de vivienda, construcción y saneamiento nos indica que las colectoras tendrán una capacidad min. del 25% del caudal medio diario, en ocasión de fallo del suministro de energía. Deberá ser edificada a base de un material resistente a la corrosión y que no afecte al contacto de aguas negras.

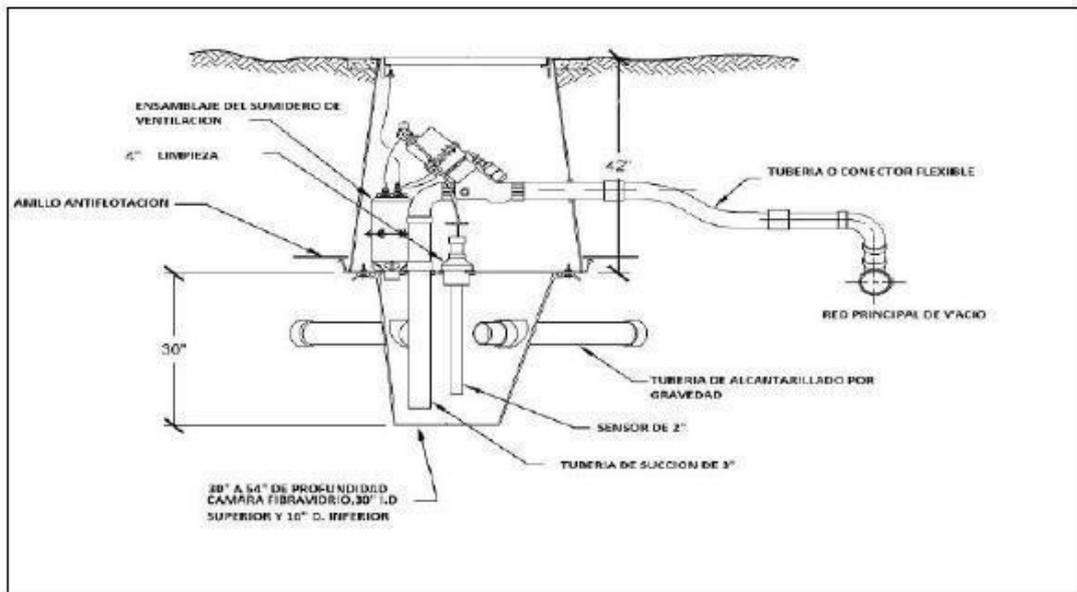


Fig.4 Detalle de Válvula de Vacío
Fuente: Anton, 2015

Red de sistema por vacío: la válvula conectada a la red, cuenta con una presión de aire de -50 Kpa a -70Kpa, que succiona las aguas negras de la red. La turbulencia que se produce una descomposición de los sólidos y los mezcla con las aguas residuales, lo cual mantiene óptima la red, a su vez evitando atoramientos.

Las redes instalada en forma de diente de sierra, el objetivo es minimizar las excavaciones que se realizan en la obra, para colocar el colector. La línea de vacío no excede la cobertura mínima de 30 cm, con dos codos de 45° para establecer la profundidad.

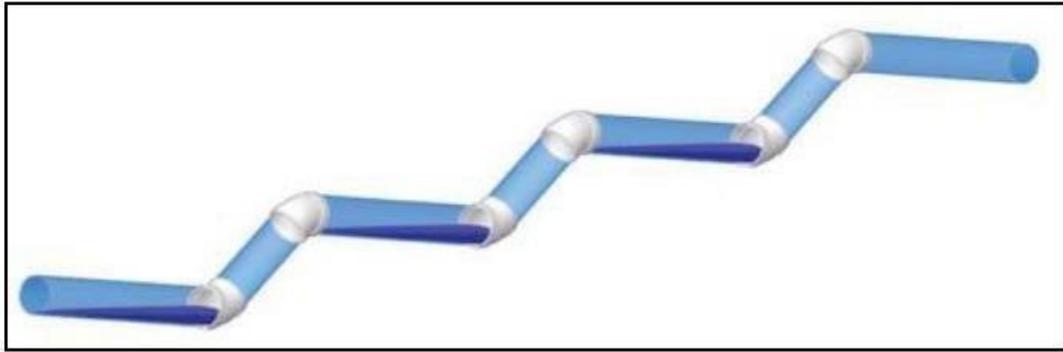


Fig. 5 Red de vacío en forma tipo diente de sierra
Fuente: Terriagua

Las redes principales: el sistema por vacío, utiliza las tuberías que solo requieren una pendiente de 0.2%, a comparación del sistema convencional, la cual requiere de unas pendientes muy elevadas, y los diámetros grandes para el óptimo funcionamiento. También, el sistema funciona a gran velocidad de aire que entra a la red por la arqueta de recolección que permite una correcta evacuación de las aguas.

Operaciones del sistema: la válvula de vacío logra captar un max. de flujo de ocho conexiones domiciliarias, que es controlada neumáticamente, por un sensor en el sumidero, este emite señales de abierto o cerrado.

El ministerio de vivienda. Construcción y saneamiento, indica que la válvula se abre entre 3-5 seg. La red por vacío contrae todo el fluido depositado y lo evacua a los colectores.

La presión negativa se genera en la estación principal que se instala al final de la red. Las aguas negras son transportadas hacia el almacenamiento, donde se bombea hacia el colector principal para ser llevado a la planta de tratamiento.

Un generador eléctrico fijo es indispensable para la estación de vacío, para tener un funcionamiento constante durante problemas con la energía suministrada de la localidad.

Sensor de nivel: se aplica a tuberías de diámetro min. de 45mm, activando la válvula y realizando el ingreso de vacío cuando el sumidero este al límite.

El ministerio de vivienda, construcción y saneamiento nos señala que el sensor tiene el trabajo de fijar el nivel que alcanzara las aguas negras en la cámara recolectora. Cuando el nivel del agua empieza a subir, desplaza el aire dentro. Cuando este logra un volumen de activación, procede el funcionamiento del controlador.

Controlador de la Válvula de Vacío

“El controlador se encarga de la abertura de la válvula, con la existencia de un min. 15KPa, y se mantendrá abierta hasta que el volumen disminuya o haya sido evacuado. Estos controladores son aplicados en las cámaras las cuales operan sumergidos, para realizar la entrada del aire controlado, después de que las aguas negras hayan sido evacuadas” (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2013).

El diseño de las bombas de impulsión. Estas operan sin trabarse min. 12 veces por hora. Los sistemas trabajan sirviendo a más de 20 viviendas, que cuentan con bombas auxiliares, que nos permite retirar las aguas residuales sin que exista pérdida.

Diseño Hidroneumático: el caudal escasea y en la válvula, el sistema obtiene un min de 25KPa. Es ahí cuando el sistema aplica un encendido automático en caso de algún problema de energía.

Perfiles de red de vacío: Este sistema brilla por la gran versatilidad para adaptarse a todo tipo de terrenos, mediante las tuberías de diámetro bajo, en el cual tenemos 3 tipos de perfiles:

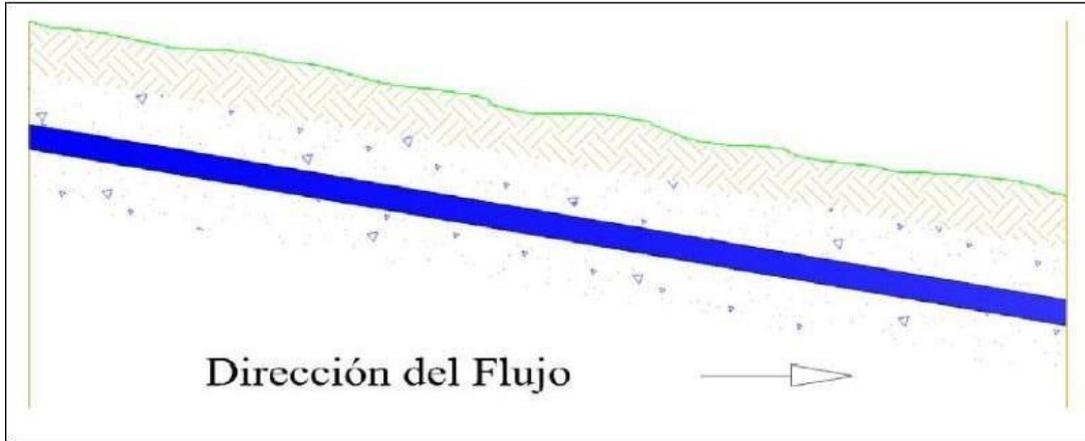


Fig. 8 Pendiente favorable al sentido del flujo

Fuente: Terraigua

- Diseño de Estacion: la estación alberga la camra de vacio, que esta almacena las aguas residuales y las envía al colector a través de la presión.

Aplicación del sistema de alcantarillado por gravedad

Anton (2015) “se le dice redes de alcantarillado al sistema de tuberías que recogen y movilizan las aguas residuales de una población según el diseño requerido” (p.27).

Las redes de alcantarillado son infraestructuras hidráulicas que funciona mediante tuberías de perfil circula, los que tiene presión dentro para su correcto funcionamiento.

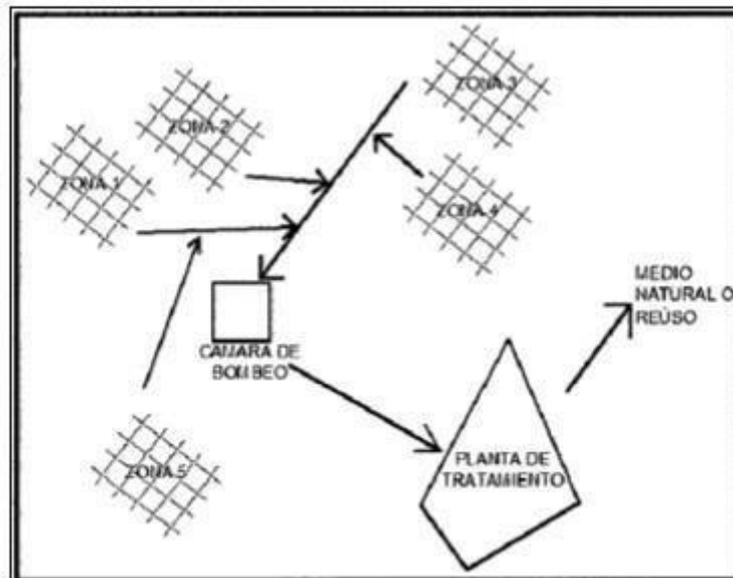


Fig. 9 Red de Alcantarillado

Fuente: Anton, 2015

Las cámaras de inspección son unas estructuras que nos da la facilidad de limpieza, ventilación, inspección y mantenimiento de la red de alcantarillas. Por lo general se emplea en la intersecciones de varias tuberías y cuando se realizan cambios de dirección, pendiente o algún diámetro de tubería que varia. La construcción de buzones puede ser elaborados en el lugar de trabajo o traerlos prefabricados, lo cual depende del encargado del presupuesto y proyectista, lo cual medira la resistencia, durabilidad y hermeticidad del material, que deberán cumplir con los requisitos de las normas.

Red de tubería del sistema por alcantarillado de gravedad

El sistema está constituida por un grupo de tuberías por las que son dirigidas las aguas residuales, captadas a lo largo de la red, siendo un flujo constante, cual se va acumulando los caudales que darán lugar a ampliaciones constantes en la sección de los conductos.

Consideraciones en el sistema de alcantarillado por gravedad.

La norma OS. 070 nos indica que el transporte de aguas negras requiere unos requisitos mínimos, los que deben estar previstos en el diseño de la red, los cuales son:

La norma nos dice que el caudal de contribución será el ochenta por ciento del caudal de agua potable que se consume en la zona, las consideraciones del caudal Max. se debe tomar en cuenta en el diseño. Los caudales deben ser calculados en su totalidad con 1.5 Litros sobre segundo, lo cual es lo mínimo para un caudal.

Pendiente mínima puede ser determinada por la siguiente expresión:

$$S_{o \min} = 0.0055Q_i^{0.47}$$

donde:

$S_{o \min}$ = Pendiente mínima (m/m)

Q_i = Caudal inicial ($\frac{L}{s}$)

La norma técnica peruana nos señala que las tuberías con accesorios deben estar bajo la norma vigente, la velocidad crítica y la max. altura de la lamina de agua debe estar en la mitad del diámetro del colector y también ser menor a 75%, así asegurando la ventilación.

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

Donde:

V_c= es la Velocidad crítica(m/s)

g= es la aceleración de la gravedad (m/s²)

R_h= es el Radio Hidráulico (m)

Las tuberías de la red principal deben como min. maneja un diámetro de 160mm y los nominales no menor a 100.

Conexión Predial

La tubería que transporta las aguas residuales de la vivienda a la red, tiene un diámetro de 110mm mínimo, con lo cual se diseña una rejilla, para inspeccionar, de un acero de 3/8", para retener algún sólido o objeto no previsto, en la figura se nos enseña un perfil de una conexión convencional para alcantarillado.

Se debe elegir una tubería y piezas especiales para la acometida, y así para el procedimiento de la conexión.

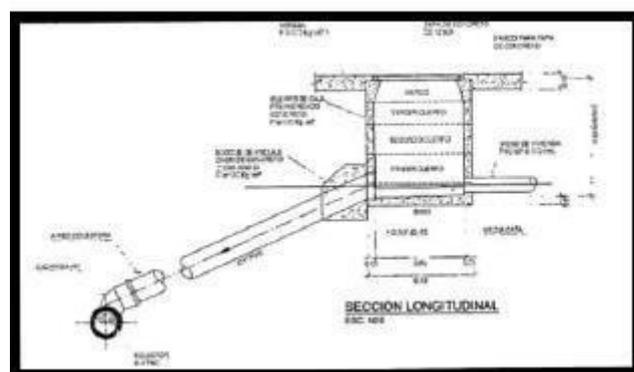


Fig. 10 Conexión predial.
Fuente Barrios, 2016

La conexión de la redes, se deben ubicar a la distancia de 1 metro, para los otros casos se debe justificar, pero el diámetro será de 100mm.

Cámaras de inspección:

Estas estructuras nos ayudan en la limpieza, su ventilación y además nos permite su mantenimiento correcto. Se emplea en muchas tuberías de la red y en todo cambio de dirección con codos, o pendiente, también el diámetro.

La elaboración de buzones pueden ser traídos prefabricados o construido en el sitio, dependiendo del expediente y la línea de suministro, esta debe cumplir la hermeticidad y la resistencia de gases y químicos.

Tuberías del sistema

La red tiene un grupo de tuberías, por las cuales movilizan las aguas residuales que se captan en toda la zona, llevando al colector donde se almacena, estas se derivan a una planta de tratamiento.

La norma nos indica que la tubería del ramal principal se debe instalar en la avenida o calle de más de 20 metros de ancho, la cual se diseñara a un lado de esta.

La distancia mínima entre planos de tangentes verticales a la tubería principal de aguas negras serán de 2 metros.

La tubería que recolecta las aguas se deberá ubicar en la calzada en paralelo frente a la vivienda a una distancia de 0.50 metros a partir de los límites del terreno.

El recubrimiento de las tuberías dependerá de la zona para las vías, así como el suelo. La norma peruana nos menciona que el recubrimiento no debe ser menor a 1 metro para las vías vehiculares, y 30 centímetros, para las vías peatonales, si en el suelo abundan rocas, se deberá emplear ramales con un recubrimiento de 20 centímetros

SOSTENIBILIDAD

Cepal nos indica que los principios de un crecimiento sostenible y eco amigable se debe observar y analizar desde un punto de vista sistemática, siento un sentido mas completo para la sostenibilidad del sistema que queremos representar en este trabajo.

Formulación Del Problema

La problemática se presenta como un planteo de un problema en general, y sus problemas específicos de la investigacion. El problema general fue el siguiente:

¿Cual es el sistema de alcantarillado mas sostenible entre el sistema de alcantarillado gravedad y el sistema de alcantarillado al vacio en Aucallama, Huaral, 2020?

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- **PE1:** ¿Cuál es el funcionamiento del sistema de alcantarillado por gravedad y del sistema de alcantarillado por vacío?

- **PE2:** ¿De qué modo influye el diseño del sistema de alcantarillado por vacío en comparación del sistema de alcantarillado por gravedad?

- **PE3:** ¿Cuál es el sistema de alcantarillado más económico entre el sistema de alcantarillado por gravedad y el sistema de alcantarillado por vacío?

Justificación

Justificación teórica

La presente investigación desde un enfoque teórico, la evaluación de ambos sistemas de evacuación de aguas servidas, por un lado la de uso convencional, sistema de alcantarillado por gravedad, cual requiere que el colector principal este a una poca profundidad, la población se encuentre con una cota del terreno por debajo de la cota de fondo del buzón. La población que es afectada por los problemas sanitarios, como mala infraestructura de las alcantarillas o fallas en estas, se sienten rendidas y desgastados ante los olores insoportables y las enfermedades dérmicas que causan estas, sin olvidar las parasitarias, además de una diferencia de costos considerable, dependiendo de la situación del terreno, es por estos motivos y alineados con el principio fundamental de la ingeniería, que la búsqueda de soluciones y posibles estudios que permitan el paso a una real solución en poco tiempo y no en un futuro utópico

Justificación social

La evaluación de ambos sistemas nos daría unos resultados muy positivos para la población, y nos permitiría obtener información importante para un futuro proyecto, para elegir el adecuado ofreciendo un servicio eficiente, sin necesidad de constantes mantenimientos de cloacas y así evitando atascos o en el peor de los casos rupturas de tuberías llevando a esto a un problema sanitario. También así reduciendo la contaminación en la localidad de Aucallama, ya que está actualmente presenta un sistema de alcantarillado casi inexistente, utilizando alcantarillados a cielo abierto, produciendo olores nauseabundos, ya que en el sector no se puede emplear un proyecto de alcantarillado por el costo que esta conlleva. A su vez podría ser de gran ayuda para la población, debido al terreno que presenta, ya que su diseño de las tuberías es ventajosa en estos terrenos.

Justificación Económica

La evaluación de los sistemas, nos permitirá analizar a fondo en costos para este terreno, un sistema de alcantarillado al vacío presenta como principal beneficio

y ventaja, el costo que presenta al momento de implementarse en algún sector, ya que comparado con el sistema convencional presenta una significativa diferencia en costos, ofreciendo oportunidades a distintas poblaciones para obtener su sistema, también el mantenimiento que presenta este sistema, en sus tuberías, válvulas y bombas, son muy bajas en costo, ya que no requieren de una constante supervisión, así facilitando al estado el ahorro a largo plazo tras la implementación y su seguimiento.

Justificación metodológica

Esta investigación se encuentra bajo los requerimientos de la metodología, en proceso de fases, los diseños hidráulico como conceptos básicos para ingeniería y criterios ecológicos, dando un mínimo impacto ambiental, todo esto se ve apoyado en los programas de diseño que están presentes en el trabajo de diseño del sistema de alcantarillado para la localidad de Aucallama – Huaral 2020.

Evalúa el sistema de alcantarillado por vacío que resultara más efectivo y sostenible. Comparado al sistema por gravedad en Aucallama, Huaral, 2020

Los objetivos específicos son los siguientes:

- OE1: evaluar el funcionamiento del sistema de alcantarillado por gravedad y el sistema de alcantarillado al vacío.
- OE2: evaluar de qué modo influye a la zona el diseño del sistema de alcantarillado por vacío en comparación del sistema de alcantarillado por gravedad.
- OE3: evaluar los costos de implementación de el diseño del sistema de alcantarillado por vacío en comparación del sistema de alcantarillado por gravedad

III. METODOLOGIA

3. Tipo y diseño de investigación

3.1 Diseño de la investigación

Método Científico

Según Sanchez (2015) en su informe nos dice que:

Los métodos son tradicionales, se utilizan mas en las enseñanzas, ya que lo propuesto se aboga por métodos experimentales. El método deductivo es muy confiable y utilizado , gracias a formulas y conceptos, leyes y principios.

El método científico del presente proyecto de investigación viene a ser deductivo, nos basaremos en ensayos que tomarán la originalidad, demostrando en nuestros estudios el contenido de humedad y su clasificación de suelo donde incluye el límite líquido, el límite plástico y la granulometría. Además tendremos los ensayos de aplastamiento y el de presión hidráulica de HDPE.

Nivel de Investigación

El tipo de investigación del trabajo es relacional, como dice Castañeda en su revista de metodología de investigación, que el interés de la aplicación y utilización de conocimientos.

Concluyendo que el nivel de la investigación es relacional. El nivel será plasmado para el proyecto, para los ensayos y los software.

Enfoque de la investigación

La investigación cuantitativa, nos dice asensi y parra, que es una recolección de datos para crear o fortalecer un nuevo conocimiento científico con datos auténticos y veraces , creando y comprobando teorías con muestras compatibles.

Se tiene que el enfoque es cuantitativo, no experimental, lo cual se obtiene por teorías semejantes al tema que se investiga, también se recolecta datos y sustento para dicha investigación.

Diseño de investigación

Según Bono (2015) en su revista “Diseños cuasi-experimentales y longitudinales” nos dice que:

El diseño cuasi experimental, se compone con instrumentos para lo aplicativo. Lo cuales aportan al esquema de investigación que no sea al azar. Dado lo aleatorio, no se podrá hallar forma iguales para los grupos como pasa en distintos diseños.

Se obtiene que la tesis es un diseño de investigación, cuasi-experimental, encontrando instrumentos para trabajarlo, donde se aplica ensayos, observando el proceso de las distintas actividades.

3.2 Variables, operacionalización de la variable

Variables

Arias señala en un artículo que las variables son una característica, cualidad o magnitud que tiende a sufrir cambio, lo que es analizado por el investigador para un resultado óptimo.

Se concluye que las variables pueden medir, controlar y estudiar el proceso de la investigación del trabajo, ya que es una parte muy esencial para el diseño del estudio.

La investigación se trabajó un diseño cuasi experimental :



Figura 11. Símbolos de las variables

Elaboración por: Peña Faustino Ysabel del Rosario y Villegas La Chira Luis Alberto.

Donde:

X: Simbolizan la zona donde se harán los estudios del trabajo a investigar

y a la vez a la población quienes serán beneficiados por dicho Proyecto.

Y: Simbolizan los datos que se tiene por mejorar en la zona.

VI: Evaluación comparativa entre el sistema de alcantarillado por gravedad y por vacío

Delimitación de la Poblacion

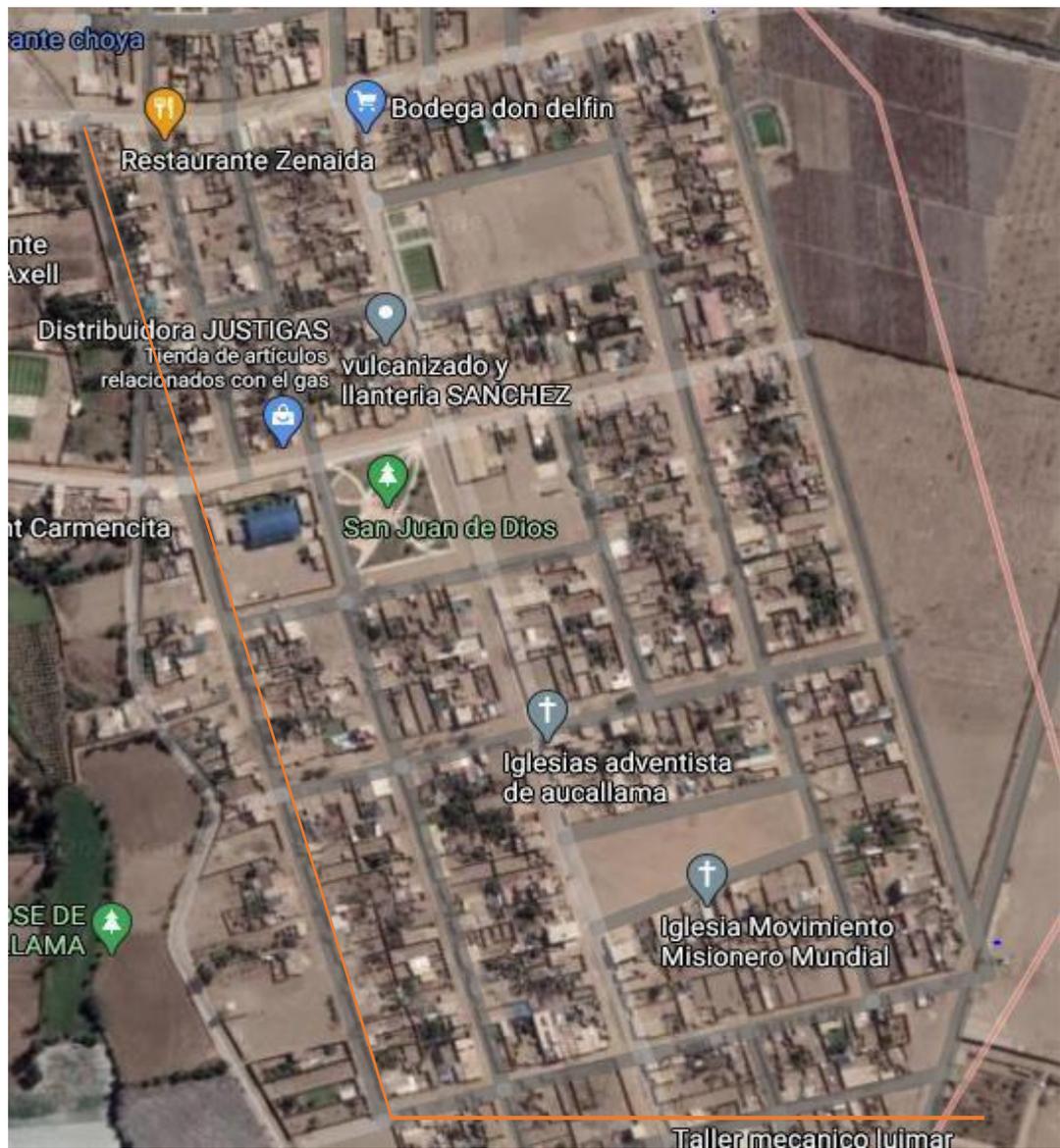


Fig. 12. Imagen Satelital del Sector Aucallama.

Fuente : Propia

La población de aucallama estará centrada en un sector en específico que se necesita la evaluación de un sistema de alcantarillado.

3.3 Población y muestra

Población:

Según (William, 2013) una población es un conjunto de elementos sobre el cual se desea realizar una inferencia.

La población de la comunidad de aucallama, cuenta con 1500 viviendas según la INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática), siendo 400 viviendas (moradores activos encuestados), se sabe que en la parte baja de comunidad de aucallama es algo indispensable diseñar un sistema de alcantarillado y así definir las viviendas que serán beneficiadas, lo que es necesario para la población de la comunidad de aucallama.

Muestra:

Para (Balestriani, 2011) las unidades de análisis son:

Sujetos u objetos a ser estudiados y medidos, por cuanto, necesariamente los elementos de la población no tienen que estar referidos única y exclusivamente a individuos, estas pueden ser instituciones, animales, objetos físicos en función de la delimitación del problema y de los objetivos de la investigación, estas unidades de análisis son parte constitutiva de la población (p. 137).

Los conocimientos del planeta se basan en lo que se necesita descubrir, observando sus principales características y seleccionando muestras que permitan hallar explicaciones.

Definiéremos como muestra: Diseño de una red de alcantarillado por vacío con una longitud de 700 m para la comunidad de aucallama - Huaral, en la zona baja para los 850 habitantes.

Aucallama

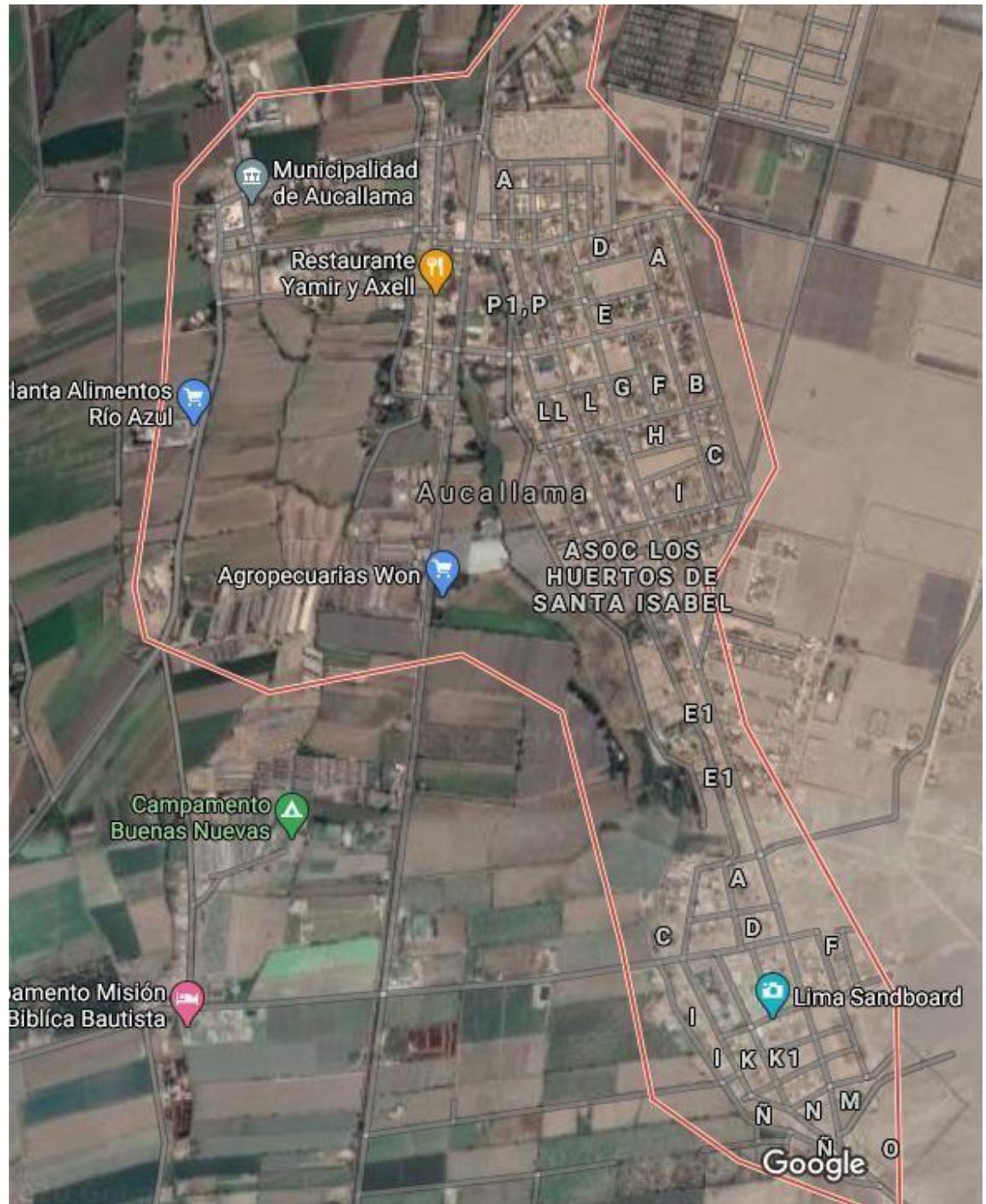


Fig. 13. Distrito de Aucallama
Fuente: Propia

Muestreo:

Para (Namakforoosh, 2015) el muestreo es una técnica mediante la cual se selecciona la muestra, por lo que implica el juicio personal

algunas veces propias del investigador, y otras de los datos que se recopilaron en la investigación (p. 43). Además, nos dice que el muestreo es un juicio personal y a veces propias de los investigadores que salen de los datos recopilados en la investigación (p. 45)

La técnica que usaremos será la recopilación de datos en aucallama, Huaral, 2020

3.4 Técnicas e instrumentos de recopilación de datos, validez y confiabilidad

Técnicas de Recolección de Información

La información de buena mano y datos recolectados se da gracias a la observación del problema, realizando lo siguiente:

Para tener una buena información y recolección de datos en la observación de nuestra problemática se realizará la siguiente técnica:

Observación directa

Arias nos dice que la observación es donde el investigador puede tomar datos desde su propia perspectiva y no es participe de esta.(p.24).

Se estudiará el funcionamiento de un sistema de alcantarillado y toda su evolución para así saber con exactitud la ampliación de dicha red de alcantarillado, ya que beneficiará a la población con estudios, en la comunidad de aucallama, huaral, 2020.

Observación Documental

Barreto nos dice que la observación documentada es la cual el investigador se debe apegar, para recoger datos de libros, observación propia y archivos.

En este trabajo de investigación se realizará la observación del sector a estudiar y la recopilación de información en datos y registros de gestión Hidrológica: diseño del caudal, su demanda, estudios hidráulicos, levantamientos topográficos, condiciones hidráulicas de cámaras y tramos.

Instrumentos

Estos instrumentos que recopilan datos para emplearlos en el trabajo siguiente:

Artículos científicos. — Estos artículos dan un aporte científico a este trabajo, dando veracidad y acreditan los conceptos, mostrando sustentos bibliográficos

- Ficha de observación. — Esta nos ayuda a plasmar la recolección de datos, para luego La ficha tecnica en nuestro trabajo de investigación nos posibilitan recolectar datos que sean necesarios para el diseño de nuestro sistema de abastecimiento agua potable, por ejemplo, la ubicación, el número de viviendas, el terreno, etc.

- GPS (sistema de posición global). — este aparato nos da la ubicación exacta de nuestra zona donde nos encontramos, para poder trabajar bien y tener una dirección exacta de nuestro muestreo, se usará este instrumento para poder determinar el posicionamiento de los puntos que se necesitaran para la gráfica de las curvas de nivel de la comunicad de aucallama, huaral y de esa manera poder modelarlo en AutoCAD y derivarlo a el programa SewerCAD.
- SewerCAD. — este programa apoya con los distintos modelos que se diseñan de alcantarillado, simplificando el trabajo de análisis posterior, es un software comercial de análisis, modelación y gestión de redes a presión. Nos permite la simulación hidráulica de un modelo computacional representado en este caso por tipo: línea (tramos de tuberías), puntos (nodos de consumo, tanques, reservorios, hidrantes) e híbridos (bombas de vacio, válvulas de control, regulación, etc.)

3.5 Procedimiento

En este proyecto de investigación, se evaluara ambos sistemas de alcantarillado para su respectiva comparación técnica.

El fin de esta investigación con los criterios serán válidos, a través de distintos tipos de instrumentos de recolección de datos, donde consistió en que la muestra sea representativa por la población, ya que el aporte que nos brindaron, con el número de pobladores se utilizará para la evaluación comparativa de los sistemas de alcantarillado por gravedad y vacio en aucallama, Huaral.

3.6 Análisis cuantitativo de los datos

Se trabaja bajo todo tipo de análisis que se lograron obtener en todo el tiempo que se ejecuto esta investigación, donde emplearemos la estadística para generalizar los resultados obtenidos de nuestra muestra. Estos resultados se designan mediante estadígrafo, deduciendo la perspectiva de la investigación.

Análisis de datos empleando el Software SewerCAD

Para el trabajo presente se tiene en cuenta los principales criterios y predicciones del programa, así mismo la información de medios y planos de la red de alcantarillado en el programa SewerCAD y que nos brinda ventajas, ya que da un excelente servicio en el caso de modernos diseños para las poblaciones y ciudades.

El Objetivo principal del uso del programa SewerCad es la obtencio de diseños confiables y una simulación genuina para la red de alcantarillado, con graficos y perfiles que se elaboran gracias a los planos brindados por el municipio.

3.7 ASPECTOS ÉTICOS

El autor de este proyecto, se responsabiliza, al momento de sustentar su presente trabajo de toda confiabilidad y autenticidad genuina, de resultados que se obtuvo en el trabajo, las cuales respaldan la autenticidad de este, sin uso de un plagio que incumplirían los requisitos éticos de nuestra Universidad

- Esta tesis será evaluada por el comité de ética de nuestra universidad de sede Lima Este, alcanzando a cumplir los requerimientos de autor.
- El artículo N° 14 de nuestro código de ética para la investigación nos cuenta los documentos certificando la investigación para el beneficio del servicio público donde se aplica el proyecto.
- La información que se recogió, son conceptos y notas que se encuentran citadas en la norma APA, modelo requerido por la Universidad César Vallejo para todo tipo de proyecto de investigación.

IV. RESULTADOS

CALCULOS PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO POR GRAVEDAD

El distrito de aucallama, cuenta con 1482 viviendas según información del INEI, del ultimo censo en el año 2017, cuenta con una cantidad de habitantes de 6504, como se ve en la tabla 2.

Fuente: INEI 2017									
Centro Poblado	Region Natural	Altitud (m.s.n.m.)	Total	Poblacion Censada			Viviendas Particulares		
				Hombre	Mujer	Total	Ocupadas	Desocupadas	
Aucallama	Chala		154 6 504	4743	1761	1482	1 005	477	
A.H. San Juan de Dios				754	489	265	150	150	0

Fig. 13 Tabla de Cálculo de población futura

Fuente: propia

Teniendo la cantidad de viviendas y la población del distrito de aucallama se puede calcular el Índice de habitantes por vivienda:

Población	Vivienda	Indice de hab/viv
6504	1482	4.38

Para la siguiente red de alcantarillado se tiene como muestra un total de 150 viviendas.

Datos para el cálculo.

Numero de lotes: 150

viviendas Total habitantes:

754

Coef. De manming : 0.01

Consumo por vivienda: 12.3 m³/hab. /

mes Diámetro de tubería: 160mm y

200mm

Índice de habitantes por vivienda: 4.38 hab. / viv.

- Tomaremos de referencia la tubería 1 para el calculo Cota inicial: 121.50 - Cota final: 121.00
- Longitud de tubería: 49.43 m
- Número de viviendas que ocupan directamente la tubería: 5 viviendas

a) Consumo por vivienda

$$12.3 \text{ m}^3/\text{mes} \quad 12.3 \text{ m}^3(1000 \text{ lt} = 1 \text{ m}^3)(1 \text{ mes} = 30 \text{ dias}) = \mathbf{410 \text{ lt/dia}}$$

b) Consumo por habitante

Se considerará 120 lts/hab/día según el Reglamento técnico de proyectos Sedapal

POBLACIÓN	CLIMA	
	FRIO	TEMPLADO/ CÁLIDO
Nivel Socio Económico A	300	250
Nivel Socio Económico B	180	220
Nivel Socio Económico C	150	200
Nivel Socio Económico D	120	150

Fig. 15. Clima según población

Fuente: Reglamento técnico de proyectos de Sedapal

c) Población acumulada (PA)

Es la sumatoria de habitantes de tramos anteriores:

PA = (Número de viviendas aportantes) (índice de habitantes por vivienda)

$$PA = (5 \text{ viviendas}) (4.38 \text{ habitantes/vivienda})$$

$$PA = 21.9 \text{ habitantes.}$$

d) Caudal máximo diario (Qmd)

$$Q_{md} = (\text{consumo por habitante})(PA)/86400$$

$$Q_{md} = (120)(21.9)/86400$$

$$Q_{md} = 0.03 \text{ lts/seg}$$

e) Caudal máximo horario

$$(Q_{mh}) Q_{mh} = (Q_p) (K)$$

$$Q_{mh} = (0.03 \text{ lts/seg}) (2.5)$$

$$Q_{mh} = 0.075 \text{ lts/seg}$$

f) Caudal de descargue

$$(Q_d) Q_d = (Q_p) (C)$$

$$Q_d = (0.075 \text{ lts/seg}) (0.80)$$

$$Q_d = 0.06 \text{ lts/seg}$$

g) Pendiente (S)

$$S = \text{cota inicial} - \text{cota final} / \text{longitud de tubería}$$

$$S =$$

$$(121.5 - 121) / 74.3$$

$$4 S = 0.0067$$

h) Radio hidráulico (Rh)

$$R_h = \text{diámetro} / 8$$

$$R_h = 0.20 / 8$$

$$R_h = 0.025 \text{ m.}$$

i) Velocidad de diseño (V)

$$V = 1/n (R_h)^{2/3} * (S)^{1/2}$$

$$V = 0.699 \text{ m/s}$$

j) Caudal de diseño (Q)

$$Q=VA=V\pi(D^2)/4*1000$$

$$Q=(0.699)\pi(0.20)^2/4*1000$$

$$Q = 21.95 \text{ lts/seg}$$

Resultado del diseño de alcantarillado por gravedad por tramo.

PIEZA	DISEÑO		CONDICIONES DE FLUJO													
	INICIO	FINAL	Longitud L(m)	Pendiente m/km	Diám. m	Qacum. (l/s)	Qdiseño. (l/s)	Capac. Q (lps)	Angulo (°)	Tirante y(m)	Area (m ²)	P (m)	R (m)	Veloc. (m/s)	Capacidad tubo	T. tractiva (Pa)
Tuberia 1	Bz-01	Bz. 1	11.80	8.00	0.200	0.03	1.86	111.22	1.57	0.029	0.0029	0.157	0.018	0.65	1.67%	1.43
Tuberia 2	Bz-02	Bz.2	22.70	7.00	0.200	0.04	1.86	88.18	1.57	0.029	0.0029	0.157	0.018	0.65	2.11%	1.25
tuberia 3	Bz-03	Bz.3	23.90	5.00	0.200	0.05	1.86	71.94	1.57	0.029	0.0029	0.157	0.018	0.65	2.59%	0.89
tuberia 4	Bz-04	Bz.4	9.30	10.00	0.200	0.07	1.86	53.14	1.57	0.029	0.0029	0.157	0.018	0.65	3.50%	1.78
tuberia 5	Bz-05	Bz.5	9.50	3.00	0.200	0.08	1.86	23.72	1.57	0.029	0.0029	0.157	0.018	0.65	7.84%	0.53
tuberia 6	Bz-06	Bz.6	10.60	1.00	0.160	0.12	1.86	22.85	2.36	0.049	0.0053	0.188	0.028	0.35	8.14%	0.27
tuberia 7	Bz-07	Bz.7	20.00	25.00	0.160	0.13	1.86	70.32	1.57	0.023	0.0018	0.126	0.015	1.02	2.65%	3.56
tuberia 8	Bz-08	Bz.8	19.50	14.00	0.160	0.14	1.86	106.73	1.57	0.023	0.0018	0.126	0.015	1.02	1.74%	2.00
tuberia 9	Bz-09	Bz.9	19.00	6.00	0.160	0.15	1.86	108.85	1.96	0.036	0.0033	0.157	0.021	0.56	1.71%	1.25
tuberia 10	Bz-10	Bz.12	14.10	7.00	0.160	0.17	1.86	145.09	1.57	0.023	0.0018	0.126	0.015	1.02	1.28%	1.00
tuberia 11	Bz-11	Bz.11	14.70	11.00	0.160	0.30	1.86	82.11	1.57	0.023	0.0018	0.126	0.015	1.02	2.27%	1.57
tuberia 12	Bz-12	Bz.10	15.00	8.00	0.160	0.34	1.86	102.34	1.57	0.023	0.0018	0.126	0.015	1.02	1.82%	1.14
tuberia 13	Bz-13	Bz.13	18.80	13.00	0.160	0.37	1.86	131.12	1.57	0.023	0.0018	0.126	0.015	1.02	1.42%	1.85
tuberia 14	Bz-14	Bz.14	5.10	6.00	0.160	0.40	1.86	119.59	1.96	0.036	0.0033	0.157	0.021	0.56	1.56%	1.25
tuberia 15	Bz-15	Bz.15	6.40	5.00	0.160	0.41	1.86	120.86	1.96	0.036	0.0033	0.157	0.021	0.56	1.54%	1.04
tuberia 16	Bz-16	Bz.16	19.00	15.00	0.160	0.43	1.86	125.88	1.57	0.023	0.0018	0.126	0.015	1.02	1.48%	2.14
tuberia 17	Bz-17	Bz.17	19.10	14.00	0.160	0.47	1.86	123.77	1.57	0.023	0.0018	0.126	0.015	1.02	1.50%	2.00
tuberia 18	Bz-18	Bz.18	21.80	11.00	0.160	0.48	1.86	123.19	1.57	0.023	0.0018	0.126	0.015	1.02	1.51%	1.57
tuberia 19	Bz-19	Bz.20	21.60	11.00	0.160	0.50	1.86	125.94	1.57	0.023	0.0018	0.126	0.015	1.02	1.48%	1.57
tuberia 20	Bz-20	Bz.21	22.10	13.00	0.160	0.52	1.86	120.67	1.57	0.023	0.0018	0.126	0.015	1.02	1.54%	1.85
tuberia21	Bz-21	Bz.25	16.60	6.00	0.160	0.54	1.86	126.96	1.96	0.036	0.0033	0.157	0.021	0.56	1.47%	1.25
tuberia22	Bz-22	Bz.11	12.10	5.00	0.160	0.55	1.86	106.69	2.36	0.049	0.0053	0.188	0.028	0.35	1.74%	1.37
tuberia 23	Bz-23	Bz.25	8.80	2.00	0.160	0.59	1.86	102.40	2.36	0.049	0.0053	0.188	0.028	0.35	1.82%	0.55
tuberia 24	Bz-24	Bz.12	19.50	3.00	0.160	0.60	1.86	97.03	2.36	0.049	0.0053	0.188	0.028	0.35	1.92%	0.82
tuberia25	Bz-25	Bz.7	19.10	34.00	0.160	0.62	1.86	116.40	1.57	0.023	0.0018	0.126	0.015	1.02	1.60%	4.85
tuberia26	Bz-26	Bz.8	20.60	8.00	0.160	0.65	1.86	123.29	1.96	0.036	0.0033	0.157	0.021	0.56	1.51%	1.66
tuberia27	Bz-27	Bz.5	20.60	-1.00	0.160	0.66	1.86	119.04	1.57	0.023	0.0018	0.126	0.015	1.02	1.56%	-0.14
tuberia28	Bz-28	Bz.6	17.80	2.00	0.160	0.67	1.86	115.81	2.36	0.049	0.0053	0.188	0.028	0.35	1.61%	0.55
tuberia29	Bz-29	Bz.19	19.80	2.00	0.160	0.69	1.86	109.29	2.36	0.049	0.0053	0.188	0.028	0.35	1.70%	0.55
tuberia 30	Bz-30	Bz.32	9.90	14.00	0.160	0.01	1.86	54.23	1.57	0.023	0.0018	0.126	0.015	1.02	3.43%	2.00
tuberia31	Bz-31	Bz.19	12.20	9.00	0.160	0.02	1.86	31.76	1.57	0.023	0.0018	0.126	0.015	1.02	5.86%	1.28
tuberia 32	Bz-32	Bz.31	19.90	2.00	0.160	0.03	1.86	23.53	2.36	0.049	0.0053	0.188	0.028	0.35	7.90%	0.55

Fig. 16. Resultado de Diseño de alcantarillado
Fuente: Propia

CALCULO POBLACIONAL FUTURA

1) MÉTODO ARITMÉTICO

$$Pf = Pa\left(1 + \frac{rt}{1000}\right)$$

$$r = (\text{poblacion actual} - \text{poblacion inicial}) / (\text{año actual} - \text{año inicial})$$

$$r = (5633 - 6271) / (2015 - 2000).$$

$$r = -42.53$$

$$Pf = 5633 \left(1 + (-42.53 * 1.5) / 1000\right)$$

$$Pf = 5274 \text{ habitantes}$$

2) MÉTODO GEOMÉTRICO

$$POB \text{ año } n = POB \text{ año } 1 * (1 + r)^{año n - año 1}$$

$$r = \left(\frac{Pob. \text{ actual}}{Pob. \text{ inicial}}\right)^{\frac{1}{10}} - 1$$

$$r = \left(\frac{5633}{6271}\right)^{\frac{1}{10}} - 1$$

$$r = -0.0107$$

$$POB \text{ 2030} = 5633 * (1 - 0.0107)^{(2030 - 2015)}$$

$$POB \text{ 2030} = 4796 \text{ habitantes}$$

3) MÉTODO EXPONENCIAL

$$Pf = Pt * e * (k(af - ai))$$

$$Kn = \text{año } n - \text{año } p$$

$$Kn = (\text{Ln}(POB \text{ año } p) - \text{Ln}(POB \text{ año } n)) / (\text{año } p - \text{año } n)$$

Dato: $e = 2.718281828$

$$K1 = 2020 - 2015$$

$$K1 = (\text{Ln } 2020 - \text{Ln } 2015) / (2020-2015)$$

$$K1 = -0.0072$$

$$K2 = 2020 - 2005$$

$$K2 = (\text{Ln } 2005 - \text{Ln } 2020) / (2005-2020)$$

$$K2 = -0.004$$

$$K3 = 2020 - 2005$$

$$K3 = (\text{Ln } 2020 - \text{Ln } 2005) / (2020-2005)$$

$$K3 = -0.009$$

$$K_{\text{promedio}} = (K1 + K2 * K3) / 3$$

$$K_{\text{promedio}} = (-0.0072 - 0.004 - 0.009) / 3$$

$$K_{\text{promedio}} = -0.0066$$

Reemplazamos en la fórmula de Pf:

$$Pf = 5633 * 2.718281828^{(-0.0066 (2015-2000))}$$

$$Pf = 5099 \text{ habitantes}$$

Por lo tanto, usaremos la población promedio

$$Pf = (5274+4796+5099) / 3$$

Pf = 5056 habitantes en el año 2030

Para el cálculo de diámetro de tubería se determinará con la siguiente formula:

$$\phi_{max} = \sqrt{\frac{A * Q_{med\ diario} m^3/seg}{\pi * V_{max}}}$$

Tomando los datos obtenidos en ejemplo anterior de la tubería 1, reemplazamos los datos:

$$\phi_{max} = \sqrt{\frac{A * (0.0616 * 10^{-3}) m^3/seg}{3.14 * 5 m/seg}}$$

$\phi_{m\acute{a}x}=0.004\ m$

Se empleara el diámetro mínimo objetado por el RNE el cual es 200mm para las redes principales y 160 mm para las secundarias.

Se opta por los resultados que tenemos en la table, el caudal que varia entre 1.2 litros a 2.34 litros por segundo, en la tabla 1 los diámetros máximos. La tuberías contarán con un diámetro de 3 pulgadas y 4, pero para la guía del diseño nos menciona que se utiliza de 4 pulgadas.

Diámetros máximos de tuberías

Diámetro de la Tubería	GPM	LPS
3"	19.52	1.23
4"	37.84	2.39
6"	104.57	6.60
8"	209.37	13.21
10"	373.72	23.58

Fig. 17. Tabla de Diámetro de Tuberías
Fuente: Anton, 2015

Para las horas de trabajos de los operadores a jornada completa, se toma 40 hrs a la semana y la mitad del mantenimiento de emergencias se calcula de la siguiente forma:

$$2080 \frac{HR}{año} + (0.5 * EMF * N^{\circ} valvulas * 2$$

Dónde: EMF = factor de emergencia BAJA= 0.2; MEDIA= 1.2; ALTA= 0.8

Reemplazando obtenemos:

$$2080 \times 8 \frac{HR}{año} + (0.5 * 1.2 * 12 * 2) = 2094.4 \text{ hr/año}$$

Asimismo, para determinar el poder de las bombas de vacío a usar se calculará de la siguiente manera:

$$P = 0.746 \text{ THC}$$

Donde:

P: es el costo anual de energía

T: es el tiempo de operación

(hr/año) H: caballos de fuerza

C: costo de electricidad (S/. / Kwh)

Para el cálculo se considerará una bomba de vacío DOSIVAC DSCH 3000 de 7.5 HP.

El costo de Kwh según Luz del Sur es de S/ 0.51.

El tiempo de operación según la Guía de Diseño de alcantarillado por vacío es 2-3 hrs/día

$$\text{Reemplazando: } P = 0.746 * 1080 \text{hr/año} * 7.5 \text{hp} * 0.44$$

$$P = S/ 2,658.74$$

Diseño De Cámara por Vacío

Tomaremos los datos de Qpromedio x lote y Qmed. Hora

$$Q_{\text{máx}} \times \text{lote} = 0.06 \text{ lt/seg} = 0.95 \text{ GPM}$$

N° de lotes aportantes = 11 viviendas

$$Q_{\text{med horar.}} = 0.15 \text{ lt/seg} = 2.39 \text{ GPM}$$

Vol. Cámara colector = 40 litros = 10.57 Galones US

$$\text{Volumen mínimo de cámara} = \frac{\text{Volumen de cámara colector}}{\text{N° de viviendas aportantes}}$$

1.32 galones/ viv

$$\text{Tiempo mínimo de llenado} = \frac{\text{Volumen mínimo de cámara}}{Q_{\text{mínimo de diseño}}}$$

$$1.321 \text{ gal} / 2.39 \text{ GPM} = 0.55 \text{ minutos}$$

Tiempo Max. de llenado = Tiempo Mínimo de llenado x el número de viviendas

$$= 0.55 \text{ minutos} * 11 \text{ viviendas} = 6.05 \text{ minutos}$$

$$= 13.64 \text{ veces / hora}$$

$$= 327.27 \text{ veces / día}$$

$$1 \text{ m}^3 = 264.17 \text{ Galones}$$

$$1 \text{ litro} = 0.2617 \text{ galon US}$$

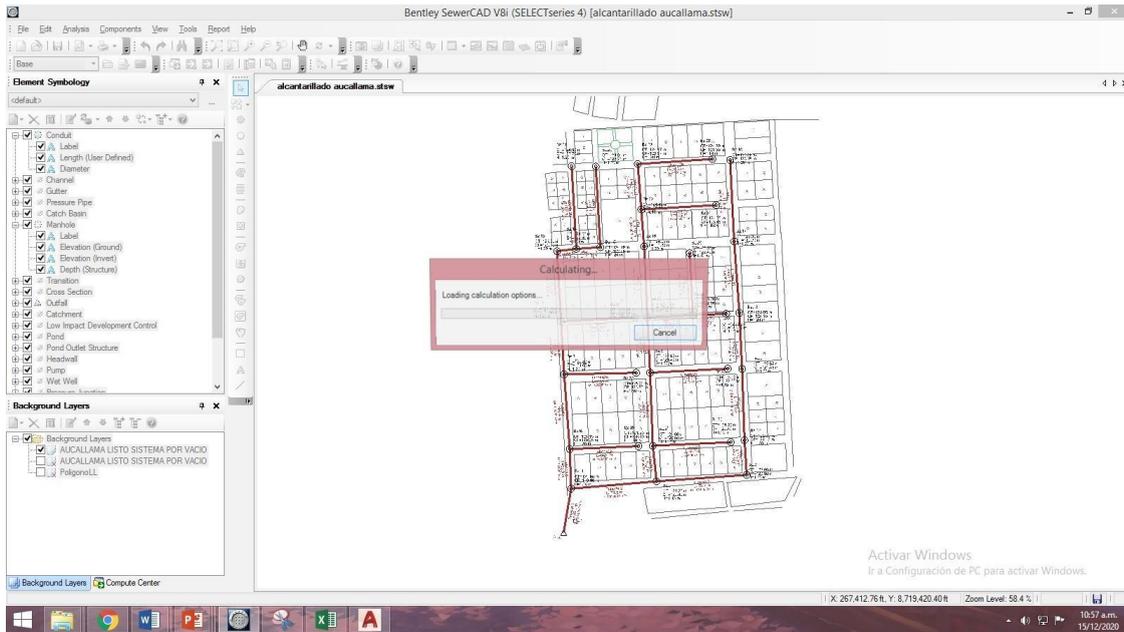


Fig. 18 Modelacion en SewerCad

Fuente: Propia

Fuente: elaboración propia

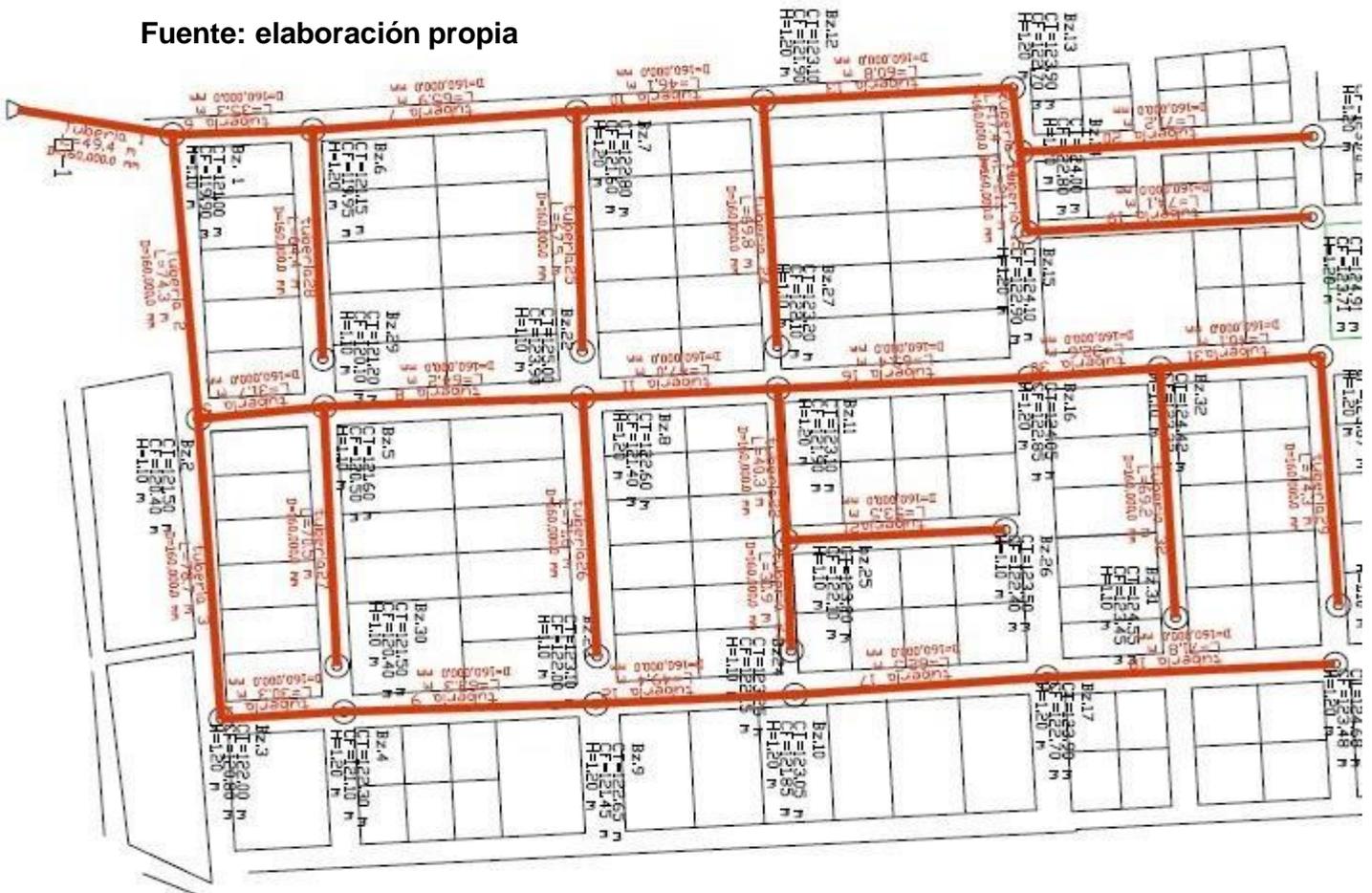


Fig. 19 Modelacion de alcantarillado por sistema de gravedad en SewerCad

Fuente: Propia

ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTO ENTRE EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL

Tipo de sistema	Costo
SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL	S/. 451,315.58
SISTEMA DE ALCANTARILLADO POR VACIO	S/. 478,662.213

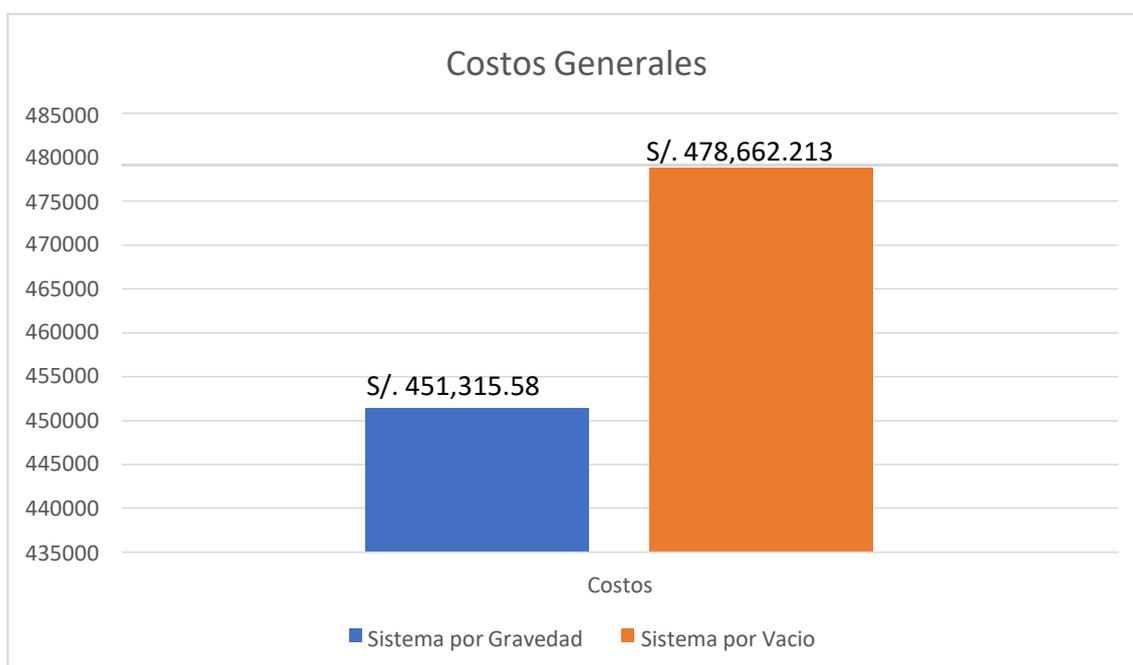


Fig. 20. Costos Generales de ambos sistema de alcantarillados

Fuente: Propia

El valor del sistema de alcantarillado por vacio, supera por mas de 27 mil soles al sistema convencional, teniendo esto presente podemos decir que el sistema de alcantarillado por vacio es mas costoso a comparaciones del sistema por gravedad para dicho terreno.

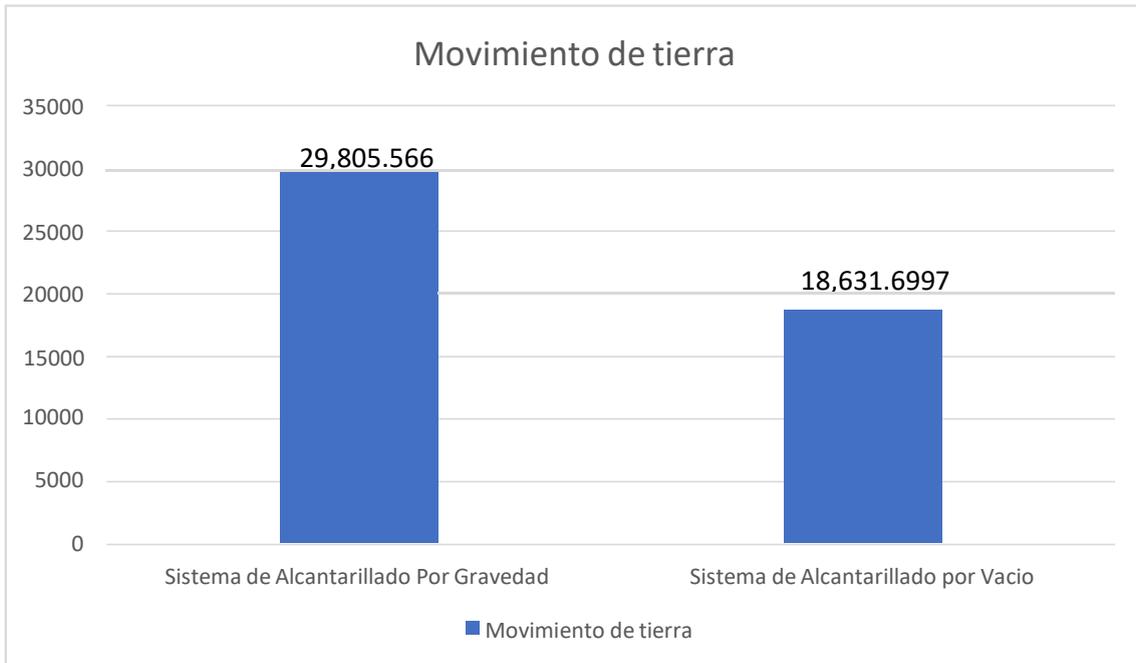


Fig.21. Costos en Movimientos de Tierra para ambos alcantarillado

Fuente: Propia

Se puede apreciar en la Figura que gracias a la poca profundidad de excavación del sistema por vacío, nos permitirá un ahorro considerable, teniendo en cuenta el perfil del terreno que no favorece tanto al sistema por gravedad.

La implementación de cámaras de vacío a diferencia de la construcción de buzones en el sistema por gravedad implica un costo elevado, debido a que estas contienen válvulas, tuberías internas que nos permiten el perfecto funcionamiento de esta tecnología.

Ventajas y desventajas

Considerando los aspectos técnicos de estos sistemas, el alcantarillado por vacío tiene muchos beneficios respecto a los demás, en su aplicación, por ser un sistema hermético y además que su fuerza es a presión negativa, nos da las siguientes ventajas y desventajas con relación al otro sistema.

Excavación de la zona

El perfil del sistema requiere unas zanjas con un ancho de 30 centímetros para toda tubería nominal que se usara. La profundidad dependerá del suelo donde se trabaje, teniendo como ejemplo la figura siguiente.



Fig. 22. Detalle de Excavacion para Alcantarillado por gravedad

Fuente: Flovac

V. DISCUSIÓN

- Estos resultados de la investigación nos dan a conocer que el sistema por vacío es un sistema innovador y muy tecnológico, además de tener un funcionamiento óptimo, capaz de preservar el medio ambiente y adaptarse a cualquier terreno propuesto, donde el alcantarillado por gravedad no tiene resultados tan favorables, además de elevar su costo o de no poder aplicarse por la topografía o obstáculos encontrados en el camino.

- se muestra en los resultados que el sistema de vacío, tiende a ser más económico al momento de la construcción e implementación de las tuberías, gracias a la poca profundidad utilizada en su red. Sin embargo, al ser un sistema tecnológico, sus componentes como su válvula, la cámara de vacío y la estación de vacío, aumentan considerablemente el costo de este sistema, por ser accesorios de importación, ya que en el país aun no cuenta con una empresa que realice estos implementos, semejante a lo obtenido por barrios (2018).

VI. CONCLUSIONES

En la investigación se mostro que el sistema por vacio funciona como alternativa al sistema por gravedad, en el distrito de aucallama.

El sistema por vacio presenta una considerable ventaja respecto al sistema por gravedad, al poseer cámaras de vacio, totalmente controladas y herméticas, impidiendo fugas e ingreso de filtraciones del regadío, lo que hace que el sistema por vacio sea muy sostenible en su aplicación en el distrito de aucallama.

La fácil instalación de cámaras de vacio y válvulas, disminuye el tiempo y la mano de obra por obtenerla prefabricadas y estas lista para ensamblar, todo opuesto al sistema por gravedad que se necesita construir en el lugar o traer prefabricado lo cual es mas mano de obra para la obra.

La diferencia de inversión entre el alcantarillado por gravedad y vacio, es de S/27,346.633 soles, lo cual es la gran ventaja del sistema por gravedad para este lugar.

Gracias a la topografía, el sistema por gravedad logra funcionar sin tener un costo tan elevado, al observar los perfiles elaborados por el Software SewerCad, es el adecuado y viable, por ser mas económico a diferencia del sistema por vacio.

VIII.RECOMENDACIONES

- Considerando que la aplicación de un alcantarillado por vacío previene la contaminación del sub suelo por filtraciones, se recomienda dicho sistema, con el fin de cuidar la salud sanitaria y los cercanos cultivos, también impartiendo una educación sanitaria para la conciencia de la población de salvaguardar sus sistemas de alcantarillado y su cuidado.

- Teniendo en cuenta el uso de un sistema de alcantarillado al vacío aporta en la prevención de ser foco de enfermedades de origen hídrico, se deberá implementar una educación sanitaria acerca de la contaminación por los residuos sólidos.

- Para el funcionamiento de una red de alcantarillado, considerando la eficiencia, se recomienda el sistema por vacío, ya que esta nos permite un flujo de agua negras más fluido y rápido, sin filtraciones y con un mantenimiento mínimo en las redes.

- En el tema económico, la construcción y proceso, se recomienda un sistema por vacío, ya que su procesos constructivos son más simples al no necesitar pendientes.

REFERENCIAS

Anton, L. G. (2015). *Análisis comparativo entre el sistema de alcantarillado al vacío y el sistema de alcantarillado por gravedad, y su aplicación en la Ciudad de Piura.*

Universidad Nacional de Piura, Piura, Peru.

<http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/556>

Barrios, L. E. (2018). *Comparación de diseños: Sistema de alcantarillado convencional y Sistema de alcantarillado por vacío, San Pedro De Cajas, 2018.* Universidad Cesar Vallejo, Lima, Peru.

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/39257/BARRIOS_TL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Acruta, A. (2020). *Sistema de alcantarillado al vacío para prevenir la contaminación ambiental por descarga directa de desagües al Río Itaya en el distrito de belén parte baja, provincia de Maynas, Región Loreto 2018.* Universidad Nacional Federico Villareal, Lima, Peru.

<http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/3959/ACRUTA%20SANCHEZ%20ALFREDO%20-%20DOCTORADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Yaranga, V. H. (2018). *Optimización en el diseño de redes de alcantarillado mediante programación dinámica.* Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga, Ayacucho, Peru.

http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3262/TESIS%20CIV504_Yar.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Doroteo, F. R. (2014). *Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano “Los Pollitos” – Ica, usando los programas Watercad y Sewercad.* Universidad Peruana de Ciencias, Ica, Peru.

Chávez, F. (2006). *Simulación y optimización de un sistema de alcantarillado urbano.* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

Rengifo, D. A. y Safora, R. A. (2017). *Propuesta De Diseño De Un Sistema De Alcantarillado Y/O Unidades Básicas De Saneamiento En La Localidad De Carhuacocha, Distrito De Chilia – Pataz – La Libertad*, 2017, Universidad Privada del Norte, Lima, Peru.

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11652/Rengifo%20Alayo%20Dante%20Alejandro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bret, W. B. (2017) *Distributed Control System For A Vacuum Sewer System*, Texas, Estados Unidos.

<https://patents.google.com/patent/US9828757B2/en>

Reinhold B. (2017) *Interface Valve For Vacuum Sewer Systems*, Houston, Estados Unidos.

<https://patents.google.com/patent/US6575425B1/en>

Katarzyna, .M (2016) *Reliability and failure rate analysis of pressure, vacuum and gravity sewer systems based on operating data*. Warsaw University of Technology, Varsovia, Polonia.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350630715300352>

Petros G. y Ezio R. (2017) *Alternative collection systems for decentralized wastewater management: an overview and case study of the vacuum collection system in Eretria town, Greece*, Eretria, Grecia.

<https://iwaponline.com/wpt/article/12/3/604/20840/Alternative-collection-systems-for-decentralized>

ANEXOS

Evaluación Técnica comparativa entre el sistema de alcantarillado por gravedad y sistema por vacío para la localidad de Aucallama – Huaral, 2020

Problemas	Objetivos	Hipotesis	Variable 1 : Evaluacion tecnica comparativa						
General	General	General	Definicion Conceptual	Definicion Operacional	Dimensiones	Indicadores		Metodologia	
¿ Cual es el sistema de alcantarillado mas sostenible entre el sistema de alcantarillado gravedad y el sistema de alcantarillado al vacio en Aucallama, Huaral, 2020	evaluar la implementacion del sistema de alcantarilla por vacio que resulta ser mas sotenible en comparacion del sistema de alcantarillado por gravedad en Aucallama, Huaral, 2020	El sistema de alcantarillado por vacio resulta ser mas sostenible en comparacion del sistema de alcantarillado por gravedad	Es el proceso de medir el desempeño del sistema o los procesos contra aquellos de otros sistemas, considerado como los mejores “los mejores de la clase”. La meta de la evaluación comparativa es identificar oportunidades internas para mejorar.	Se evalua tecnicamente, para los sistemas de alcantarillado, de manera comparativa, para llegar a un resultado de que sistema es mas favorable para la zona.	Costos y presupuesto	>Comparacion de costos de construccion de ambos sistemas. >presupuesto de ambos sistemas		Tipo de investigacion : Explicativo	
Problema Especifico	Objetivo Especifico	Hipotesis Especifico			tecnicas empleadas	> analisis de ambos sistemas aplicados en la zona >normas sanitarias aplicadas (OS.70)			Nivel de Investigacion: Descriptivo
¿Cuál es el funcionamiento del sistema de alcantarillado por gravedad y del sistema de alcantarillado por vacio?	evaluar el funcionamiento del sistema de alcantarillado por gravedad y el sistema de alcantarillado al vacio	El sistema de alcantarillado por gravedad presenta mejor funcionamiento en comparacion del sistema de alcantarillado por vacio			beneficios para la comunidad	> Cuidado del ambiente >prevencion de enfermedades		Diseño de investigacion: No Experimental de corte Transversal	
¿De que modo influye el diseño del sistema de alcantarillado por vacio en comparacion del sistema de alcantarillado por gravedad?	evaluar de que modo influye a la zona el diseño del sistema de alcantarillado por vacio en comparacion del sistema de alcantarillado por gravedad	El sistema de alcantarillado por vacio de adapta mejor a la topografia de Aucallama, Huaral			Variable 2: Sistema de Alcantarillado por Vacio y por gravedad				
¿Cuál es el sistema de alcantarillado mas economico entre el sistema de alcantarillado por gravedad y el sistema de alcantarillado por vacio?	evaluar los costos de implementación de el diseño del sistema de alcantarillado por vacio en comparacion del sistema de alcantarillado por gravedad	Los Costos del sistema de alcantarillado por vacio es mayor al sistema de alcantarillado por gravedad	“Un sistema mecanizado de transporte de aguas residuales, diseñado para ser aplicado en cualquier tipo de terreno, ambiente y condiciones de aplicación” (Anton, 2015)	sistema de alcantarillado, se utiliza para transportar todo tipo de aguas residuales, para la prevención de contaminación ambiental y enfermedades	Diseño	>Pendientes >Caudales de diseño minimos y maximos >Tuberias			
					Funcionamiento	>Red de Tuberias >Ambito de aplicación			
					Costo	>Excavacion >Mano de Obra >Tuberia >conexión domiciliaria			

