



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis comparativo del diseño hidráulico entre un sistema de alcantarillado al vacío y un sistema de bombeo Lima 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Bernabel Espinoza, Aldo Orlando (ORCID: 0000-0002-3344-0606)

Huari Chamilco, Carlos Pedro (ORCID: 0000-0003-3954-8260)

ASESOR:

Mg. Ing. Leopoldo Choque Flores

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA- PERÚ

2019

Dedicatoria

Se dedica la presente investigación a nuestros padres por su apoyo constante para lograr nuestro objetivo profesional

Agradecimiento

A nuestros profesores de la Universidad César Vallejo por sus valiosos aportes en nuestra formación profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO.....	12
III. METODOLOGÍA.....	38
IV. RESULTADOS.....	42
V. DISCUSIONES	63
VI. CONCLUSIONES.....	65
VII. RECOMENDACIONES	67
REFERENCIAS.....	69
ANEXOS.....	72
PLANOS	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caudal medio diario.....	42
Tabla 2. Caudales máximos según diámetros de tuberías.....	43
Tabla 3. Cuadro de datos de Dotación	43
Tabla 4. Recomendación para la altura de saltos.....	46
Tabla 5. Plantilla de instalación de la Estación de vacío	48
Tabla 6. Modelo de bomba	54
Tabla 7. Plantilla de instalación estación de vacío	54
Tabla 8. Calculo hidráulico de vacío.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tubería de HD- K9 para alcantarillado al bombeo	14
Figura 2. Primer Diseño de una Red de Vacío	14
Figura 3. Sistema Típico de Evacuación de Aguas Servidas	15
Figura 4.. Primer Diseño de una Red de Vacío	16
Figura 5. Planta de Descarga Domiciliaria Convencional	18
Figura 6. Detalle de Descarga Domiciliaria Convencional.....	18
Figura 7. Detalle de Cámara Colectora	19
Figura 8. Respiradero de Salida	21
Figura 9. Respiradero Directo.....	21
Figura 10. Válvula de Vacío	23
Figura 11. Ubicación de la Válvula de Vacío.....	25
Figura 12. Conexión de Cámara Colectora a Red Principal	26
Figura 13. Caja de Operación de Valvulas	28
Figura 14. Diseño Clásico del Sistema de Alcantarillado al Vacío.....	33
Figura 15. Pérdida estática.....	46
Figura 16. Comparativo de Pérdida de carga por Fricción	56
Figura 17. Comparativo de Velocidad de Descarga	57
Figura 18. Porcentajes	58
Figura 19. Pérdida de Carga de Alcantarillado al Vacío.....	59
Figura 20. Pérdida de Carga de Alcantarillado al Bombeo.....	60
Figura 21. Velocidad de Descarga de Alcantarillado al Vacío	61
Figura 22. Velocidad de Descarga de Alcantarillado al Bombeo.....	62

Resumen

La presente investigación cuyo título es: “Análisis Comparativo del Diseño Hidráulico entre un Sistema de Alcantarillado al Vacío y un Sistema de Bombeo Lima 2019”, tuvo por objetivo Determinar las diferencias en el diseño hidráulico entre un sistema de alcantarillado al vacío, frente a un sistema de alcantarillado al bombeo en los habitantes del AA. HH Campoy. Lima – 2019.

Se utilizó el tipo de investigación descriptiva y aplicada por su finalidad en observar y describir, siendo su diseño de investigación no experimental.

La población está constituida por los dos sistemas de alcantarillado. La muestra fue los dos sistemas de alcantarillado.

El sistema de alcantarillado no convencionales se considera particularmente útil en zonas donde las condiciones topográficas son adversas y la dispersión de la población hacen poco rentable la instalación de una red de alcantarillado convencional, donde la construcción de un sistema de alcantarillado convencional presenta grandes desventajas constructivas, técnicas y económicas.

El uso de los sistemas alternativos puede llegar a ser una opción viable.

Palabras clave: Diseño Hidráulico, Alcantarillado al Vacío, alcantarillado de Bombeo.

Abstract

The present investigation whose title is: “Comparative Analysis of the Hydraulic Design between a Vacuum Sewer System and a Lima Pumping System 2019”, aimed to determine the differences in the hydraulic design between a vacuum sewer system, compared to a sewage pumping system in the inhabitants of the AA. HH Campoy. Lima - 2019.

The type of descriptive and applied research was used for its purpose in observing and describing, its design being non-experimental research.

The population is constituted by the two sewage systems. The sample was the two sewer systems.

The unconventional sewage system is considered particularly useful in areas where topographic conditions are adverse and the dispersion of the population makes the installation of a conventional sewerage network unprofitable, where the construction of a conventional sewerage system presents great constructive disadvantages, Technical and economic.

The use of alternative systems may become a viable option.

Keywords: Hydraulic Design, Vacuum Sewer, Pumping sewer.

I. INTRODUCCIÓN

Carbajal y Villacorta (2016), mencionan:

En el sector público en relación al saneamiento, no se tiene los indicadores permitan medir opciones según la situación económica, social etc., por lo que se adoptan decisiones sesgadas de la realidad por lo que se ejecutan obras que generan gastos al estado que no son los idóneos, ya que no se ajusta a las necesidades de los pueblos debido a que no se monitorea las acciones propuestas, para corroborar si es preciso hacer la inversión. (p.10).

Al respecto el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, responsable de conducir, actualizar y evaluar las diversas normas regulatorias del funcionamiento de las labores de este sector de acuerdo a lo que indica la Resolución Ministerial N° 1752003-VIVIENDA1, la cual fue modificado con resolución N° 103-2009-VIVIENDA.

La forma como se recolectan las aguas residuales instaladas en el Perú, se caracterizan por aprovechar la gravedad debido a que sus operaciones son simples y no implica mucha inversión en su labor de mantenimiento. En el caso donde no sea factible esta modalidad se hace la construcción de las estaciones de bombeo que complementa la red recolectora que sirven como medio de transporte de estas aguas las que se desplazan hacia las plantas de tratamiento.

En tal sentido la dificultad que se presenta para aplicar este sistema de recolección se da por la geografía accidentada que en muchas partes se presentan como es el caso de la Selva donde hay inundaciones lo que dificulta hacer las instalaciones de este sistema, por tal motivo muchas poblaciones no cuentan con este servicio. Por ello para los responsables de la recolección de dichas aguas es un asunto preocupante para acceder a estas zonas de alta complejidad geográfica. Por ello en otras regiones como Chile, Brasil, entre otros, se ha optado por el tipo al vacío.

En tal sentido es viable para estas zonas en nuestro país, lo cual resolvería esta problemática para que tengan el acceso al servicio que por muchos años se viene postergando. Por ello se considera el tipo al vacío, para su difusión y construcción del mismo. Al respecto se busca difundir el detalle de este nuevo sistema para incorporar en las obras de saneamiento de nuestro país.

Esta nueva tecnología, resuelve problemas de construcción contribuyendo a la preservación del medioambiente y aportar a que los pueblos aledaños que viven en zonas donde no cuentan con este servicio logren beneficiarse con esta nueva modalidad constructiva.

De acuerdo a los trabajos previos efectuados por investigadores a nivel nacional tenemos:

Carbajal y Villacorta (2016), en la tesis relacionada con el sistema de alcantarilla al vacío, su objetivo dar a conocer las ventajas que ofrece este sistema, siendo adecuado este sistema moderno de recojo de aguas servidas para zonas con geografía compleja. El estudio es descriptivo. En tal sentido se efectúa el estudio en un poblado que en la actualidad no tiene el servicio siendo en total 78 casas localizadas en el distrito de Belén-Iquitos.

Anton (2015), en la tesis comparada de alcantarillado al vacío y por gravedad, da a cómo funciona este sistema indicando los parámetros respectivos para su diseño, así mismo se describen los componentes de este sistema desde la conexión predial hasta el emisor final, mostrando esquemas para un mejor entendimiento. Explica con un modelo proyectado en la localidad de Huaypira- Lancones, la aplicación del sistema de alcantarillado por vacío, tomando los criterios necesarios en función a los reglamentos, se hizo un estudio general de la zona proyectando todos los componentes del presente sistema.

Medina (2016), en la tesis referida al bobeo de aguas residuales, su objetivo fue optimizar el bombeo para evitar fallas en el manejo de aguas residuales. El estudio es descriptivo en el cual se diseñó el manejo de sistema con fines del cuidado ambiental, por lo que el sistema de bombeo ayudó a reducir gastos operativos.

En el ámbito internacional tenemos las siguientes investigaciones:

Santos, de León, Cabral y Pérez (2016), en la revista de investigación referida al sistemas de bombeo centrífugos, cuyo objetivo es utilizar un método matemático que minimice las limitantes respecto a cargas estática inicial con fines de ahorrar al darles uso. Mediante el control de velocidad se hace el control del sistema de bombeo, con lo que se regula el uso de energía para abastecer con líquido suficiente la zona donde se desarrolló la tesis a diferencia de otros medios que no tienen la eficiencia del sistema para asegurar el servicio brindado a la población con agua.

Rodríguez (2015), sobre “Sistema de saneamiento por vacío” que es el caso en Santa Pola, menciona que fue una primera experiencia dada en España de saneamiento por vacío. El nivel freático alto y varios canales en navegación tenían inconvenientes en la realización del sistema tradicional por gravedad. Resulto ser uno de los proyectos grandes de Europa, ya que garantizó su funcionamiento, siendo económico y reduciendo significativamente el movimiento de tierras reduciendo costos, que se dan en zona de nivel freático alto.

Mäkinen (2015), “Operation of vacuum sewer system”. El propósito de esta tesis fue analizar el mal funcionamiento del tipo al vacío en Ondangwa, Namibia. Este sistema no formó un vacío adecuado para transportar las aguas residuales del lugar de formación a la estación de vacío y por lo tanto las cámaras de recolección fueron inundación. El objetivo era encontrar las fallas que causaron el mal funcionamiento, causas de la fallas y soluciones para las fallas. Además, otros cuatro sistemas de alcantarillado al vacío en Namibia se estudiaron con fines de comparación. Estaban ubicados en Gobabis, Henties Bay, Kalkrand y Stampriet. Se realizó una excursión de dos meses en Namibia en octubre y noviembre de 2014 y se utilizaron tres métodos para analizar los sistemas de alcantarillado al vacío en Namibia. Los métodos fueron encuesta bibliográfica, entrevista semi estructurada y observación.

León, Salinas y Zepeda (2017), en su tesis referido al alcantarillado sanitario y tratamiento de los mismos, su objetivo fue poner énfasis en el tratamiento de estas con la finalidad de cuidar a las personas y el ambiente. El estudio es descriptivo. Se dan a conocer los aspectos técnicos y recursos económicos necesarios para este sistema por gravedad, concluyendo que su aplicabilidad resulta favorable para la zona de estudio y así se asegure evitar contaminación y daño a la salud de los pobladores.

II. MARCO TEÓRICO

Respecto a las teorías relacionadas sobre el alcantarillado tenemos:

Por referencias históricas tenemos un alcantarillado hecho en Nippur (Irak), el año 3750 AC. En Atenas y Corinto, se hicieron grandes construcciones de alcantarillado. Fueron hechos con canales rectangulares, cubiertos con losas planas, que ocasionalmente estaban en los pavimentos de las vías urbanas; a las atarjeas ingresaban otros conductos secundarios lo cual daba conformaban las redes de alcantarillado.

SISTEMA DE ALCANTARILLADO:

Son construcciones hidráulicas mediante tuberías, canales, acueductos y depósitos, con fines de obtener, conducir, distribuir y disponer las aguas servidas y fluviales, para controlar situaciones de inundación. Es también considerado como tal, aquellas que por su estructura evitan que las aguas de lluvias causen daños materiales tanto urbanos como rurales.

Mollerup (2015), en su estudio preciso que los primeros sistemas de alcantarillado se construyeron hace más de 150 años. En aquel tiempo el objetivo principal era transportar el alcantarillado y aguas fluviales lluvia del centro de la ciudad a las aguas receptoras cercanas para garantizar la salud pública. Desde entonces, mucho ha cambiado; el enfoque hoy no es solo en salud pública sino También en el medio ambiente. Los sistemas de alcantarillado se han ampliado y conectado los lugares donde reciben el tratamiento (PTAR), con fines de garantizar la recepción Las aguas están protegidas contra la contaminación tanto como sea posible.

Beheshti, Sægrov and Ugarelli (2015), consideraron que la combinación de estas técnicas viables puede proporcionar a los operadores de alcantarillado posibilidades de comparar diferentes tecnologías y reduciendo suposiciones e incertidumbres con el alcantarillado sistema de forma estandarizada y soporte a la toma de decisiones en planes de mantenimiento y rehabilitación que a la larga favorezca a la población con un servicio permanente.

Clasificación de los Sistemas de Alcantarillado

Tenemos.

Alcantarillado Sanitario: Conforman las tuberías por donde se trasladan dichas aguas al lugar de tratamiento evitando los daños que causen a la población.

Alcantarillado Pluvial: Se asocian a las aguas de lluvias con fines de almacenarlas y son sus cauces normales.

Alcantarillado Combinado: Se asocia a los sistemas anteriores pero que dificulta ser tratadas ocasionando contaminación al llegar al cauce natural.

Alcantarillado Semi-Combinado o Mixto: Estos conducen el total de aguas negras producidas en una zona.

Sistema de Alcantarillado Único: Conforman aguas servidas y lluvias almacenadas en un canal común.

Sistema de alcantarillado Separado: No combina aguas servidas y lluvias. Con ello se evitar problemas de contaminación.

Alcantarillado al Bombeo: Se conduce el agua residual a partir de la fuente hasta el ingreso a planta y dentro de ella es depurada.

Las estaciones de bombeo de aguas residuales constituyen una alternativa cuando el sistema no puede funcionar por gravedad.

Bombas

La estación de bombeo conforma varias bombas. Es preciso que las bombas tengan igual capacidad, fáciles de operar, costo de las mismas y el soporte que se les da por los mantenimientos, por lo que se considera:

- a) Detalle del agua residual afluyente.
- b) Energía disponible.
- c) Capacidad disponible.
- d) Forma operativa.
- e) Cambios en niveles sea succión y la descarga, también el caudal
- f) Tiempos de operación.
- g) Se compatible con equipos habidos.



Figura 1. Tubería de HD- K9 para alcantarillado al bombeo

Fuente: Elaboración Propia

ORIGEN DEL ALCANTARILLADO AL VACÍO

Data del año 1866 en el país de Holanda, al recolectar aguas residuales a través del vacío.
Marius, Iden and Beckett (2015), Vacuum sewer systems:

Este sistema al vacío funciona de manera análoga a la distribución de agua. Sistemas. Única diferencia habida es la dirección del flujo. Mientras el suministro de agua usa presión positiva para "empujar" el agua desde el lugar de tratamiento hasta la zona de consumo, estas alcantarillas de vacío utilizan presión negativa para "extraer" aguas residuales desde el punto de generación a la zona de tratamiento. (p. 82)

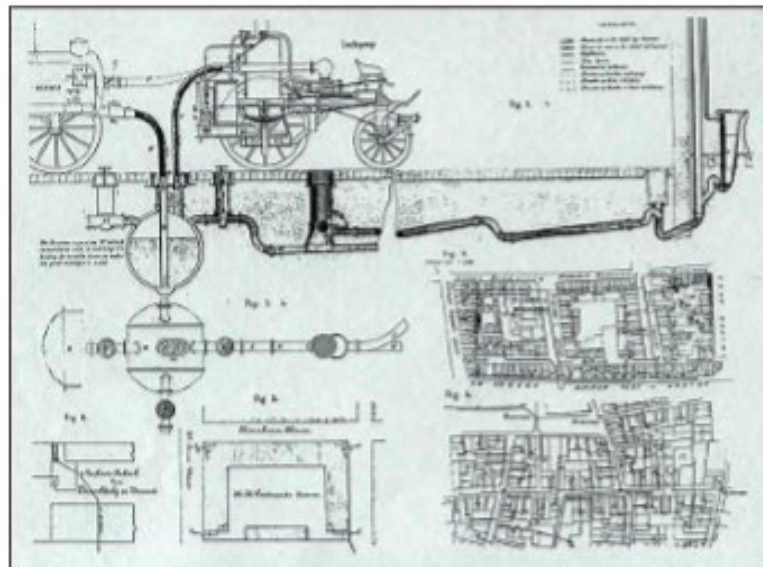


Figura 2. Primer Diseño de una Red de Vacío

Fuente: Airvac

En 1956, un Ingeniero Sueco Liljendahl patenta el traslado y recojo de las aguas residuales al vacío. Entonces se busca ahorro de aguas al descargar de los inodoros.

En esas fechas los sistemas de alcantarillado en Europa y Estados Unidos funcionaban por gravedad con lo que se trasladaban los desechos.

En nuestro país a partir desde 2013, se tienen estudios de alcantarillado residual con la mencionada técnica. No está difundida y aun no se puso en práctica.

A nivel internacional es vasta la aplicación de este sistema, donde alrededor de 170 países del mundo; tienen operativos este sistema. En América Latina se tiene en Manantial Chile S.A, el cual se busca llegar a todos los países.

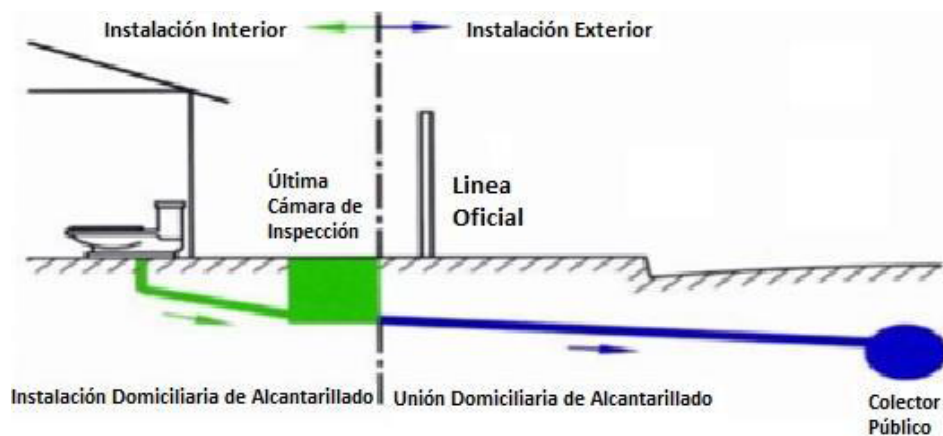


Figura 3. Sistema Típico de Evacuación de Aguas Servidas

fuelle: airvac

SISTEMAS DE ALCANTARILLADO POR VACÍO (SAV)

Las aguas residuales en una vivienda fluye por gravedad a través de tubería llegando a la cámara colectora, en la que hay válvula de vacío.

Logrando almacenar un volumen apropiado, la válvula se abre y por presión es trasladada a la red, aquí hay bombas de vacío manteniendo un nivel estable de presión. Estas aguas logran una velocidad de traslado de 5 m/s en la red mediante configuración denominada "dientes de sierra", el que garantiza niveles de vacío precisos al término de cada línea, evitando ser sellado el tubo en prevención de un contraflujo.

Estas aguas desembozan en un tanque de vacío y con un arreglo de bombas separan el volumen de mezcla aire-gas y también el volumen de aguas residuales que distribuyen al lugar de tratamiento.

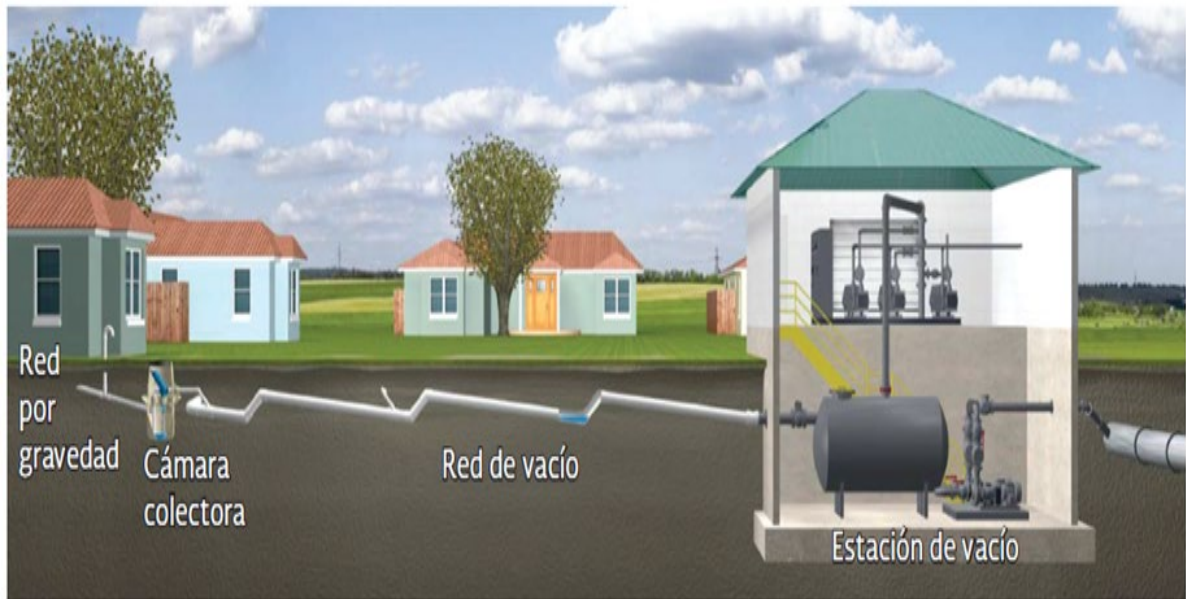


Figura 4.. Primer Diseño de una Red de Vacío

Fuente: Airvac

Es precisoun SAV en ciertos casos:

- Terrenos con nivel freático alto
- Áreas propensas a inundación
- Terrenos inestables o de relleno
- Diseño de sistemas en contra pendiente al terreno natural
- Sistemas ecológicos sensibles
- Infraestructuras como puertos, aeropuertos, estaciones de ferrocarriles
- Zonas con obstáculos que incidan en costos de inversión (cruce de ríos, etc.)

La experiencia demuestra que un sistema de este tipo es rentable en poblados con mas de 75 tomas domiciliarias, para lograr un costo razonable. Es importante esta cantidad mínima en pueblos pequeños con densidad alta de viviendas (EPA, 1991).

Un sistema por vacío tien cuatro elementos:

- a. Red de alcantarillado por gravedad
- b. Cámara colectora
- c. Red de alcantarillado por vacío
- d. Estación de vacío

LA RED DE ALCANTARILLADO POR GRAVEDAD

Descarga por domicilio para un SAV

Se hace para albañales convencionales funcionando a gravedad cuya pendientes es de 1 y 2 por ciento, que luego van a la atarjea tambien por gravedad, entregando el contenido a cámara colectora.

Cámara colectora

Hay aqui interacción de funcion por gravedad y presión de vacío en la red. La cámara superior tiene válvula por la que logra la evacuación del agua residual de la cámara inferior y el ingreso de aire al sistema. Estas se diseñan permitiendo un máximo de 4 conexiones con separación de 90 grados.

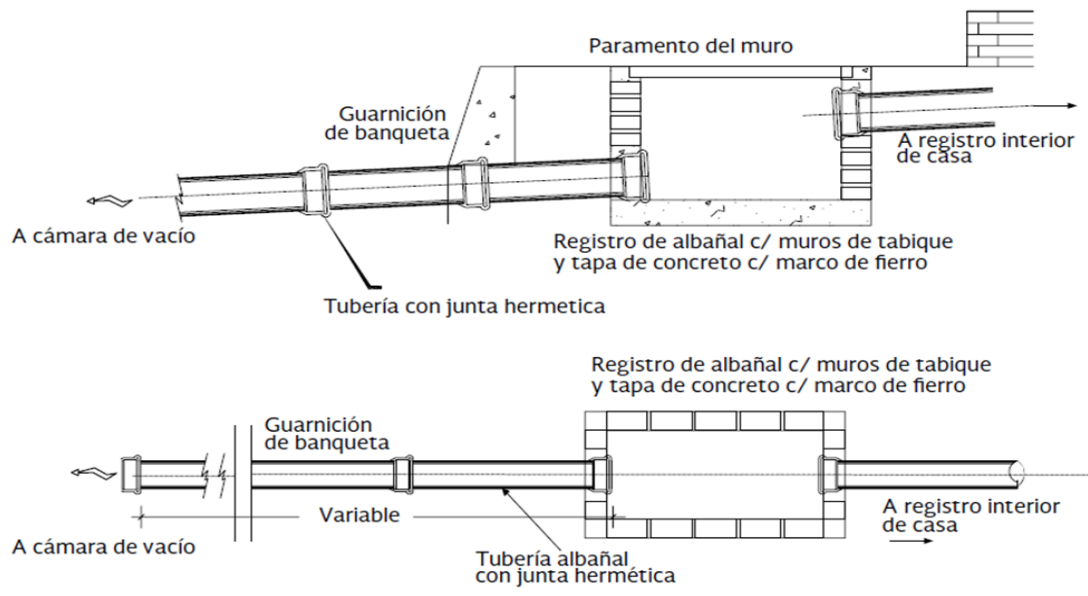


Figura 5. Planta de Descarga Domiciliaria Convencional

Fuente: Airvac

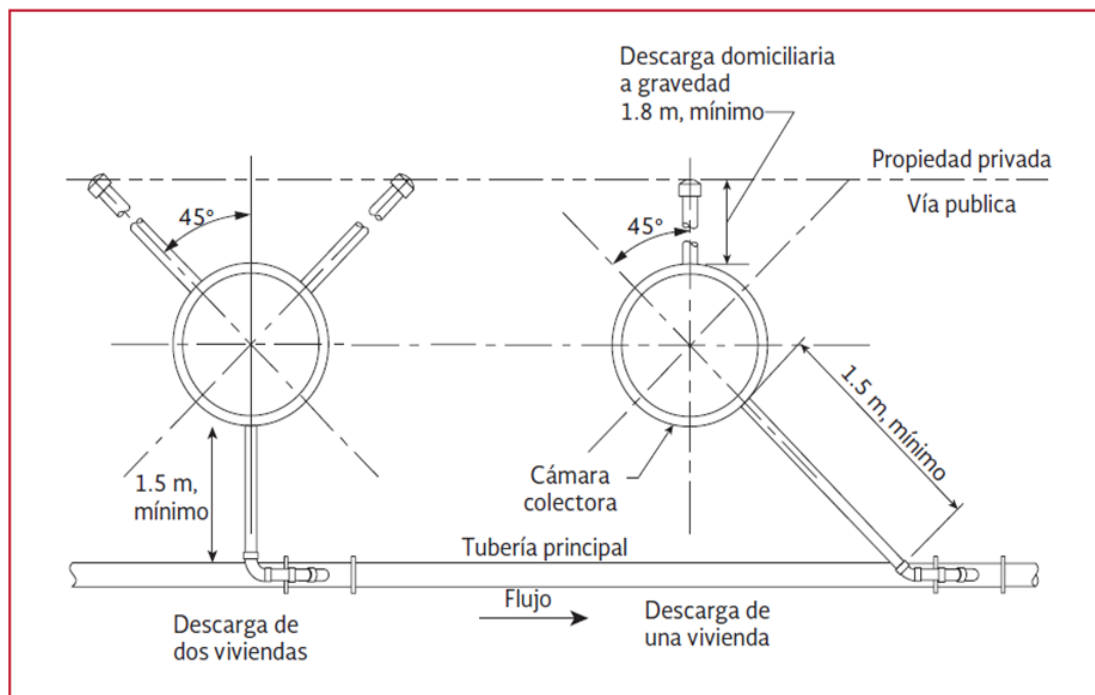


Figura 6. Detalle de Descarga Domiciliaria Convencional

Fuente: Airvac

Respiraderos

Con fines de un perfecto funcionar, el preciso una toma de aire o respiradero, aguas abajo de cada descarga domiciliar y previa a la cámara colectora.

El objeto de esto es proveer una cantidad suficiente de aire en la red de vacío actuando como fuerza impulsora detrás del agua residual la cual es evacuada a partir de cámara colectora.

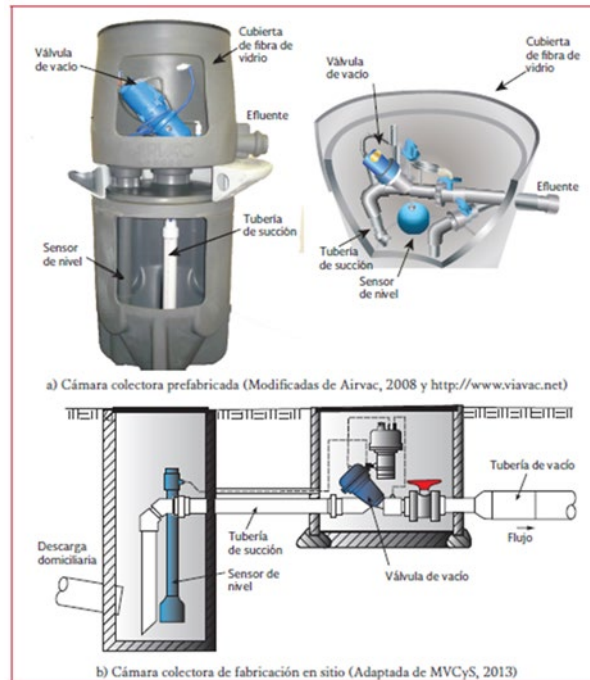


Figura 7. Detalle de Cámara Colectora

Fuente: Airvac

Cámara colectora para SAV

Es preciso no colocar un respiradero dentro de los domicilios, puesto que pueden ocasionar estancamiento en la parte posterior de la casa.

Como opción, poner un respiradero, directo en cámara colectora, así se evita colocar una en cada descarga residencial, a pesar de ello es posible no contar con un lugar adecuado, puesto que deben instalarse carcano a cámara colectora y el respiradero emerge del suelo a 90 centímetros, minimamente.

Almacenamiento adicional y recuperación del sistema

Evitando saturar la cámara colectora y así, que funcione de manera correcta es preciso poner el tanque almacenamiento temporal, adjunto a cámara colectora.

Una válvula de vacío puede evacuar un promedio de 1.8 L/s de agua residual, asumiendo una correcta carga de succión en red (-5 a -7.5 m). Se logra cuando los ciclos de operación son menos que 3 veces por minuto. Un ciclo completo de la válvula dura entre 6 a 8 segundos, siendo de dos etapas: la primera (2 - 3 segundos) desalojar agua de la cámara y la segunda (4 - 5 segundos) en la que entra aire al sistema. En el periodo, los niveles de vacío en la válvula reducen hasta la presión atmosférica; esta diferencia de carga permite trasladar el agua residual mediante la red de tuberías llegando a estación de vacío. Al término del ciclo, la válvula esta cerrada hasta el inicio del siguiente, esto se da cuando el volumen de agua en la cámara logra un nivel requerido para activarse. La recuperación de la presión de vacío se da en el tiempo que la válvula está cerrada. Generalmente es necesario período de recuperación de 10 a 15 segundos.

Al no lograr el tiempo de recuperación entre ciclos, se da una condición de niveles de vacío bajo, ocasionando un menor ingreso de agua y aire. Ocurre esta situación, en caso de una cámara con altas tasas de descarga domiciliaria y donde la activación de la válvula se presenta en períodos cortos de tiempo (más de 3 ciclos por minuto). El logro será un diferencial de presión sistemáticamente decreciente y con tal menores tasas de evacuación.

Es preciso considerar para el dimensionamiento de la cámara colectora la opción de poner más de una válvula de vacío.

Los fabricantes sugieren usar una o más válvulas, de acuerdo al flujo de descarga.

Válvula de vacío

Es precioso la ubicación de válvulas de vacío en la red.

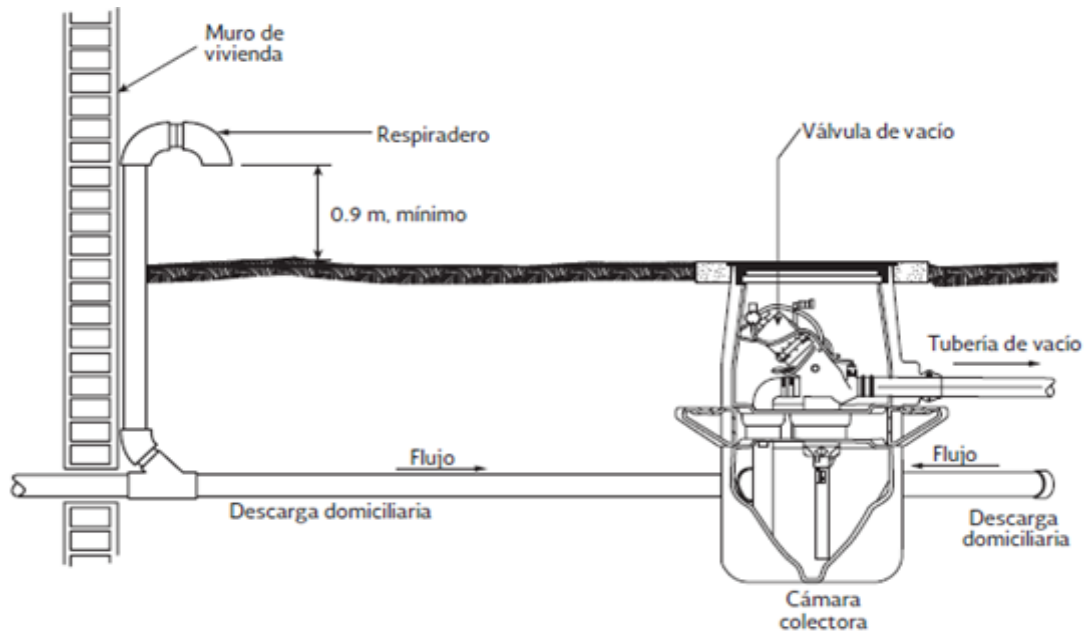


Figura 8. Respiradero de Salida

Fuente: Airvac

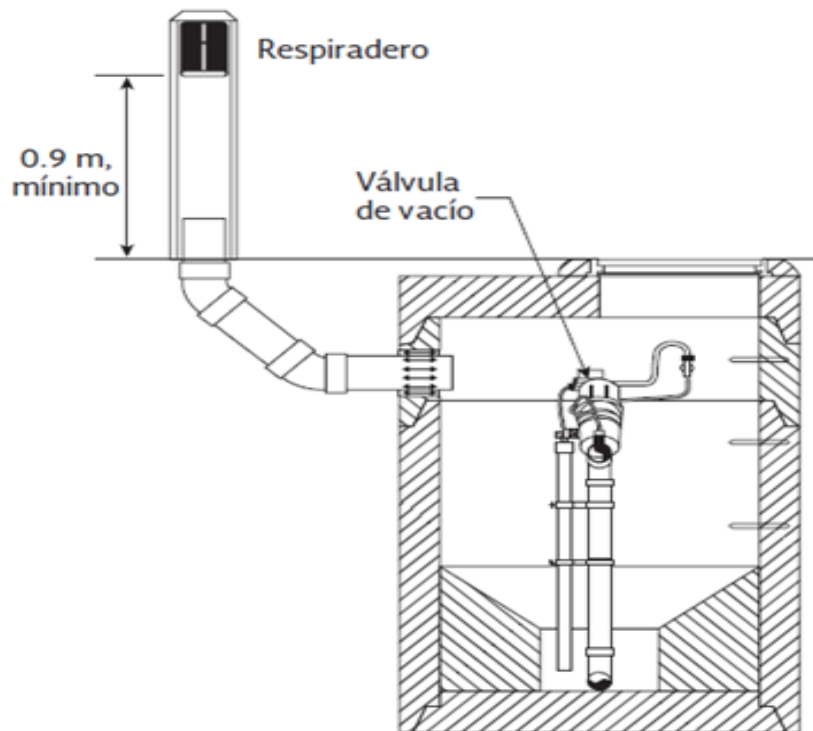


Figura 9. Respiradero Directo

Fuente: Airvac

El movimiento del líquido en red de alcantarillado por vacío se da por un diferencial de presión, generado si una válvula de vacío se abre y hace posible el ingreso de aire a presión atmosférica en el sistema de alcantarillado dado que funciona mediante presión negativa. Por ello en el diseño se evita largos tramos de tubería de vacío sin conexiones domésticas. La válvula de vacío funciona por acción de dos fuerzas: presión de vacío o negativa y presión atmosférica. En este caso se tiene que el agua residual ingresa a la cámara y el fluido comprime el aire en el tubo del sensor. Esta presión hace que el resorte en el controlador entre en tensión y accione una válvula de tres vías. Por ello se abre, haciendo posible que el sensor tome el vacío y lo aplique a la cámara de accionamiento para abrir la válvula. Este controlador hace posible la válvula totalmente abierta (3 a 10 segundos). Al término del tiempo, el aire atmosférico ingresa a la cámara de accionamiento logrando el cierre de la válvula con los resortes.

RED DE ALCANTARILLADO POR VACÍO

Tuberías

La red de alcantarillado conectado a cámaras colectoras al tanque de la estación de vacío, esta formado por tubería de PVC Cedula 40 o SDR 21. Con fines de minimizar la expansión y contracción por los esfuerzos inducidos, se hace uso de juntas flexibles certificadas de acuerdo con la norma ASTM D-3139 asegurando su uso en situación de vacío. Todas las partes deben alinearse a la norma ASTM D-1784 y ASTM D-2466.

Longitud de tubería

Se alinea a la diferencia de elevación, esta no debe ser mayor a 4 metros y pérdida de carga por conducción, no excediente de 1.5 metros.

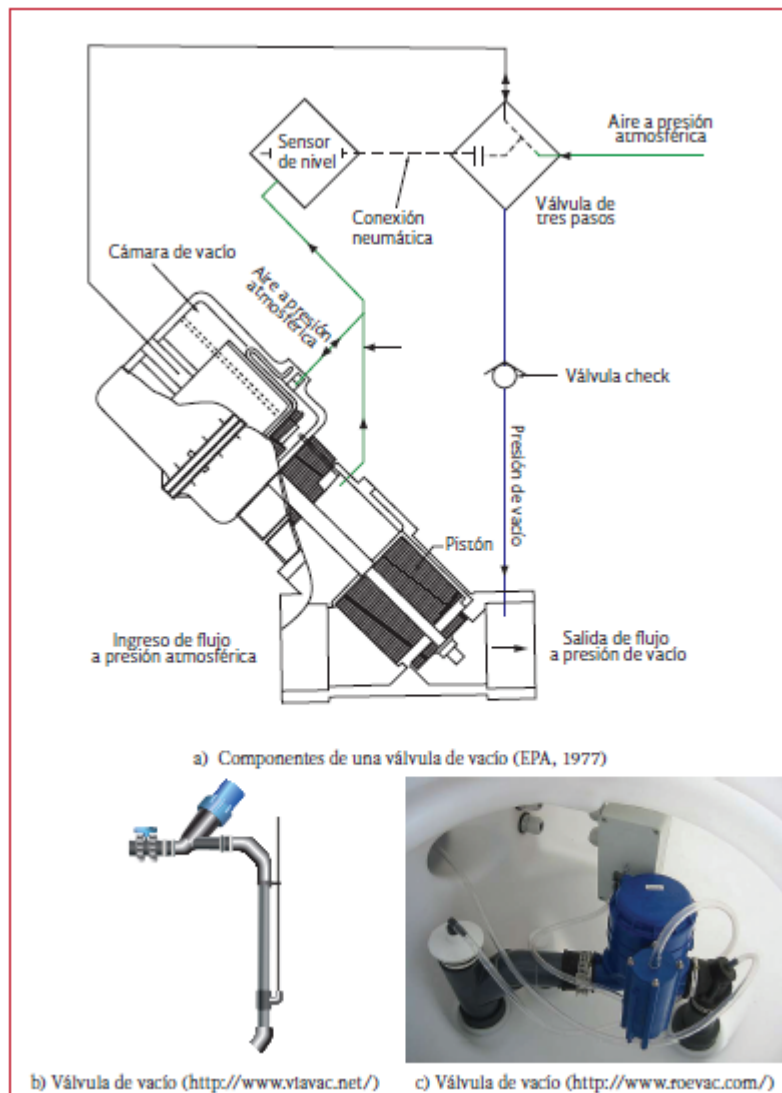


Figura 10. Válvula de Vacío

Fuente: Airvac

En territorios planos, donde no hay impedimentos o cambios de dirección, es factible lograr una longitud de 3000 metros, el cual es inusual por lo que la longitud máxima tolerable se da de acuerdo al análisis hidráulico. Airvac (2008).

Válvulas de seccionamiento

Es preciso ubicar una válvula de seccionamiento al salir la cámara colectora y en la conexión con la tubería principal. Si la longitud supera los 450 metros es preciso una válvula de seccionamiento adicional a mitad del tramo.

Es preciso que el tipo de válvula de seccionamiento tengan las características adecuadas para trabajar con agua residual y presión de vacío. Las características de esta son:

- Sello elástico
- Disco doble excéntrico montado en buje libre de mantenimiento
- Cojinete con protección anticorrosiva en el cuerpo
- Opción de cambio del anillo perfilado sin desmontar el disco
- Sellado automático con anillo perfilado puesto en cámara apoyado por presión
- A prueba de vacío hasta 133 Pa
- Hermético en ambas direcciones del flujo

Vacuómetro

Es preciso un Vacuómetro debajo de válvula de seccionamiento. Así se tiene identificado rápidamente los problemas en el sistema; minimiza costos de mantenimiento y tiempos de ejecución.

El medidor de presión debe alinearse a la norma NMX-CH-003-1993- SCFI y la NOM-013-SC-FI-2004, destacado:

- Las escalas graduada en Pa. o sus múltiplos
- El límite normal para media al vacío, se considera el que alcance de medición de vacuómetro.
- Es válido el uso de medidores serie A o B con precisión de 0.2 o 0.25 por ciento, respectivamente.

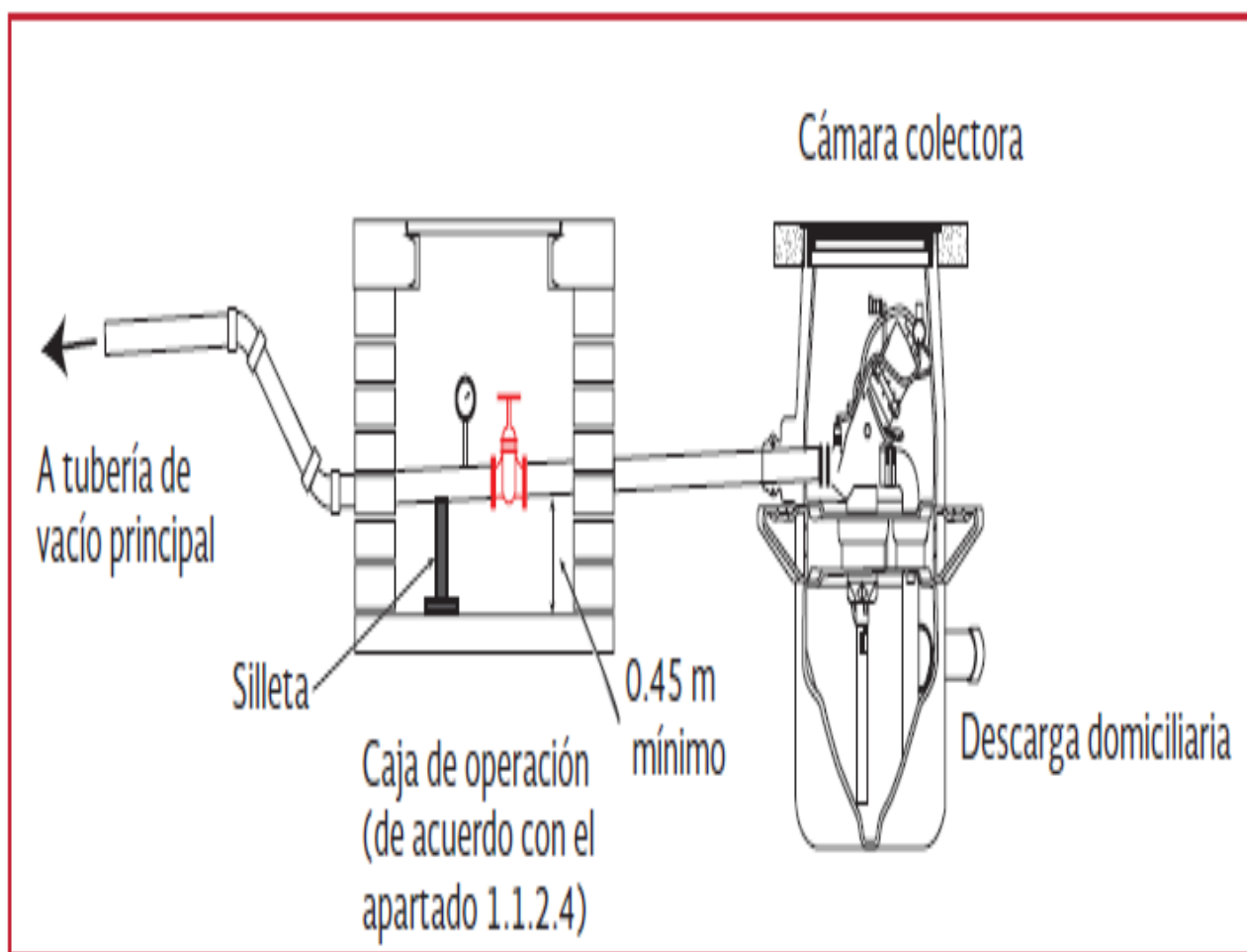


Figura 11. Ubicación de la Válvula de Vacío

Fuente: Airvac

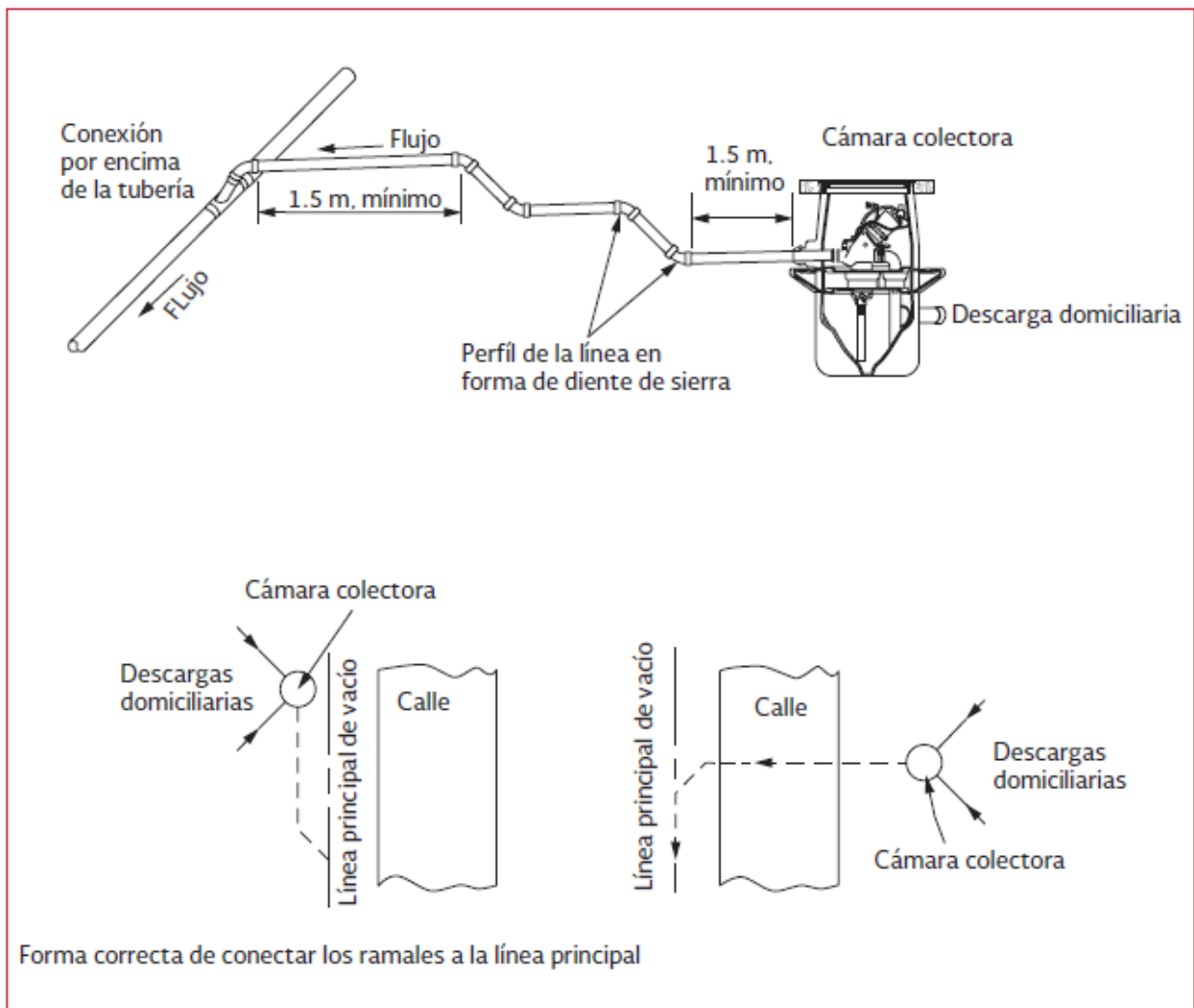


Figura 12. Conexión de Cámara Colectora a Red Principal

Fuente: Airvac

- El instrumento se instalará en forma de uso especificada según fabricante.

Cajas de operación y mantenimiento

Para la inspección de manómetros y operación de las válvulas es preciso instalarlas dentro de caja de operación.

Recomendaciones para el diseño de la red de alcantarillado

Hay cuatro aspectos a tomar en cuenta en el sistema por vacío:

- a. Ubicación: Precisar el lugar adecuado para la estación de vacío; en especial en un lugar que sea posible la conexión de varias redes independientemente. Así se diseñará redes cuyo diámetro de tubería es pequeño, menos longitud de ramales, tuberías principales y eso permitirá reducir las pérdidas de vacío.
- b. Flexibilidad operacional y de mantenimiento. Permitir operar y dar mantenimiento adecuadamente.
- c. Minimizar tamaños de tubería: Al zonificar, permitirá tener tuberías principales por zona. Así permitirá reducir diámetro.
- d. Reducir al mínimo la pérdida de vacío: Se precisa con 4 metros de carga. Esto hace que se aumente la longitud de la tubería, diversa elevación y s piezas especiales, útiles para el cruce con obras inducidas, otra dirección, válvulas y uniones.

ESTACIÓN DE VACÍO

Tiene un tanque, bombas de impulsión para drenado, bombas de vacío para crear la presión negativa y un panel de control en el sistema.

Se usa como unidad de transporte y regulación de residuos: Las bombas de vacío crean una presión negativa en el tanque y la red de tuberías, se activan inmediatamente al llegar el nivel de vacío a un nivel definido; las aguas residuales se depositan en el tanque colector que tienen bombas de impulsión, enviando el volumen a la planta de tratamiento.

Esta tiene de dos y cuatro bombas de vacío, dos de impulsión, un tanque de recolección y un panel de control.

Tanque de recolección

El tanque de recolección es de acero y está dimensionado de acuerdo con el gasto máximo

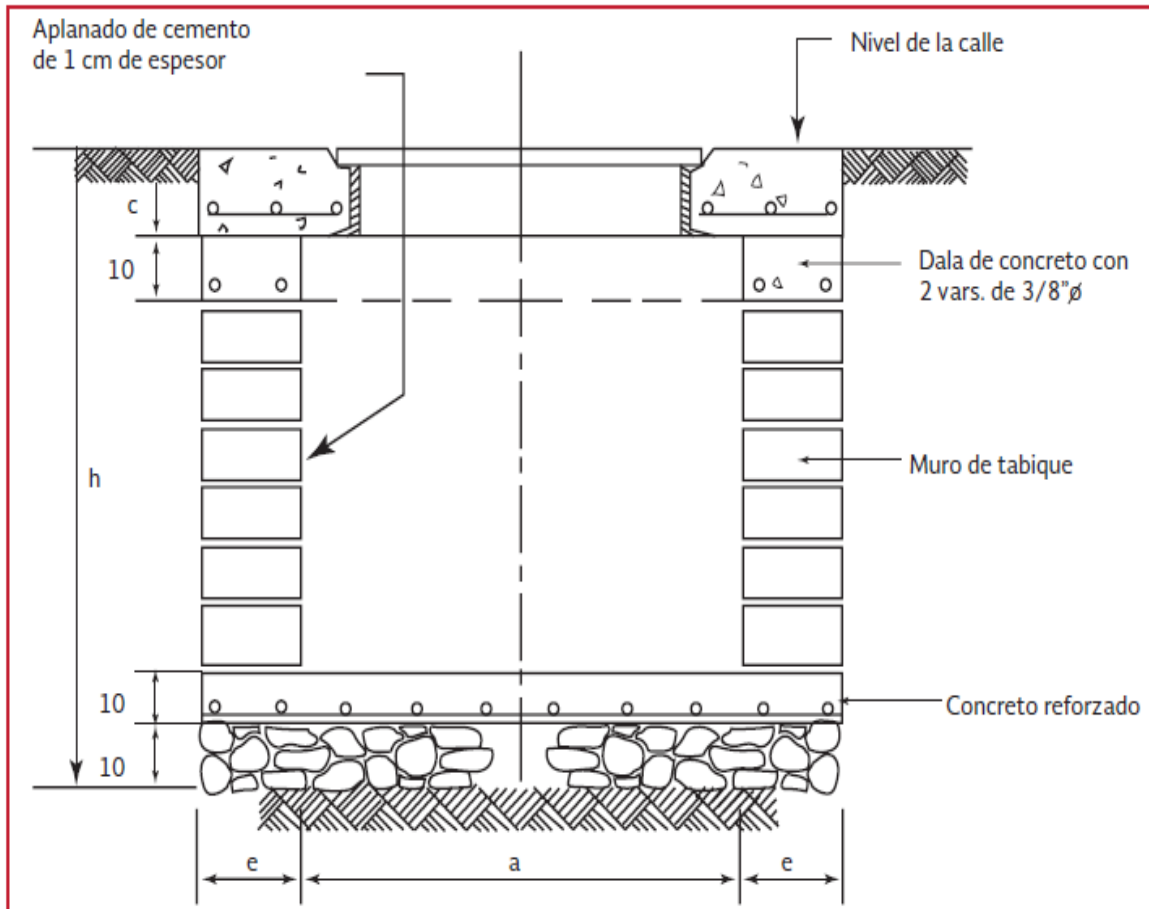


Figura 13. Caja de Operación de Válvulas

Fuente: Airvac

Bombas de vacío

Usada para mantener la presión en el sistema entre -5.5 y -7.5 metros de presión inferior a la requerida provocando la separación de columna del agua, los tiempos de operación están oscilan entre las 4 y 6 horas por día. Las válvulas de vacío al entrar en operación, hacen posible el paso de agua y aire al sistema, al recorrer por tuberías hasta la estación de vacío hay disminución gradual de la presión hasta -5.5 metros; al ocurrir, las bombas de vacío se activan para lograr una presión igual a -7.5 metros.

Es recomendable usar bombas de vacío de anillo líquido y paletas rotativas, siendo las últimas eficientes en el rango operativo de 5 a 7 metros de carga y con menos ruido.

Pese a que las bombas funcionan en ciclos cortos, es preciso una bomba que asegure presión de vacío estable, funcionando de manera continua, esto se logra con buena recirculación del aceite lubricante.

La bomba es importante impulsarla con motor estándar, altamente eficiente, que cumpla con las características habidas en libro de cálculo, estudio y diseño de instalaciones mecánicas del MAPAS.

Bombas de impulsión

LLevan el agua del tanque de recolección a su disposición final, según se requiera a una planta o red de alcantarillado.

Se usan bombas centrífugas horizontales y dado que la succión se localiza en depósito al vacío, los cálculos del NPSH son críticos, por ello el diseño es preciso se alinee a las especificaciones del texto de cálculo, estudio y diseño de instalaciones mecánicas de MAPAS.

Panel de control

Los controles debe alojarse en una caja tipo NEMA 12, estos pueden ser manuales o automáticos. El panel incluye arrancadores, sistemas para control y potencia (consultar el libro Cálculo, estudio y diseño de instalaciones eléctricas del MAPAS).

Válvulas de no retorno

Es preciso que no haya reflujos de las aguas residuales poniendo válvulas de no retorno colocadas en tubería de descarga del tanque, en la salida o al final de la tubería final.

Sensores de nivel y controladores de la válvula de vacío

Dentro del tanque colector de la estación de vacío, existe seis sensores:

Nivel de fondo del tanque

Nivel de paro de bombas de descarga

Nivel de encendido de bombas de descarga (impulsión)

Nivel de encendido de bomba de descarga (impulsión) emergente o de reserva

Nivel de activación de alarma

Nivel de paro general de emergencia del sistema

Dispositivos de emergencia

Se tiene:

- Depósitos de reserva en las estaciones de vacío. Sirve como deposito de urgencia
- Bomba de impulsión de emergencia. Es activada si el nivel de agua residual en el tanque supera el nivel norma de operatividad
- Generadores de energía. Actúan si hay falla en suministro de energía en la estación de vacío

Es preciso los niveles de alarma:

- Alarma debida a una bajo nivel de vacío. Si esta en niveles mínimos permitidos
- Alarma debida a un alto nivel de aguas residuales. Indica qe está debajo del nivel de referencia.
- Alarma de emergencia. Indica falla en planta, el tiempo del se ha excedido o falló el suministro de energía.

CALIBRACIÓN DEL SISTEMA PARA SU PUESTA EN MARCHA

Deben cumplir con especificaciones del fabricante y hacer las pruebas correspondientes, según normatividad vigente y según indique el fabricante.

Al entrar en servicio es preciso las pruebas para comprobar (MVC yS, 2013)

- a) Que el ruido cumpla con estándares permitidos (NOM-011-STPS-2001)
- b) La presión de vacío mínimo en extremos es (- 5 metros)
- c) La proporción aire/aguas residuales proporciona el fabricante.
- d) El tiempo de recuperación de vacío on debe exceder de 30 minutos.
- e) La capacidad del sistema de volver a entrar en servicio debe se un mínimo de 12 veces en marcha por hora.
- f) El funcionamiento de la estación de vacío y las alarmas
- g) El tiempo que se tarda en reemplazar las válvulas de interconexión y las bombas de impulsión

De forma particular, se deben realizar como mínimo las siguientes pruebas a los distintos dispositivos.

Estación de vacío

- Pruebas a las bombas de vacío y de impulsión
- Revisión del sistema eléctrico eléctrica
- Pruebas de los sensores de nivel en el tanque
- Pruebas de presión de vacío
- Pruebas del sistema en modo automático

Red de tuberías

- Verificar que la construcción se hizo según el proyecto
- Prueba de vacío durante 4 horas

- Prueba de velocidad de arrastre de sólidos en tubería
- Limpieza y verificación de cámaras colectoras
- Pruebas en modo automático

Pruebas en válvulas de vacío

ASPECTOS GENERALES DEL SAV

Se considera:

- El sistema es preciso sea hermético evitando fugas de agua y aire
- Prever el mantenimiento permanente y de por vida
- Las válvulas de vacío, válvulas de no retorno y tuberías trabajan sin taponamientos
- No deben producir malos olores, napas freáticas, ruido superior al NOM-011-STPS-2001, contaminación del suelo, ni otra actividad que dañe el equilibrio ecológico, de acuerdo con la NOM-001-SEMARNAT-1996.

SISTEMAS DE ALCANTARILLADO POR PRESIÓN (SAP)

Hace uso de fuerza generadas por bombas que trasladan aguas residuales desde cárcamos localizados en cada vivienda al lugar de tratamiento con una red de tuberías a presión.

Estos sistemas conforman tubos de pequeño diámetro ya que por su funcionamiento por presión se ajustan a la topografía territorial, lo que minimiza volúmenes en excavación.

La diferencia de un o por gravedad y otro por presión, es que el último descomponen grandes cantidades de sólidos en el cárcamo de bombeo previo al transporte por la red de alcantarillado. Conforman un diseño hermético y no consideran pozos de visita, evitando infiltraciones de aguas pluviales, entre otras.

Es recomendable para:

- Terrenos con nivel freático alto
- Áreas inundables
- Terrenos con material de relleno
- Terrenos con pendiente negativa
- Sistemas ecológicos sensibles
- Zonas con obstáculos

Las desventajas de este tipo de sistemas son:

- Consumo de energía de por vida
- Mayores requisitos en mantenimiento
- Aumento de costos por personal especialista
- Los costos por mantenimiento de las motobombas y los cárcamos asume el usuario

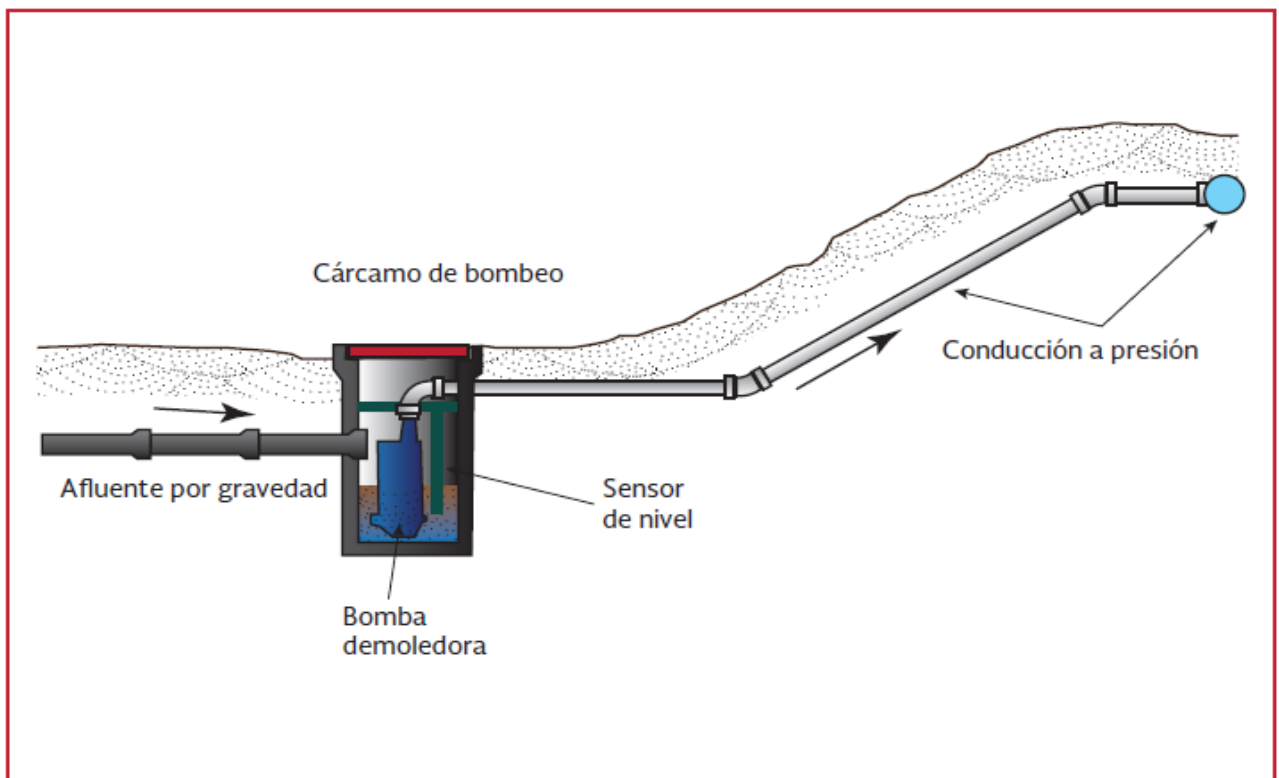


Figura 14. Diseño Clásico del Sistema de Alcantarillado al Vacío

Fuente: Airvac

Duque, n., Duque, d and Saldarriaga (2016). Mencionaron:

El problema en red consiste en determinar tanto el diseño como el diseño hidráulico del sistema. Este documento tiene como objetivo encontrar un diseño hidráulico óptimo para un diseño específico que consiste en una serie de tuberías. Un diseño hidráulico óptimo de una serie de tuberías es el que satisface todas las restricciones hidráulicas, comerciales y de construcción, al tiempo que minimiza los costos de construcción. El presente documento propone un marco de modelado gráfico en el que el resultado de un problema de trayectoria más corta coincide con el diseño hidráulico, y el gráfico subyacente modela el diámetro y la pendiente de cada tubería de la serie. Para evaluar el rendimiento de la metodología, se presentan varios ejemplos numéricos que varían el material de la tubería, la topografía y el número de tuberías en la serie.

Thomason (2019), mencionó que:

Las estructuras de alcantarillado existentes pueden repararse, modificarse o ampliarse sustancialmente como parte del proyecto. Ejemplos comunes de las estructuras rehabilitadas incluyen, entre otras: Una alcantarilla que se extenderá para acomodar el ensanche de carreteras, también una alcantarilla que necesita reparación debido a la fuerte corrosión

Hydraulics Manual (2019). Respecto al informe hidráulico preciso que el uso principal de un informe hidráulico es facilitar el diseño. Revisar y ayudar en la preparación. El informe hidráulico debe estar bien escrito, mostrar condiciones antes y después de la construcción.

Code of Practice (2017), consideraron que El diseño detallado, construcción y la provisión de tales tuberías e infraestructura relacionada recaerá enteramente en el Cliente, su (s) diseñador (es), contratista (s) u otra parte relacionada.

Mäkinen (2015), mencionó lo ocurrido con el alcantarillado al vacío:

El sistema de alcantarillado al vacío en Ondangwa ha enfrentado muchas fallas desde el comienzo de la fase de diseño en 2006 hasta noviembre de 2014. Las fallas se han relacionado con el bombas de vacío, alcantarillas de vacío y cámaras de recolección. También hubo problemas en el diseño y construcción. La mayoría de las fallas han sido causadas por factores externos (vandalismo, mal uso del sistema y mal mantenimiento). El sistema también es difícil de mantener en las condiciones locales y defectos materiales del el sistema de alcantarillado al vacío también ha causado fallas: los

controladores de válvula se descomponen fácilmente cuando están en contacto con la humedad. Los impactos de las fallas han expuesto a los usuarios y operadores del sistema a en aspectos asociados a salud y medio ambiente a la contaminación debido al alcantarillado en las calles. Las fallas y las causas de las fallas en el otro vacío Los sistemas de alcantarillado en Namibia han sido muy similares al sistema en Ondangwa.

Ivar, Brendo, Jan and Spiller (2017), mencionaron:

Los sistemas de saneamiento están diseñados para ser robustos, es decir, están dimensionados para hacer frente a la población. Crecimientos y otra variabilidad que ocurre a lo largo de su vida. Recientemente se demostró que construir sistemas de saneamiento en fases es más rentable que un diseño robusto. Esta se puede realizar fases mediante la construcción de pequeñas unidades descentralizadas autónomas que operan más cerca de la demanda real.

Hubbard, Barsant, Shaw and Zheng (2019), precisaron:

Estaciones de bombeo en sistemas de recolección de alcantarillado sanitario, también llamadas estaciones de bombeo, están diseñadas para mover las aguas residuales sin tratar elevaciones de menor a mayor cuando el uso de la gravedad el transporte resultará en excavaciones excesivamente profundas y mayores costos de construcción y operación. Flujo de aguas residuales a través de tuberías subterráneas de gravedad se recoge en una cámara subterránea llamada un pozo húmedo. El pozo húmedo es equipado para controlar las aguas residuales presentes para cuando el nivel de alcantarillado se eleva a un punto predeterminado y la bomba se pone en marcha y transporta las aguas residuales a través de un sistema de tuberías presurizadas llamado fuerza principal. La fuerza lleva las aguas residuales aguas abajo y típicamente descarga en un pozo de gravedad cercano, otro conocido como interceptor, o directamente a una instalación de recuperación de recursos de aguas residuales para tratamiento.

En relación a la situación problemática, se tiene como problema general:

¿Cómo será el aporte al diseño hidráulico entre un sistema de alcantarillado al vacío frente a un sistema de alcantarillado al bombeo en los habitantes del AA. HH Campoy, Lima 2019?

Los problemas específicos son:

PE1: ¿Cuál será la diferencia en la pérdida de carga entre un sistema de alcantarillado al vacío frente a un sistema de alcantarillado por bombeo en los habitantes del AA. HH Campoy, Lima 2019?

PE2: ¿Cuál será la velocidad de descarga de un sistema de alcantarillado al vacío frente a un sistema de alcantarillado por bombeo en los habitantes del AA. HH Campoy Lima 2019?

Se precisa de la justificación del estudio en tanto que:

La mayoría de viviendas en el AA.HH Campoy en la actualidad no cuentan con un sistema de alcantarillado de aguas residuales porque donde ellos residen es un lugar con cota de terreno muy por debajo de las redes colectoras de alcantarillado es por eso que nuestra propuesta en el siguiente proyecto es analizar y diseñar una estación de vacío, para que de esta manera se pueda impulsar las aguas residuales hacia la respectiva planta de tratamiento, generando a la comunidad el beneficio de contar con los servicios básicos que exige la constitución de la república y que dichas viviendas puedan evacuar sus aguas residuales al respectivo alcantarillado sanitario, para satisfacer las necesidades de la misma con el fin de beneficiar a los habitantes de este sector y que sirva de guía para esta clase de obras en estudios similares y profesionales de la ingeniería Civil.

Respecto a la hipótesis, se tiene como hipótesis general:

Existe una diferencia considerable en el diseño hidráulico de un sistema de alcantarillado al vacío frente a un sistema de alcantarillado por bombeo en los habitantes del AA. HH Campoy Lima 2019

Las hipótesis específicas son:

HE1: Existe una diferencia considerable en la pérdida de carga de un sistema de alcantarillado al vacío, frente a un sistema de alcantarillado por bombeo en los habitantes del AA. HH Campoy Lima 2019

HE2: Existe una diferencia considerable en la velocidad de descarga de un sistema de alcantarillado al vacío, frente a un sistema de alcantarillado por bombeo en los habitantes del AA. HH Campoy Lima 2019

En relación a los objetivos, tenemos como objetivo general:

Determinar las diferencias en el diseño hidráulico entre un sistema de alcantarillado al vacío, frente a un sistema de alcantarillado al bombeo en los habitantes del AA. HH Campoy. Lima – 2019.

Los objetivos específicos son:

OE1: Determinar las diferencias en la pérdida de carga de un sistema de alcantarillado al vacío frente a un sistema de alcantarillado por bombeo en los habitantes del AA. HH Campoy. Lima - 2019

OE2: Determinar la velocidad de descarga de un sistema de alcantarillado al vacío frente a un sistema de alcantarillado por bombeo en los habitantes del AA. HH Campoy. Lima - 2019

III. METODOLOGÍA

Tipo y diseño de investigación

Arbaiza (2014), indica que “El diseño es vital para procesos de investigación, lograr información precisa y al mismo tiempo lograr evidencia; consiste en definir estrategias que oriente a lograr encontrar datos para la investigación”. (p. 123)

Tipo de investigación

Es aplicada. Al respecto Tamayo y Tamayo (2003) consideraron “este tipo de estudio se fija en hechos y detalles correctamente interpretados” (p. 54).

Se pretenden resolver de manera utilitarista y pragmática una situación en la búsqueda de un logro para el entorno del estudio (Gutiérrez, 2010, p. 25-26).

En este sentido se observó y describió el comportamiento hidráulico del sistema de alcantarillado al vacío y alcantarillado al bombeo para tomar información de los dos sistemas de alcantarillado para observar y describirlo en un formato de textos.

Nivel de investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), “investigaciones descriptivas detallan aspectos cómo se manifiestan especificando su propiedad relevante” (p.60).

El presente proyecto es descriptivo ya que se detalla los procesos constructivos que tiene el alcantarillado al vacío en relación a un terreno rocoso.

Diseño de Investigación

“Hernández et al. (2014, p.149) consideran: “Es no experimental, transversal porque no se manipulan las variables puesto el suceso ya fue realizado” (p.149).

Pues, se trata de estudios donde no hay manipulación de forma intencional en las variables para ver su efecto sobre otras variables.

Hernández, Fernández y Baptista (2014), considera que se obtienen datos usando instrumentos para medir, que son estudiados y finalmente se dan a conocer las soluciones (p.17).

Variables, operacionalización

Múltiples Variable:

V1: Alcantarillado al Vacío

V2: Alcantarillado al Bombeo

V3: Análisis del Diseño Hidráulico

Población y muestra

Población

Valderrama (2015), considera que “Conforman seres o cosas similares y observables” (p. 182).

También “Conforman un grupo de elementos estudiados de los cuales se podrá sacar conclusiones” (Levin & Rubin, 2004, p. 10).

Según Quezada (2010), “lo forman individuos que al ser grandes se puede simplificar con la muestra” (p.95).

La población lo conforman los sistemas de alcantarillado que estudiamos

Muestra

Valderrama (2015), considera “Conforman la población el cual es representativo” (p. 183).

Según Behar (2008), “la muestra se obtiene de la población, siendo relevante ya que mediante ella se podrá hacer el estudio” (p.52).

Al respecto lo conforman los sistemas no convencionales de alcantarillado al vacío y el de bombeo.

Muestreo

Namakfoosch (2015) indica que el muestreo probabilístico se considera con toda la población siendo posible su selección.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas

“Según método e investigación a realizar, utilizan diversas técnicas” (Bernal, 2010, p. 192).

En este caso se hace uso del análisis documental en la que vamos anotar todos los datos recopilados del laboratorio y la observación de campo del sistema ejecutado en una zona rocosa.

Instrumentos

“Es aquel en el que se evidencian los datos requeridos por las variables de acuerdo a lo necesitado por el investigador los considera” (Hernández, Fernández y Baptista 2014, p. 199).

Palella y Martins (2012), “la observación estructurada se efectúa con elementos técnicos y no estructurada implica hacer sin dichos elementos”.

En el estudio se utilizará la normativa vigente del proceso constructivo de un alcantarillado al vacío, en el que se realizará el análisis del comportamiento hidráulico.

El instrumento será la observación, que sirve para estudiar la muestra en sus propias actividades de grupo.

Validez

Gallardo y Moreno definen a la validez de la siguiente manera. [...] está determinada por el nivel significativo con lo que se mide la variable en estudio, en otras palabras, es el nivel en que el investigador puede medir lo que con el instrumento de medición debe medir. [...]es realizar tentativas sobre el fenómeno en estudio, siendo el segundo la capacidad que tiene la prueba para describirlo. (1987, p. 51).

En este caso se respalda con los ensayos realizados en el laboratorio reconocido y acreditado, tal que se podrá interpretar los resultados sin contratiempos.

Confiabilidad del Instrumento

Gallardo y Moreno manifiestan lo siguiente: "está determinada por el nivel de similitud en los resultados que puede tener una prueba aplicada a un mismo individuo en reiteradas oportunidades. Cuanta más similitud se obtengo en los resultados de las reiteradas pruebas, mayor será el grado de confiabilidad.". (1987, p. 47)

Según Yuni y Urbano (2014), define que:

La confiabilidad tiene que ver con las medidas provenientes del contexto
Resalta su exactitud y su estabilidad. La data proviene del estudio hecho (p.33).

En la investigación se hará uso de los métodos, modelos y fórmulas matemáticas debido a que tenemos que analizar, calcular y representar una serie de datos que nos servirá para validar el comportamiento hidráulico. En el análisis probabilístico utilizaremos un software para simular el sistema en estudio.

Métodos de análisis de datos

“La estadística utilizada constituyen tablas, gráficos y análisis mediante Cálculos operativos” (Córdoba, 2003, p.1).

Se realizará el análisis con el enfoque en la hipótesis pues se pretende obtener los resultados analíticamente.

La recolección de datos en el laboratorio de hidráulica se llevó acabo en una libreta anotando los datos de los instrumentos que estamos utilizando y después hacemos un cálculo matemático con fórmulas ya determinadas avaladas y supervisadas por un ingeniero Sanitario especialista en Hidráulica.

Teniendo los resultados obtenidos en el laboratorio y los cálculos matemáticos de las pruebas realizadas a los sistemas de Alcantarillado al Bombeo y al Vacío se detalla en una hoja de cálculo que lo firma el Ingeniero Sanitario validando los resultados.

Aspectos Éticos

Angulo, Yolanda (2008), argumentan “La ética es la consideración y simbolización ideológica sobre la moral” (p.18).

El éxito depende de uno mismo, para esto es necesario trabajo arduo, responsabilidad y, motivación incluso si en el camino a lograrlo se presentan problemas; y así tener una vida ética, hacer lo que es correcto, tanto en cosas pequeñas como en la realización de un proyecto de investigación, y tener la certeza que en el camino a lograrlo te mantuviste firme en tus ideales, y sobre todo no perdiste los valores académicos que deben estar presentes en todo momento.

IV. RESULTADOS

El presente proyecto de investigación denominado “Análisis Comparativo del Diseño Hidráulico entre un Sistema de Alcantarillado al Vacío y un Sistema de Bombeo Lima 2019” busca determinar cómo afecta la falta de un sistema de alcantarillado en el AA. HH Campoy. Posteriormente con ensayos en Laboratorio tendremos los logros respecto a los caudales y pérdidas de cargas.

Cálculo Hidráulico del Alcantarillado al Vacío

Principios Generales

Son diseñados en (2) fases: Aire - Líquido. El aire y el líquido se permiten en diversas proporciones, las que pueden ser reguladas asegurando el ciclo de apertura en válvula. Los que tienen pérdidas grandes de vacío admiten más proporcionar el aire – líquido.

Hidráulicas

Los sistemas de vacío se dimensionan por flujo máximo, en galones por minuto (GPM), o litros por segundo (LPS). Los flujos máximos se dan aplicando tasa promedio en flujo diario.

Flujos de diseño ocurren una vez o dos veces por día, y se hace uso de acuerdo al tamaño de la red de alcantarillado de vacío.

Tabla 1. Caudal medio diario

Población Futura (Pf) :	200 hab
Clima:	calido
Dotación :	220 l/hab/d

k1=	1,3
k2=	2,5

Qm=	0,51 l/s
Qmd=	0,66 l/s
Qmh=	1,27 l/s

→
→
→

Qm=	0,0005 m3/s
Qmd=	0,0007 m3/s
Qmh=	0,0013 m3/s

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Caudales máximos según diámetros de tuberías

Diámetro Tubería (Pulgadas)	Caudal Máximo (GPM)	Caudal Máximo (GPM) – AIRVAC
3		4 Lotes o <u>Equiv.</u>
4	55	38
6	150	106
8	305	210
10	545	375

✓ La máxima pérdida de fricción no debe exceder los 5 pies

Fuente: Airvac

Flujo máximo del Sistema (Q_{max})

Se utilizará como base de diseño.

$$Q_{av}/1440 \times PF = Q_{max}$$

Dónde:

Tabla 3. Cuadro de datos de Dotación

Dotación =	150	l/hab/día	
Índice habitabilidad	5	Hab/Lote	
Q _m x Lote =	0.01	Lps	Caudal medio por lote
Q _m x Lote =	0.14	GPM	Caudal medio por lote
F.P. =	4.03		
Q _{max} Lote =	0.03	Lps	
Q _{max} Lote =	0.55	GPM	
Nº Lotes =	78.00		
Q _{max} sistema =	43.25	GPM	

Fuente: Elaboración propia

Pérdidas por Fricción

En tuberías de vacío con rango de 0.2% - 2% son acumulativas llegando a la estación colectora. Mayores pendientes ignoran las pérdidas.

Calculamos con:

$$H_f = 0,2083 \left(\frac{100}{C} \right)^{1.85} \frac{Q^{1.85}}{D^{4.8655}}$$

H_f = pérdida de carga, pies/100 pies

Q = caudal, galones (americanos)/min

D = diámetro de la tubería, pulgadas

Dónde:

H_f : pérdida de carga, pies/100 pies

Q : Caudal, galones (americanos)/min

D : diámetro de la tubería, pulgadas

C : 150 para tubería PVC

Esta fórmula, en la Guía aprobada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento está afectada por el factor 2.75.

Pérdidas Estáticas

Las pérdidas estáticas se dan por pérdidas por fricción, de válvula de línea a estación colectora.

Se recomienda:

- ✓ Mantener los límites:
 - 12" para líneas de diámetro 3" y 4"
 - 18" para líneas de diámetro 6", 8" y 10"
- ✓ No debe usarse un cambio de nivel mayor de 3 pies (0.91 m), salvo sustento técnico.
- ✓ Estas se calculan restando el diámetro interior de la tubería a la altura del cambio.
- ✓ El diámetro mínimo es de 4" y su longitud no mayor de 600 metros.

- ✓ En terrenos planos con pendiente mínima del 0.2% para la tubería, puede admitirse profundidad mínima de excavación con cambio de nivel de 30 cm cada 150 metros.

Pendientes

- ✓ Se considera las restricciones:
 - a) Para 3" y 4", el mayor valor que resulte de:
 - 0.2%
 - La pendiente natural del terreno.
 - 80% del diámetro interior de la tubería.
 - b) Para 6", 8" y 10", el mayor valor que resulte de:
 - 0.2%
 - La pendiente natural del terreno.
 - 40% del diámetro interior de la tubería.
- ✓ Para cambios de nivel para trasladar aguas negras existiendo contrapendiente, requiere distancia mínima de 6 metros al cambio de nivel.
- ✓ La distancia mínima recomendada en cambios de nivel en línea de servicio de 3" es de 1.50 metros.
- ✓ Para múltiples cambios, es recomendable una altura de 30 cm para tuberías de diámetro 3" y 4" y de 45 cm para tuberías de 6" y mayores.

Caída entre Saltos o Ascensos

Utilice el mayor de dos valores

- ✓ $0,2 \% \times \text{Altura}$
- ✓ 0 20 pies para caída laterales de servicio de 3", si los ascensos están separados alrededor de 100 pies.
- ✓ 0.25 Ft. de caída mínima para todos los tramos de la red de vacío y 4" y más grandes si los ascensos están separados alrededor de 125 pies.

Saltos/ascenso

Tenemos el tamaño del salto según el diámetro de la tubería:

Tabla 4. Recomendación para la altura de saltos

Diámetro Tubería (Pulgadas)	Altura de Saltos (Pies)
3	1
4	1
6	1.5
8	1.5
10	2.3

Fuente: Elaboración propia

Pérdida estática = Altura de salto - Diámetro del tubo

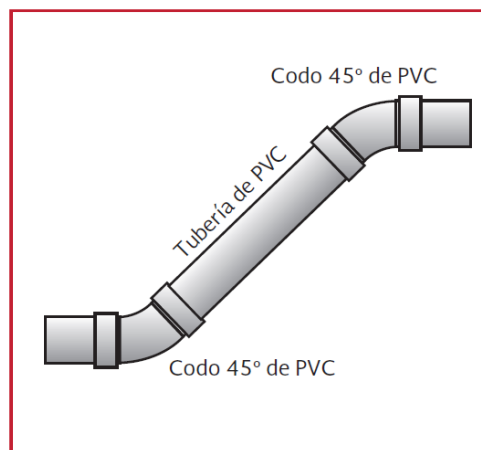


Figura 15. Pérdida estática

- ✓ La máxima pérdida de vacío = (13 pies de Pérdida estática + 5 pies de pérdida de fricción)
- ✓ Serie máximo de saltos = 5 a 20 pies.
- ✓ El primer salto de un tramo a una conexión principal es de 20 pies mínimo.

Conexión

- ✓ Usar conectores estrella para conectores de derivación y laterales
- ✓ Use solamente, codo largo de 90° de 3" en conectores servicio
- ✓ Utilice codo de 45° para 4" y mayores conectores y cualquier cambio de dirección
- ✓ Recomendamos

4x3 = 0,73 Ft. 6x3 = 0,80 Ft. 8x3 = 0,99Ft. 10x3= 1,08 Ft.

4x4 = 0,71 Ft. 6x4 = 0,78 Ft. 8x4 = 1,05 Ft. 10x4= 1,18 Ft

Límites de Pérdidas Estáticas y por Fricción en un Sistema por Vacío.

El rango es de 16 a 20 pulgadas de mercurio. Apropiado en términos de costo y eficiencia.

$$-16'' \text{ Hg} < \mathbf{Rop} < -20'' \text{ Hg}$$

La presión negativa de 16 pulgadas de mercurio equivale a 18 pies de columna de agua.

$$-16'' \text{ Hg} = 18' \text{ H}_2\text{O}$$

Es recomendable para funcionamiento de la válvula:

- 13 pies (3.96 m) de pérdidas por cambios de nivel.
- 5 pies (1.52 m) de pérdidas por fricción.

Consideraciones en la Longitud de las Líneas Colectoras

Se establecen los siguientes límites:

Hasta 300 pies de tubería de 3" en líneas de servicio.

Hasta 2,000 pies de tubería de 4" en líneas principales.

Tabla 5. Plantilla de instalación de la Estación de vacío

Plantilla de Instalación
Estación a la Camara

Observaciones	Material	Dn mm	Pn bar	L.Parcial	L. Acumulada
Estación de Vacío	PVC	25	10	0.700	0.7
	PVC	25	10	5.000	5.7
	PVC	25	10	0.170	5.87
	PVC	25	10	5.000	10.87
	PVC	25	10	0.340	11.21
	PVC	25	10	5.000	16.21
	PVC	25	10	0.170	16.38
	PVC	25	10	5.000	21.38
	PVC	25	10	1.200	22.58
	PVC	25	10	0.500	23.080
	PVC	25	10	1.1	24.180
	PVC	25	10	0.85	25.030
	PVC	25	10	0.92	25.950

Fuente: Elaboración propia

Memoria de cálculo de Alcantarillado al Bombeo

Objeto y alcance

El presente documento tiene como objeto realizar el dimensionamiento de la tubería de impulsión de agua en el AA. HH Campoy lima.

a) Diseño de la tubería

A partir del levantamiento topográfico, se diseña el perfil de la tubería en base a la siguiente premisa:

Mantener pendientes constantes para longitudes lo más largas posibles de modo de facilitar la instalación, con tapadas mínimas de 1,20 m y tratando de no exceder de los 2,50 m de tapada máxima, salvo excepciones y en forma puntual.

Cuidar que las pendientes fueran iguales o superiores a las mínimas recomendadas por la normativa moderna (mínimo de 2 mm/m en tramos ascendentes y 4 mm/m en tramos descendentes), para realizar un adecuado control del aire atrapado en la conducción.

En cada punto alto (cambio de pendiente positiva a negativa) se colocará una válvula de aire de triple efecto.

En cada punto bajo (cambio de pendiente negativa a positiva) se colocará una válvula de desagüe.

Se colocan, si es necesario, válvulas de aire adicionales en tramos intermedios, entre válvulas de aire de puntos altos antes mencionadas, para asegurar que la distancia máxima a recorrer por el aire atrapado en la conducción no supere los 1.000 m.

Se complementa, si es necesario, con válvulas de desagüe adicionales para evitar que estas queden distanciadas en más de 3.000 m, que es la máxima distancia recomendada entre puntos de desagote de la conducción, o para evitar que en maniobras de vaciado haya que operar válvulas con presión mayor a 40 M.C.A.

Cálculo de envolventes de sobrepresión

a) Consideraciones Generales

Las variaciones de velocidad en escurrimientos a presión dan lugar a transformaciones de energía cinética en energía de presión y viceversa.

Las variaciones de velocidad son originadas normalmente por operación de órganos de maniobra o por bombas y eventualmente por roturas u otras. Por “golpe de ariete” se identifica a las variaciones de presión importantes.

Los cambios de velocidad (caudal) pueden ser originados por diversas situaciones, algunas de ellas programadas y otras accidentales tales como encendido y apagado de bombas, apertura o cierre de válvulas, rotura accidental de una tubería, cierre de una válvula de aire en el llenado, etc.

Las situaciones programadas se realizan con la premisa de que no generen variaciones de presión que puedan requerir elementos antiarriete específicos; es decir que los encendidos y apagado de bombas serán graduales y escalonados y las aperturas y cierre de válvula se harán en tiempos compatibles con las características de la instalación.

Las situaciones accidentales (no programadas) pueden producir variaciones de presión tales que produzcan la rotura de la tubería por presiones elevadas o presiones menores a la atmosférica que en combinación con cargas externas (tapada y tránsito) produzcan el colapso de la tubería por inestabilidad del equilibrio elástico. El ingreso de aire por presiones interiores menores a la atmosférica es otra situación no deseada, ya que su posterior expulsión, no controlada, puede generar sobrepresiones no compatibles con la clase de la tubería.

Las situaciones permanentes a estudiar en el caso de acueductos que operan por bombeo corresponden a la parada brusca de la instalación de bombeo, por un corte de energía.

b) Cálculo

Para el caso en estudio de una tubería de impulsión que parte de una estación de bombeo y finaliza en una cámara de derivación se puede utilizar la metodología de “acotamiento”

Los métodos de “acotamiento” de las sobrepresiones máximas, se fundan en la ecuación de Allievi y en los conceptos de “tiempo de cierre brusco o lento” del obturador y en la linealidad de la maniobra de cierre.

La celeridad “c” es la velocidad con que se propaga el “frente de onda” es:

Dónde:

$g =$ aceleración de la gravedad (981,0 cm/s²)

μ = Masa específica del agua	(0,0010 kg/cm ³)
Ea= Módulo de Elasticidad del agua	(19.800,0 kg/cm ²)
Et= Módulo de Elasticidad de material a emplear	(14.000,0 kg/cm ²)
D= Diámetro de la cañería (m)	(0,200 m)
e= Espesor del caño (m)	(0,0119 m)

$$c = \frac{139.369,29}{4,684} = 29.753,60$$

$$c = 297,54 \text{ m/s}$$

El tiempo de reflexión de la onda de sobrepresión es:

$$Tr = \frac{2 * L}{c}$$

Donde:

L= Longitud de la Impulsion (1807,3)
 Tr= 12.15 s

Esta metodología de "acotamiento" tiene su aplicación en el "golpe de ariete en impulsiones", a través del método de "MENDILUCE ROSICH", el que permite, en primera aproximación, determinar el "tiempo de cese de caudal", parámetro necesario para el trazado de los diagramas envolventes de referencia.

La ecuación, corregida y adecuada a valores experimentales, es:

$$Tp = C + K * \frac{V * L}{G * H}$$

Donde:

C= Coeficiente igual a 1, que es función de las pendiente crecientes del terreno hasta un 20%

K= Representa el efecto de inercia del bombeo y tiene los siguientes valores:

Para L < 500 mts. entonces K= 2

Para 500 < L < 1.500 entonces K= 1,5

Para L > 1.500 mts. entonces K= 1

V= Q/A= 2,05 m/s

Hg= 45,66 m

$$T_p = 9,27 \text{ s}$$

El tiempo de maniobra $-T_p-$ (parada de bomba) es menor al tiempo de reflexión de la onda $-T_r-$ (tiempo crítico) por lo que la maniobra es “brusca” y por lo tanto la sobre presión se calcula con la fórmula de Allievi:

$$H_t = H_g + H_a$$

$$H_t = 107,85 \text{ m}$$

El diagrama de sobrepresiones es triangular en la longitud crítica y rectangular en la longitud excedente.

La resistencia transitoria de la cañería se considera un 40% superior a la resistencia permanente (clase), por lo tanto verifica.

Cálculo de la tubería en régimen permanente

a) Modelo de Cálculo

El cálculo detallado se realiza en una planilla de cálculo Excel, en la que:

Se fija el caudal de diseño o de verificación,

El coeficiente de rugosidad para el material seleccionado y

Las condiciones de borde del sistema (cota de partida, cota de llegada u otras).

Para cada una de las progresivas relevadas se calcularon los parámetros hidráulicos necesarios para la evaluación del funcionamiento del sistema.

Para cada una de las progresivas relevadas se calcularon los parámetros hidráulicos necesarios para la evaluación del funcionamiento del sistema.

Como condición operativa (Condición de Borde) se fija la cota piezométrica en 1,00 m por encima de la cota de la estructura de llegada. Para verificar esta condición se calcula la altura manométrica necesaria de salida de bombas, que permite determinar el punto de operación de diseño de la estación de bombeo.

Los datos básicos son los siguientes:

Progresiva en metros.

Cota del Terreno en metros.

Cota de instalación de la cañería (extradós) en metros.

Coefficiente de pérdidas localizadas (K).

A partir de estos datos y para cada progresiva, se definieron y calcularon los siguientes parámetros:

Tapada, o distancia entre la cota de terreno y la cota de extradós, en metros.

Diámetro interno de la tubería, en metros.

Velocidad Media del Esguerrimiento, en metros por segundo.

Pérdida unitaria de energía por fricción (j), en metros por metro.

Pérdida localizada en correspondencia con accesorios, en metros.

Cota piezométrica, en metros.

Cota estática en metros.

Presión de servicio en metros.

b) Pérdidas Distribuidas de Energía

Las pérdidas de carga unitarias se calculan según la fórmula de Hazen y Williams:

$$j = 10.67 * \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Dónde:

j es la pérdida de energía unitaria en [m.c.a./m]

Q es el caudal en [m³/s]

D es el diámetro interno de la cañería en [m]

C es el coeficiente que indica las características del material, adimensional.

Para el material seleccionado se adopta:

$$\text{PVC} \quad C = 150$$

c) Pérdidas Localizadas de Energía

En los puntos donde hay accesorios (válvulas, codos, curvas, reducciones, etc.) se calculó la magnitud de las pérdidas localizadas de energía provocadas por los mismos, según la siguiente fórmula:

$$J = \frac{K * v^2}{2g}$$

Dónde:

J es la pérdida de energía localizada en [m.c.a.]

v es la velocidad media del esguerrimiento en [m/s]

g es la aceleración de la gravedad en [m/s²]

K es el coeficiente de pérdida localizada del accesorio, adimensional.

Se incluye Planilla con indicación de Progresiva, Cota de Terreno Natural, Longitud acumulada inclinada, Características de la tubería, Caudal, Velocidad.

d) Operación de bombas

La Bomba seleccionada es:

Tabla 6. Modelo de bomba

Marca	Werken	
Modelo	ACM-37	
Velocidad	3450 rpm	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Plantilla de instalación estación de vacío

Plantilla de Instalación
Estación a la Cámara

Observaciones	Material	Dn mm	Pn bar	L.Parcial	L. Acumulada
Estación de Vacío	PVC	25	10	0.700	0.7
	PVC	25	10	5.000	5.7
	PVC	25	10	0.170	5.87
	PVC	25	10	5.000	10.87
	PVC	25	10	0.340	11.21
	PVC	25	10	5.000	16.21
	PVC	25	10	0.170	16.38
	PVC	25	10	5.000	21.38
	PVC	25	10	1.200	22.58
	PVC	25	10	0.500	23.080
	PVC	25	10	1.1	24.180
	PVC	25	10	0.85	25.030
	PVC	25	10	0.92	25.950

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Calculo hidráulico de vacío

Calculo Hidráulico de Alcantarillado al Vacío	
Caudal de Diseño	0.0005 m ³ /s
Cota de Llegada	
Desnivel Topográfico	0.90 m
Longitud Total	25.95 m

1.800 m ³ /h

Observación	Progresiva	Cota TN	Long. Parcial	Caudal	Velocidad
Estación de Vacío	0+001.02	304.000	1.020	0.0005	0.0005
	0+002.34	304.020	1.320	0.0005	0.0005
	0+003.04	304.022	0.700	0.0005	0.0005
	0+008.04	304.035	5.000	0.0005	0.0005
	0+008.21	304.045	0.170	0.0005	0.0005
	0+008.74	304.050	5.000	0.0005	0.0005
	0+013.55	304.080	0.340	0.0005	0.0005
	0+018.55	304.110	5.000	0.0005	0.0005
	0+018.72	304.150	0.170	0.0005	0.0005
	0+023.72	304.580	5.000	0.0005	0.0005
	0+024.92	304.850	1.200	0.0005	0.0005
	0+025.42	304.896	0.500	0.0005	0.0005
	0+025.95	304.900	0.530	0.0005	0.0005

Fuente: Elaboración propia

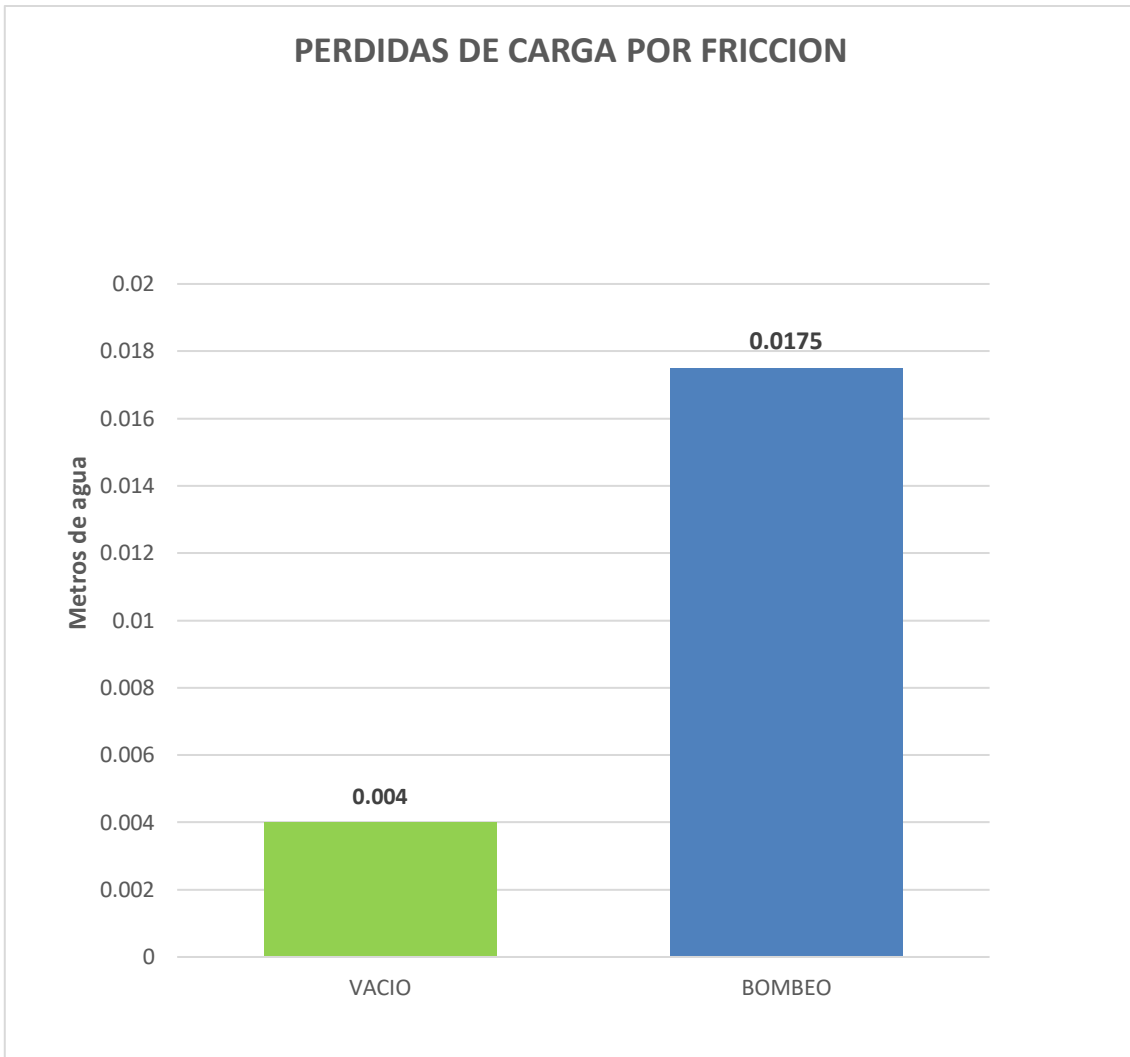


Figura 16. Comparativo de Pérdida de carga por Fricción

Fuente: Elaboración Propia

Analizando la figura 16 que son las pruebas Hidráulicas de pérdida de carga por fricción tomadas en el laboratorio hemos concluido que tenemos una gran diferencia en relación a los dos sistemas de alcantarillado analizados.

Tenemos como resultado que el alcantarillado al bombeo tiene mayor pérdida por fricción a comparación del alcantarillado al vacío.

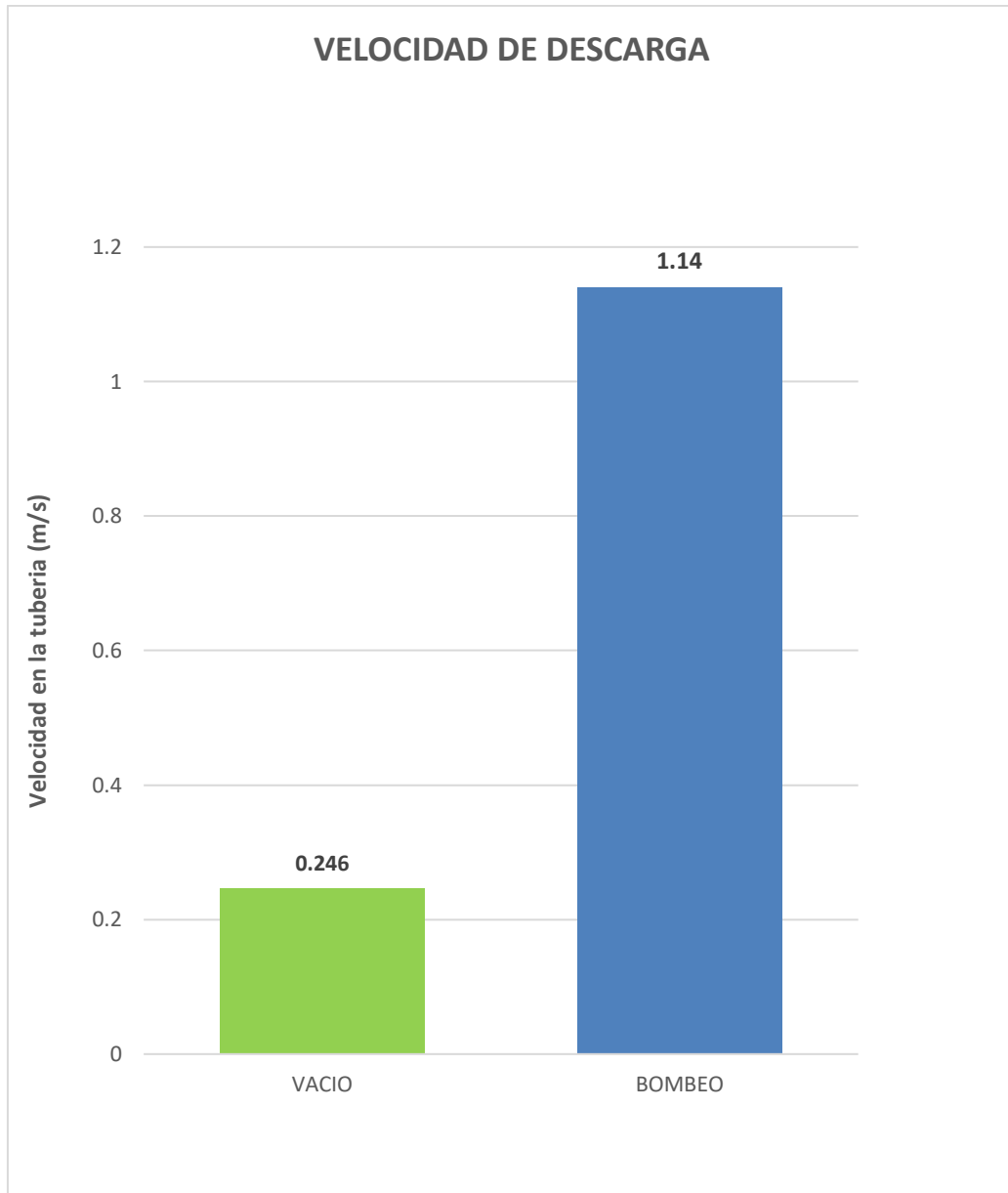


Figura 17. Comparativo de Velocidad de Descarga

Fuente: Elaboración Propia

Analizando la figura 17 donde se compara la Velocidad de Descarga de los dos sistemas de alcantarillado analizados hemos concluido:

Tenemos como resultado que el alcantarillado al bombeo es más rápido su velocidad de descarga a comparación del alcantarillado al vacío.

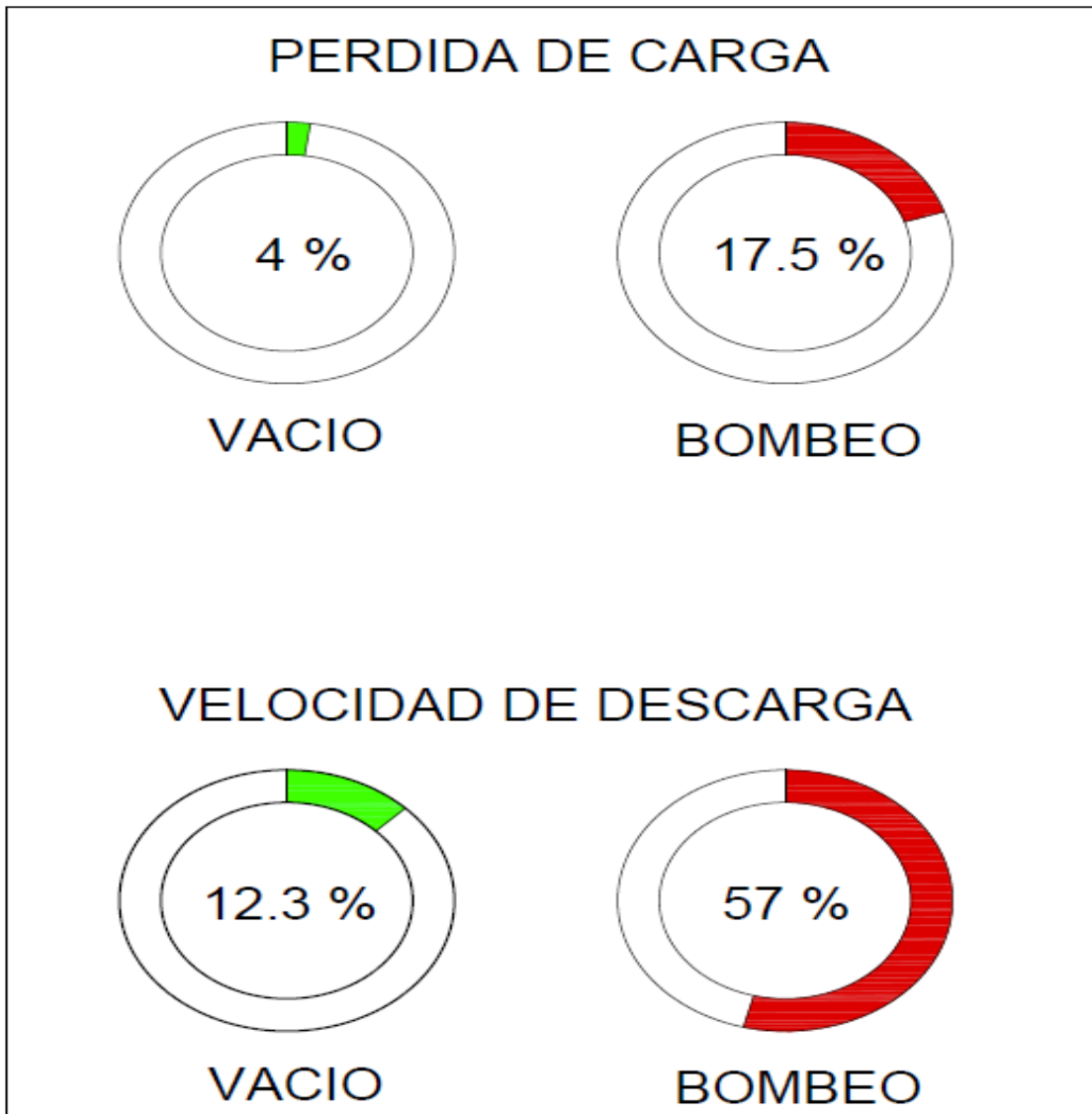


Figura 18. Porcentajes

Fuente: Elaboración Propia

Analizando la figura 18 donde se compara los porcentajes de pérdida de carga del alcantarillado al bombeo es 13.5% mayor que el sistema de alcantarillado al vacío.

También tenemos como resultado que la velocidad de descarga del alcantarillado al bombeo es más rápida en un 44.7% más que el alcantarillado al vacío.

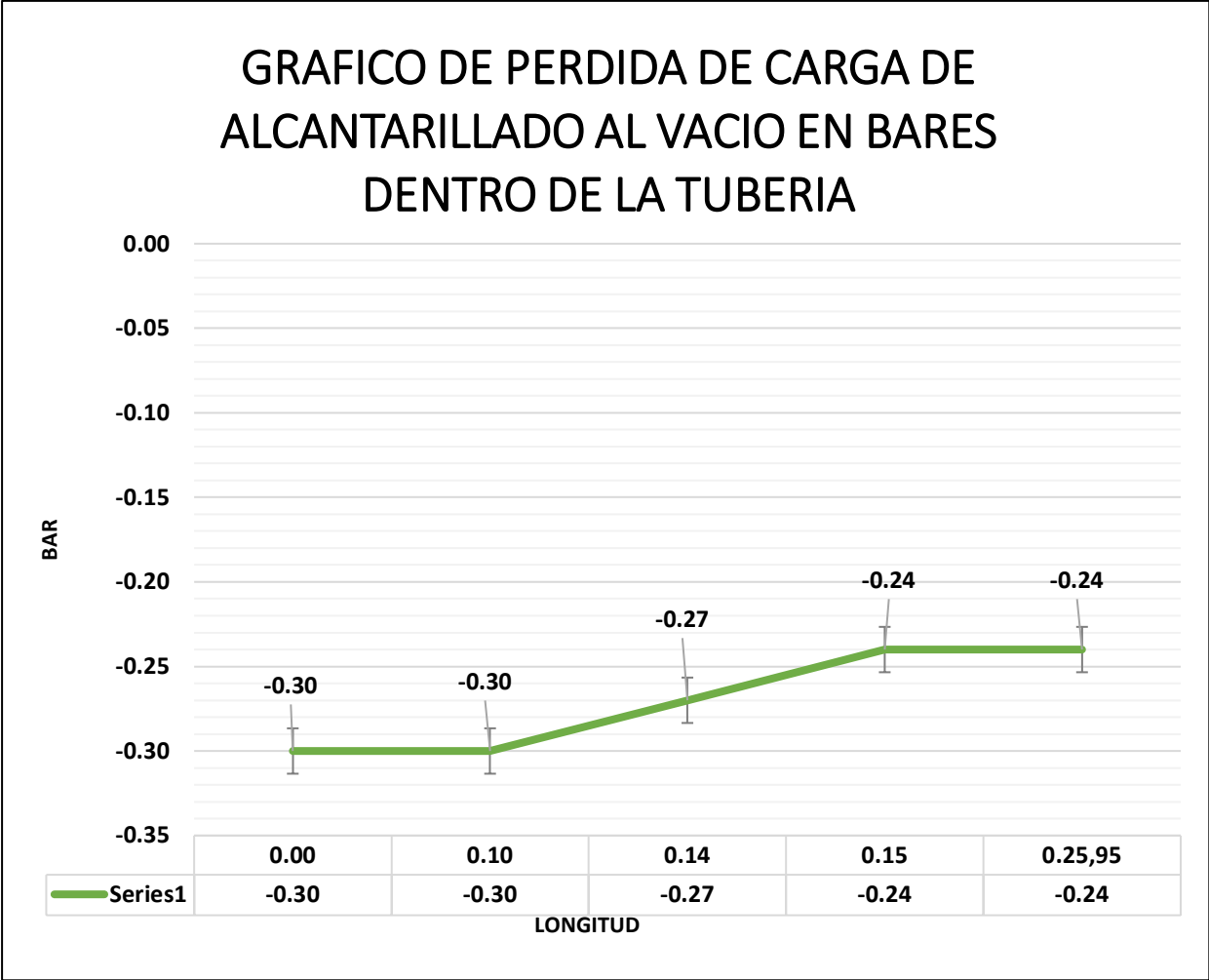


Figura 19. Perdida de Carga de Alcantarillado al Vacío

Fuente: Elaboración Propia

Analizando la figura 19 donde se aprecia las pérdidas de carga del Alcantarillado al Vacío dentro de la tubería.

Tenemos como resultado que al inicio de la tubería tenemos mayor presión en bares y que al final de la tubería tiene menor cantidad de bares por la longitud de tubería y haciendo la comparación con el otro sistema analizado tiene un porcentaje menor

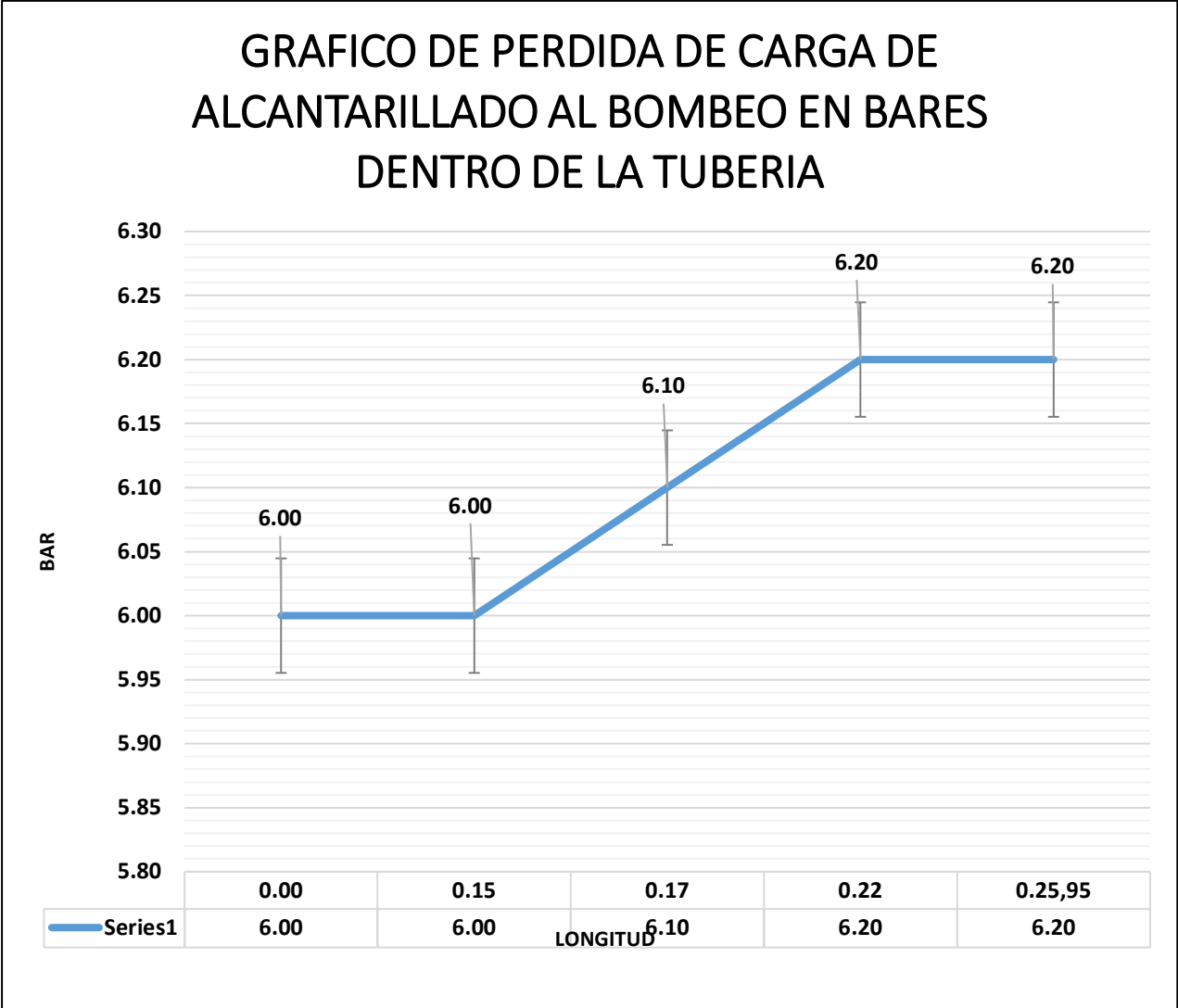


Figura 20. Perdida de Carga de Alcantarillado al Bombeo

Fuente: Elaboración Propia

Analizando la figura 20 donde se aprecia las pérdidas de carga del Alcantarillado al Bombeo dentro de la tubería.

Tenemos como resultado que al inicio de la tubería tenemos mayor presión en bares y que al final de la tubería tiene menor cantidad de bares por la longitud de tubería y en porcentajes es mucho más la diferencia con el otro sistema.

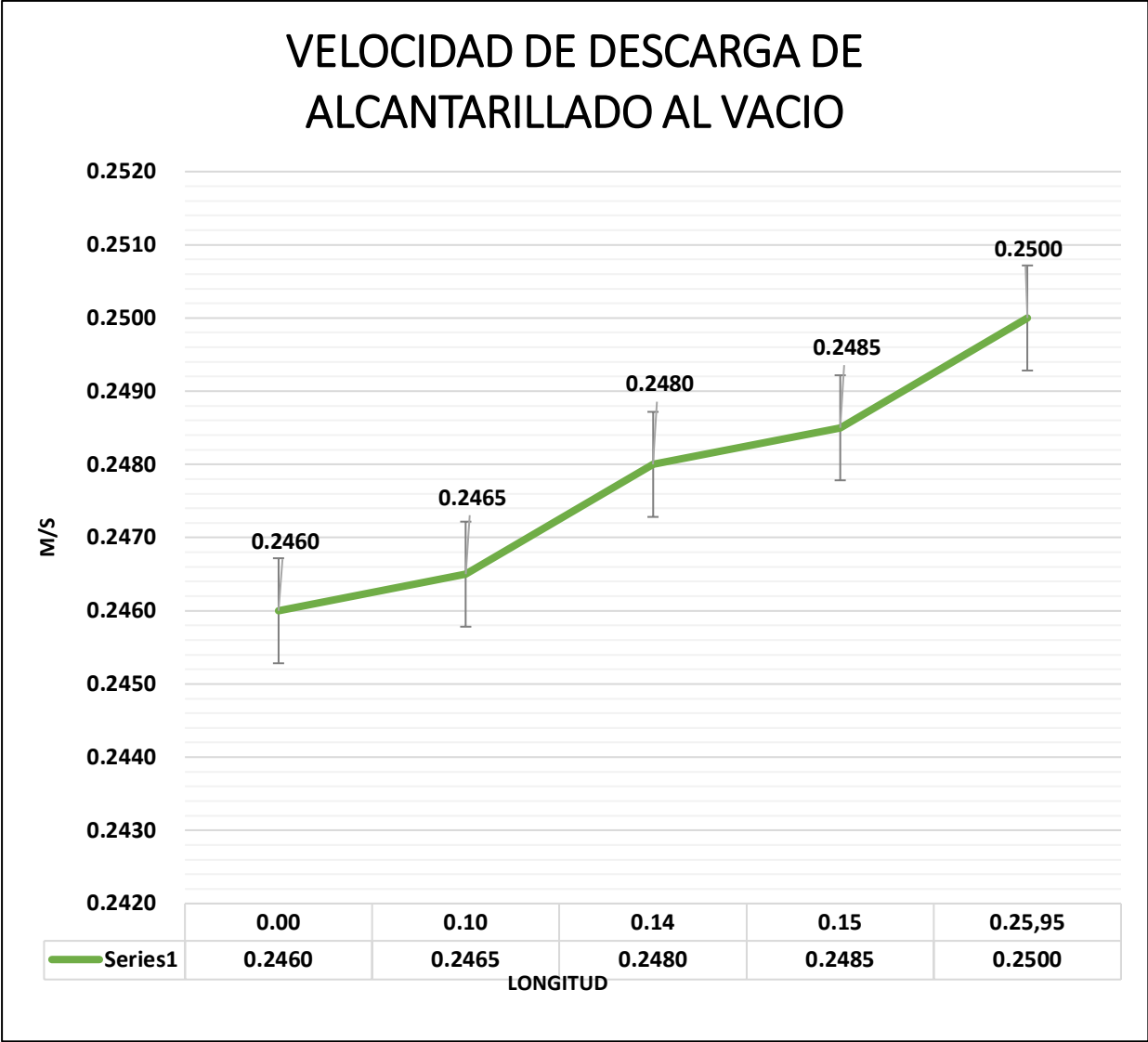


Figura 21. Velocidad de Descarga de Alcantarillado al Vacío

Fuente: Elaboración Propia

Analizando la figura 21 donde se aprecia las Velocidad de Descarga del Alcantarillado al Vacío.

Tenemos como resultado que la velocidad Inicial dentro de la tubería es menor y que llegando al final de la tubería tiene mayor velocidad y haciendo la comparación con el otro sistema este es mucho menor en porcentaje.

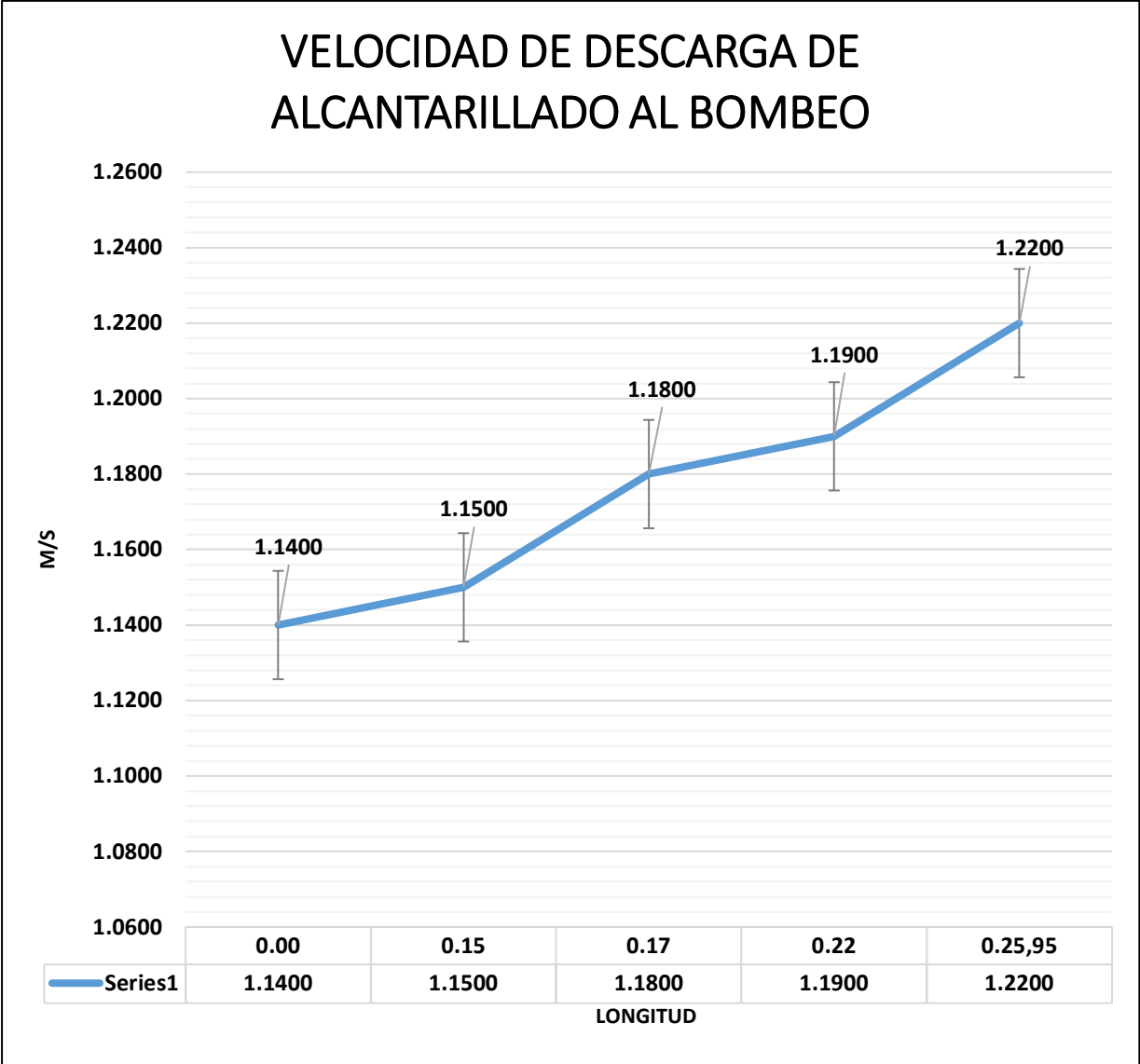


Figura 22. Velocidad de Descarga de Alcantarillado al Bombeo

Fuente: Elaboración Propia

Analizando la figura 22 donde se aprecia las Velocidad de Descarga del Alcantarillado al Bombeo.

Tenemos como resultado que la velocidad Inicial dentro de la tubería es menor y que llegando al final de la tubería tiene mayor velocidad y haciendo la comparación con el otro sistema este es cinco veces mayor en velocidad.

V. DISCUSIONES

Teniendo en cuenta las tesis anteriores, que forman parte de los antecedentes, podemos darnos cuenta de la importancia en el presente estudio:

De acuerdo al autor Carbajal y Villacorta (2016), su conclusión fue dar a conocer las ventajas de alcantarillado al vacío, siendo una alternativa moderna de recojo de aguas servidas en zonas con geografía compleja y en mi estudio concluyo que el sistema de alcantarillado al vacío ya es una alternativa innovadora por lo tanto estoy de acuerdo con su conclusión.

De acuerdo al autor Anton (2015), el concluye que es una ventaja importante el sistema por vacío y que esta minimiza las posibilidades de problemas por obstrucción debido a que este trabaja por presión y no por gravedad por lo cual en mi estudio concluyo que el sistema de alcantarillado al Vacío si tiene una fisura en la tubería este sistema dejaría de funcionar porque este sistema trabaja herméticamente sellado y con presión negativa dentro de la tubería por lo tanto no podría generarse fugas ni inundaciones.

De acuerdo al autor Anton (2015), el concluyo que la instalación de las cámaras de Vacío reduce considerablemente el tiempo con respecto al otro sistema según mi estudio el sistema de alcantarillado al vacío se puede enterar la tubería a una altura mínima y la forma de sierra que tiene su diseño ayudaría a evitar todas las interferencias que se podría dar por lo tanto es más rápido la ejecución e instalación del sistema de alcantarillado al Vacío

VI. CONCLUSIONES

Se concluye del objetivo general determinar si hay diferencias en el diseño hidráulico de los dos sistemas analizados, en la prueba de laboratorio y fórmulas matemáticas se ha encontrado diferencias considerables entre ellas en cuestión de pérdida de carga el alcantarillado al bombeo tiene 13.5 % más de diferencia que el alcantarillado al vacío y en velocidad de descarga el porcentaje es mucho más amplio con 44.7 % de diferencia a favor del sistema de alcantarillado al bombeo frente al alcantarillado al vacío.

Se concluye del primer objetivo específico determinar las diferencias en la pérdida de carga, el resultado obtenido en el laboratorio y los cálculos matemáticos de los dos sistemas analizados me da como conclusión que el sistema de alcantarillado al bombeo tiene mayor pérdida de carga en referencia al alcantarillado al Vacío con una diferencia de 0.135 metros de agua.

Se concluye del segundo objetivo específico determinar la velocidad de descarga, analizando en el laboratorio los dos sistemas de alcantarillado se puede concluir que el sistema de alcantarillado al bombeo tiene mayor velocidad de descarga en comparación al alcantarillado al vacío con una diferencia de 0.894 m/s en la tubería.

Haciendo pruebas de laboratorios con diferente diámetro de tubería y capacidad de bomba hemos encontrado valores que nos confirman los primeros dos objetivos.

Respecto a los dos sistemas de alcantarillado es importante considerar adecuadamente la información precisa respecto al diseño y aspectos fundamentales de los sistemas de alcantarillado considerados.

De esta forma se busca consolidar las acciones decididas en la selección de ambos sistemas de bombeo o Vacío, necesarios en cierto lugar y dentro de las especificaciones técnicas establecidas.

En la prueba de laboratorio se comprobó que si hay fisura en la tubería de alcantarillado al bombeo sigue funcionando el sistema y esto ocasionaría aniegos y contaminación ambiental.

En cambio, con el sistema de alcantarillado al Vacío si hay alguna fisura en la tubería el sistema dejaría de funcionar porque la tubería función con una presión negativa, por lo cual este sistema no ocasionaría aniegos ni contaminación ambiental.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda lo siguiente:

Se recomienda respecto al objetivo general tener bien definido las formulas matematicas para calcular el diseño hidraulico por que esto seria la base para poder identificar con cual de los dos sistemas de alcantarillado lo vas a ejecutar.

Se recomienda respecto a las perdidas de carga tener bien definido la clase de tuberia, longitud total de la instalacion, diametros de tuberias y accesorios para poder calcular las perdidas de carga.

Se recomienda respecto a la velocidad de descarga que va influir las presiones en bares de cada sistema teniendo en cuenta que el sistema de alcantarillado al vacio funciona con presion negativa y el alcantarillado al bombeo con presion positiva.

Mi recomendación personal seria que se instale un laboratorio de hidraulica para poder hacer las practicas en la misma universidad.

Tiene como objeto facilitar informacion para tener los criterios con la debida base tecnica en la que se relaciona con el diseño, proceso constructivo y mantenibilidad del sistema de alcantarillado

Por último, mediante las pruebas realizadas tenemos que acotar que los dos sistemas tienen sus ventajas y desventajas de cada sistemas.

REFERENCIAS

1. GUIA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO POR VACIO, *Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento – Dirección Nacional de Saneamiento – República del Perú*,
2. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, *OS.070 Redes de Aguas Residuales – República del Perú*.
3. RED DE SANEAMIENTO DEL PUERTO DE VALENCIA – *Autoridad Portuaria de Valencia – Valenciaport agosto 2008*
4. ALCANTARILLADO POR VACIO, Roediger Vacuum – Tecnología por Vacío.
5. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016).
6. RAMOS, F. R. (2015). Sistemas de saneamiento por vacío: el caso de Santa Pola. *Tecnoaqua*, (12), 46-51.
7. CARBAJAL López, M. A., & Villacorta Sifuentes, G. M. (2016). Evaluación técnica y económica del sistema convencional del alcantarillado residual entre alcantarillado al vacío en calle Garote, distrito de Belén, provincia de Maynas, región Loreto.
8. NAVARRO BROTÓNS, Manuel. Sistema de alcantarillado por vacío en la Avenida de Valencia y adyacentes de Santa Pola. 2014.
9. TALAVERA, Laura Elena, et al. *El vacío y sus aplicaciones*. Fondo de cultura económica, 2003.
10. ANTEZANA QUISPE, Urbano. Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales mediante un sistema de bombeo. 2015.
11. JIMÉNEZ CORDERO, William Gustavo; PACHECO, Pin; PILAR, Joselyn. *Análisis y Diseño de una estación de bombeo para aguas servidas en el sector Cristo del Consuelo Cooperativa las Ranas*. 2018. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería Civil.
12. CARRILLO, Anton; GUSTAVO, Luis. Análisis comparativo entre el sistema de alcantarillado al vacío y el sistema de alcantarillado por gravedad, y su aplicación en la Ciudad de Piura. 2015.
13. <https://prezi.com/gwe8to2mcmi1/historia-del-alcantarillado/>
14. <http://www.corodeselectromechanic.com/>

15. SANTOS, DE LEÓN, CABRAL Y PÉREZ (2016), en la revista de investigación "Procedimiento para el análisis energético de sistemas de bombeo centrífugos". Universidad Nacional de Colombia.
16. RODRÍGUEZ (2015), sobre "Sistema de saneamiento por vacío". Revista Tecnoaqua
17. MARIUS, IDEN AND BECKETT (2015), Vacuum sewer systems. Fraunhofer IGB
18. MÄKINEN (2015), "Operation of vacuum sewer system". Tampere University of Technology
19. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. Y BAPTISTA, M. (2014). Metodología de la Investigación. 6a. ed. México D.F.: McGraw-Hill, 600p.
20. GUTIERREZ (2010). Cursos del método de investigación y elaboración de la monografía. España.
21. VALDERRAMA S. (2015). Pasos para la elaboración de proyectos de investigación científica, Cuantitativa, Cualitativa y Mixta, 2º ed. Perú, Editorial San Marcos E,I,R,L,
22. CÓRDOVA, M. (2003). *Estadística descriptiva e inferencial. (5a Ed). Perú: Moshera*
23. YUNI Y URBANO (2014). Técnicas para investigar. 1ra. Edición. Argentina: Editorial Brujas
24. NAMAUFOROOSCH (2015). Metodología de la investigación. 2da. Edición. Editorial Limusa.
25. QUEZADA (2010). Metodología de la investigación. Editorial Macro
26. LEÓN, SALINAS Y ZEPEDA (2017), en su tesis "Diseño de red de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento del municipio de Turín, departamento de Ahuachapán, el Salvador". Universidad de el Salvador.
27. PALELLA Y MARTINS (2012). Metodología de la investigación cuantitativa. 3ra. Edición. Caracas, Venezuela: Fedupel
28. MEDINA (2016), en la tesis "Optimización del sistema de bombeo y manejo de las aguas residuales en explotación minera en la mina de carbón San Fernando, operada por carbonos San Fernando SAS, vereda paso nivel, Amaga-Antioquia ". Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia.

29. BEHESHTI, SÆGROV AND UGARELLI (2015), Infiltration / Inflow Assessment and Detection in Urban Sewer System. Orwegian University of Science and Technology (NTNU), Trondheim, Norway Vann, 01, 24-34.
30. MOLLERUP (2015), A methodological approach to designing sewer system control. Technical University of Denmark.
31. DUQUE, N., DUQUE, D and SALDARRIAGA (2016). A new methodology for the optimal design of series of pipes in sewer systems. Journal of Hydroinformatics.
32. THOMASON (2019). Hydraulic Design Manual. Manual Notice 2019-1.
33. HYDRAULICS MANUAL (2019). Environmental and Engineering Programs.
34. CODE OF PRACTICE (2017). Connections and developer services (Revisión 1)
35. ARBAIZA (2014). Métodos de Investigación – Manuales de Estilo. (1^a ed.). Perú: Lima.
36. BEHAR (2008). Metodología de la investigación. Editorial Shalom.
37. MÄKINEN (2015). Operation of Vacuum Sewer System – Case Ondangwa, Namibia
38. IVAR, BRENDON, JAN AND SPILLER (2017). Centralised, decentralised or hybrid sanitation systems? Economic evaluation under urban development uncertainty and phased expansion.
39. HUBBARD, BARSANT, SHOW AND ZHENG (2019). Sanitary Sewer Systems: Lift Stations and Data Management Fact Sheet.
40. ANGULO, Y. (2008). *Ética y valores*. (3ra ed). México: Santillana S.A. Recuperado de <https://www.tabiblion.com/liber/Filosofia/Eticayvalores.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Operacionalización de variables

“Análisis Comparativo del Diseño Hidráulico entre un Sistema de Alcantarillado al Vacío y un Sistema de Bombeo Lima 2019”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<p><u>PROBLEMA GENERAL:</u> ¿Cómo será el aporte al diseño hidráulico entre un sistema de alcantarillado al vacío frente a un sistema de alcantarillado al bombeo del AA. HH Campoy, Lima 2019?</p> <p><u>PROBLEMAS ESPECÍFICOS 1</u> ¿Cuál será la diferencia en la pérdida de carga entre un sistema alcantarillado al vacío frente a un sistema de alcantarillado por bombeo en los habitantes del AA. HH Campoy, Lima 2019?</p> <p><u>PROBLEMAS ESPECÍFICOS 2</u> ¿Cuál será la velocidad de descarga de un sistema de alcantarillado al vacío frente a un sistema de alcantarillado por bombeo, en los habitantes del AA. HH Campoy, Lima 2019?</p>	<p><u>OBJETIVO GENERAL:</u> Evaluar las diferencias del diseño hidráulico entre un sistema de alcantarillado al vacío y el sistema de alcantarillado por bombeo en los habitantes del AA. HH Campoy, Lima 2019.</p> <p><u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS 1</u> Determinar las diferencias en la pérdida de carga de un sistema de alcantarillado al vacío, frente a un sistema de alcantarillado por bombeo en los habitantes del AA. HH Campoy, Lima 2019.</p> <p><u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS 2</u> Determinar la velocidad de descarga de un sistema de alcantarillado al vacío frente a un sistema de alcantarillado por bombeo, en los habitantes del AA. HH Campoy, Lima 2019.</p>	<p><u>HIPÓTESIS GENERAL:</u> Existe una diferencia considerable en el cálculo hidráulico de un sistema de alcantarillado al vacío, frente a un sistema de alcantarillado por bombeo en los habitantes del AA. HH Campoy, Lima 2019.</p> <p><u>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 1</u> Existe una diferencia considerable en la pérdida de carga de un sistema de alcantarillado al vacío, frente a un sistema de alcantarillado por bombeo en los habitantes del AA. HH Campoy, Lima 2019.</p> <p><u>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 2</u> Existe una diferencia considerable en la velocidad de descarga de un sistema de alcantarillado al vacío, frente a un sistema de alcantarillado por bombeo en los habitantes del AA. HH Campoy, Lima 2019.</p>	<p><u>VARIABLE INDEPENDIENTE 1:</u> El sistema de alcantarillado al vacío</p> <p><u>VARIABLE INDEPENDIENTE 2:</u> El sistema de Alcantarillado al bombeo</p> <p><u>VARIABLE DEPENDIENTE 3:</u> Análisis del comportamiento hidráulico</p>	<p>Perdidas de Carga Altura Estática Total</p> <p>Perdidas de Carga Altura Estática Total</p> <p>Caudal “Q” Velocidad Rugosidad “n “</p>

ANEXO 2: PRUEBAS EN LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA EN LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA



ANEXO 3: RECIBO DE PAGO DEL LABORATORIO DE LA UNI

 **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**
LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA
Av. Túpac Amaru N° 210 Rimac, Puerta N° 4-B -UNI - Tel. 4 811920 - 4 811991 LIMA PERÚ
E-mail: lnh_uni@uni.edu.pe lnh_uni@hotmail.com lnhuni2011@gmail.com 

RECIBO

S/. 500.00

HE RECIBO DE: ALDO ORLANDO BERNABEL ESPINOZA, CON DNI 07535735,
Y CARLOS HUARI CHAMILCO, CON DNI 44585838, ALUMNOS DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO,
LA CANTIDAD DE QUINIENTOS SOLES Y 00/100 POR CONCEPTO DE
ANALISIS DE LABORATORIO DEL DISEÑO HIDRÁULICO DE
ALCANTARILLADO AL VACIO Y BOMBEO, REALIZADO EN LA DIVISIÓN
DIDACTICA DEL LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA.

LIMA, 05 DE DICIEMBRE DEL 2019

RECIBO CONFORME:


MS. INGENIERO MIGUEL ZUBIAR ALEJOS
JEFE DE DIVISION DIDACTICA LNH

ANEXO 4: PROCEDIMIENTO DE ALCANTARILLADO AL VACÍO

Bomba de Vacío



Cilindro de Vacío



Vacuómetro



Caudalímetro



Tuberías



Recipiente



Circuito de Sistema de Vacío



ANEXO 5: SISTEMA DE BOMBEO

Bomba de Agua



Manómetro



Caudalimetro



Tuberías



Recipiente



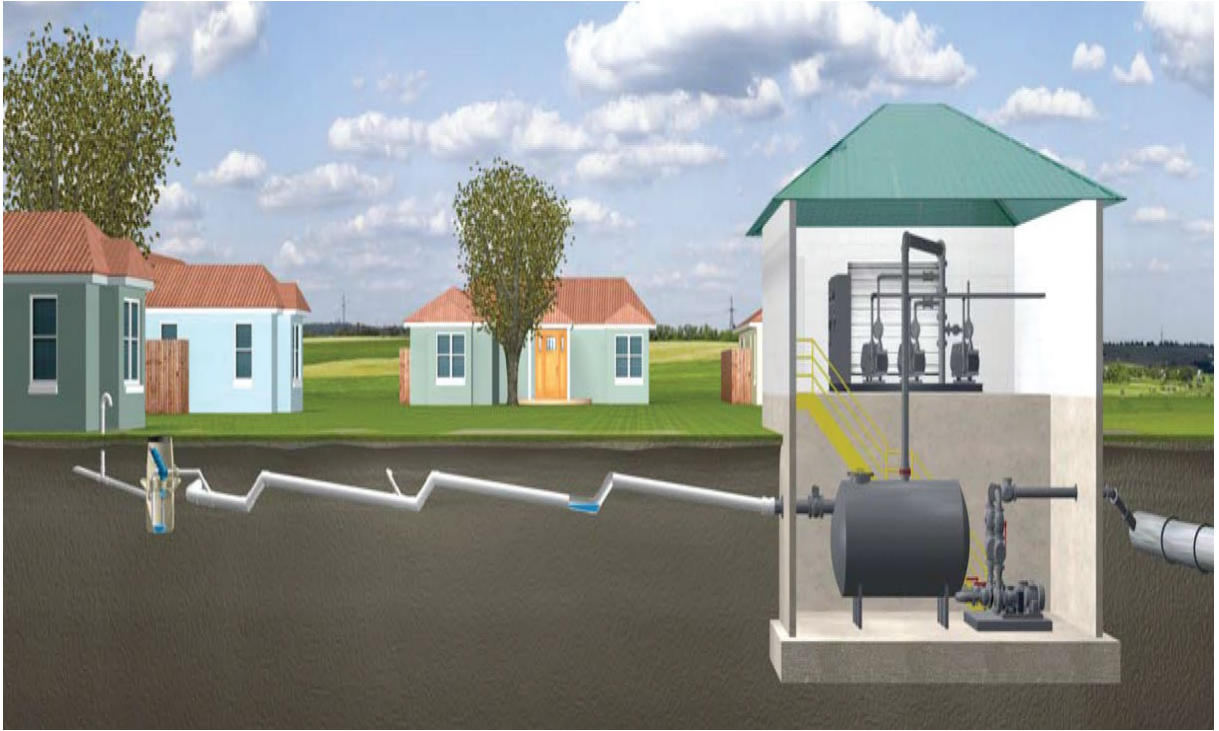
Llave de Paso



ANEXO 6: Circuito del Sistema de Alcantarillado al Bombeo



Anexo 7: El sistema de funcionamiento del Alcantarillado al Vacío



Anexo 8: Esquema de una Planta de Vacío



a) Esquema de una planta de vacío

b) Tanque de recolección

c) Sistema de bombas de vacío

d) Panel de control

ALCANTARILLADO AL BOMBEO

Perdida por Fricción (a)

$$L=25.95 \text{ m}$$

$$S = \frac{h}{L}$$

$$Z=0.90 \text{ m}$$

$$C= 140 , D= 1''$$

Usando Hazen-Williams

$$Qd = 426.2035 \times 10^{-6} \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$0,58 \frac{l}{s} = 426.2035 \times 10^{-6} \times 140 \times 1^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 6.7459 \text{ m}$$

Pero: $h=s \times L$

$$h = 6.7459 \times \frac{25.95 \text{ m}}{1000 \text{ km}}$$

$$h = 0.175 \text{ m (metros de Agua)}$$

$$Z+h \quad 1,075 \text{ m}$$

VELOCIDAD DE DESCARGA POR CONTINUIDAD

$$Q = A.V$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \times D^2}$$

$$V = 0.00058 \text{ m}^3/s$$

$$\frac{\pi}{4} \times (1 \times \frac{2.54}{100})^2 \text{ m.}^2$$

$$V = 1.144 \text{ m/s velocidad en la Tubería}$$

ALCANTARILLADO AL VACIO

Perdida por Fricción (a)

$$L=25.95 \text{ m}$$

$$S = \frac{h}{L}$$

$$Z=0.90 \text{ m}$$

$$C= 140 , D= 2''$$

Usando Hazen-Williams

$$Qd = 426.2035 \times 10^{-6} \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$0,5 \frac{l}{s} = 426.2035 \times 10^{-6} \times 140 \times 2^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 0.1752 \text{ m}$$

$$\text{Pero: } H = S \times L$$

$$h = 0.1752 \times \frac{25.95 \text{ m}}{1000 \text{ km}}$$

$$h = 0.004 \text{ m (metros de Agua)}$$

VELOCIDAD DE DESCARGA POR CONTINUIDAD

$$Q = A \cdot V$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \times D^2}$$

$$V = 0.0005 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\frac{\pi}{4} \times \left(1 \times \frac{2.54}{100} \right)^2 \text{ m}^2$$

$$V = 0.246 \text{ m/s velocidad en la Tubería}$$

ALCANTARILLADO AL BOMBEO

Perdida por Fricción (b)

$$L=25.95 \text{ m}$$

$$S = \frac{h}{L}$$

$$Z=0.90 \text{ m}$$

$$C= 140 , D= 2''$$

Usando Hazen-Williams

$$Qd = 426.2035 \times 10^{-6} \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$1.3 \frac{l}{s} = 426.2035 \times 10^{-6} \times 140 \times 2^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 1.0280 \text{ m}$$

Pero: $h=s.l$

$$h = 1.0280 \times \frac{25.95 \text{ m}}{1000 \text{ km}}$$

$$h = 0.02667 \text{ m (metros de Agua)}$$

$$Z+h= 0.92667\text{m}$$

VELOCIDAD DE DESCARGA POR CONTINUIDAD

$$Q = A.V$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \times D^2}$$

$$V = 0.0013 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\frac{\pi}{4} \times \left(1 \times \frac{2.54}{100}\right)^2 \text{ m}^2$$

$$V = 0.641 \text{ m/s velocidad en la Tubería}$$

ALCANTARILLADO AL VACIO

Perdida por Fricción (b)

$$L=25.95 \text{ m}$$

$$S = \frac{h}{L}$$

$$Z=0.90 \text{ m}$$

$$C= 140 , D= 2''$$

Usando Hazen-Williams

$$Qd = 426.2035 \times 10^{-6} \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$1.2 \frac{l}{s} = 426.2035 \times 10^{-6} \times 140 \times 2^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 0.8864 \text{ m}$$

$$\text{Pero: } H = S \times L$$

$$h = 0.8864 \times \frac{25.95 \text{ m}}{1000 \text{ km}}$$

$$h = 0.023 \text{ m (metros de Agua)}$$

$$Z+h= \quad \quad \quad 0.923\text{m}$$

VELOCIDAD DE DESCARGA POR CONTINUIDAD

$$Q = A.V$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \times D^2}$$

$$V = 0.0012 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\frac{\pi}{4} \times \left(1 \times \frac{2.54}{100} \right)^2 \text{ m}^2$$

$$V = 0.592 \text{ m/s velocidad en la Tubería.}$$

ALCANTARILLADO AL BOMBEO

Perdida por Fricción (c)

$$L=25.95 \text{ m}$$

$$S = \frac{h}{L}$$

$$Z=0.90 \text{ m}$$

$$C= 140 , D= 3''$$

Usando Hazen-Williams

$$Qd = 426.2035 \times 10^{-6} \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$3.6 \frac{l}{s} = 426.2035 \times 10^{-6} \times 140 \times 3^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 0.9409 \text{ m}$$

Pero: $h=s.l$

$$h = 0.9409 \times \frac{25.95 \text{ m}}{1000 \text{ km}}$$

$$h = 0.0244 \text{ m (metros de Agua)}$$

$$Z+h= 0.9244\text{m}$$

VELOCIDAD DE DESCARGA POR CONTINUIDAD

$$Q = A.V$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \times D^2}$$

$$V = 0.0036 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\frac{\pi}{4} \times \left(1 \times \frac{2.54}{100}\right)^2 \text{ m}^2$$

$$V = 0.789 \text{ m/s velocidad en la Tubería}$$

ALCANTARILLADO AL VACIO

Perdida por Fricción (c)

$$L=25.95 \text{ m}$$

$$S = \frac{h}{L}$$

$$Z=0.90 \text{ m}$$

$$C= 140 , D= 3''$$

Usando Hazen-Williams

$$Qd = 426.2035 \times 10^{-6} \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$3.7 \frac{l}{s} = 426.2035 \times 10^{-6} \times 140 \times 3^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 0.989 \text{ m}$$

$$\text{Pero: } H = S \times L$$

$$h = 0.989 \times \frac{25.95 \text{ m}}{1000 \text{ km}}$$

$$h = 0.025 \text{ m (metros de Agua)}$$

$$Z+h= \quad \quad \quad 0.925\text{m}$$

VELOCIDAD DE DESCARGA POR CONTINUIDAD

$$Q = A.V$$

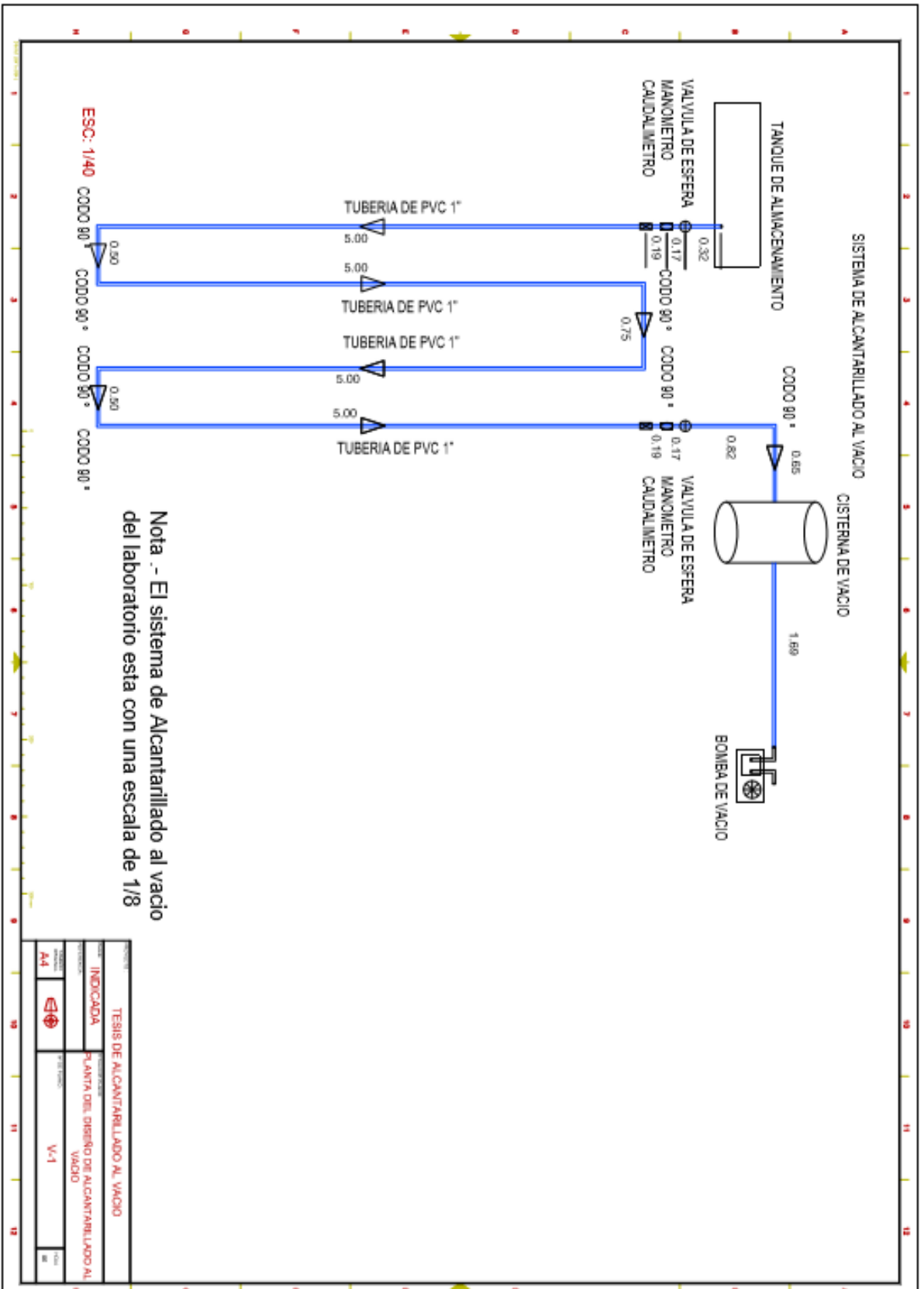
$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \times D^2}$$

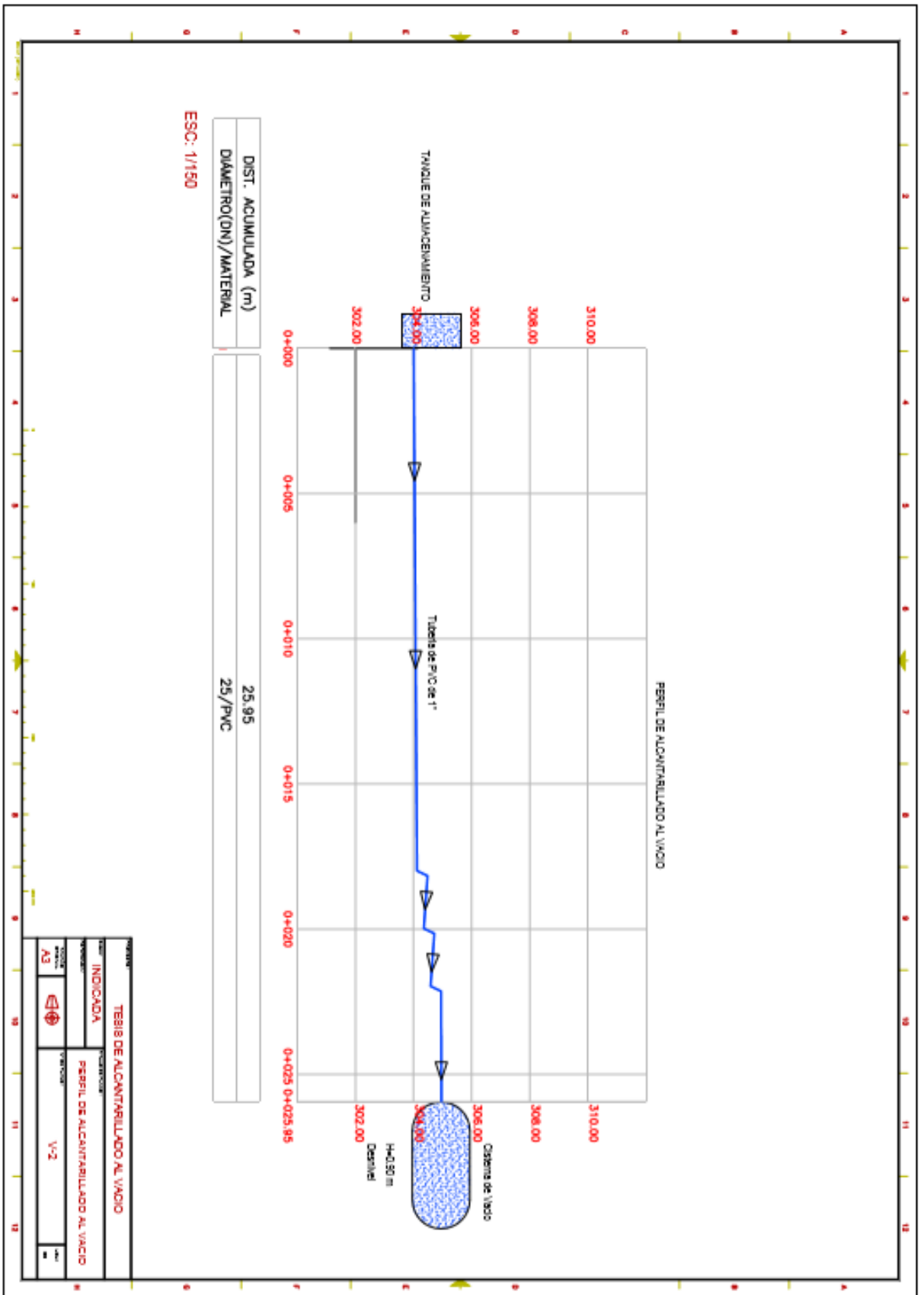
$$V = 0.0037 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\frac{\pi}{4} \times \left(1 \times \frac{2.54}{100} \right)^2 \text{ m.}^2$$

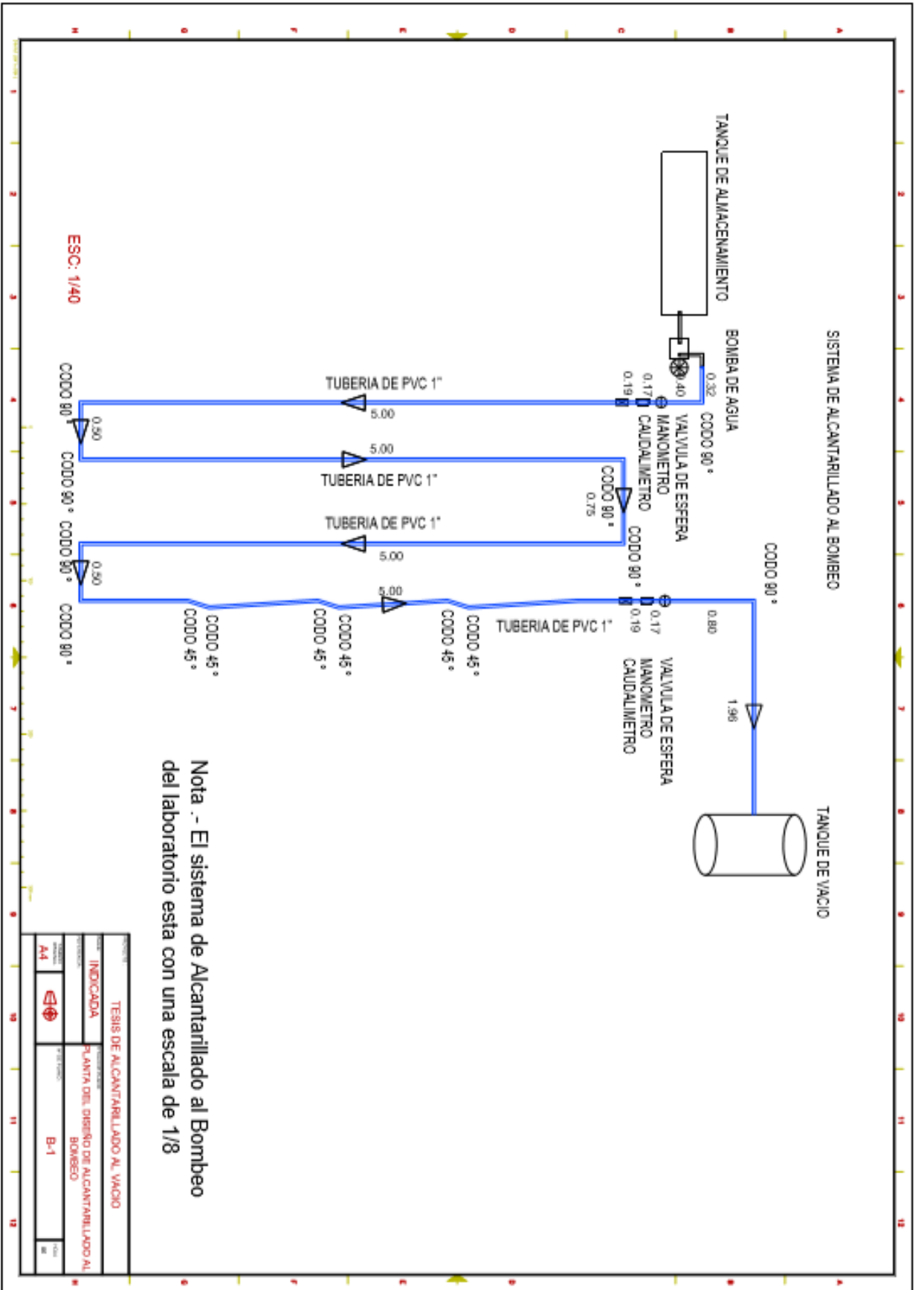
$$V = 0.811 \text{ m/s velocidad en la Tubería}$$

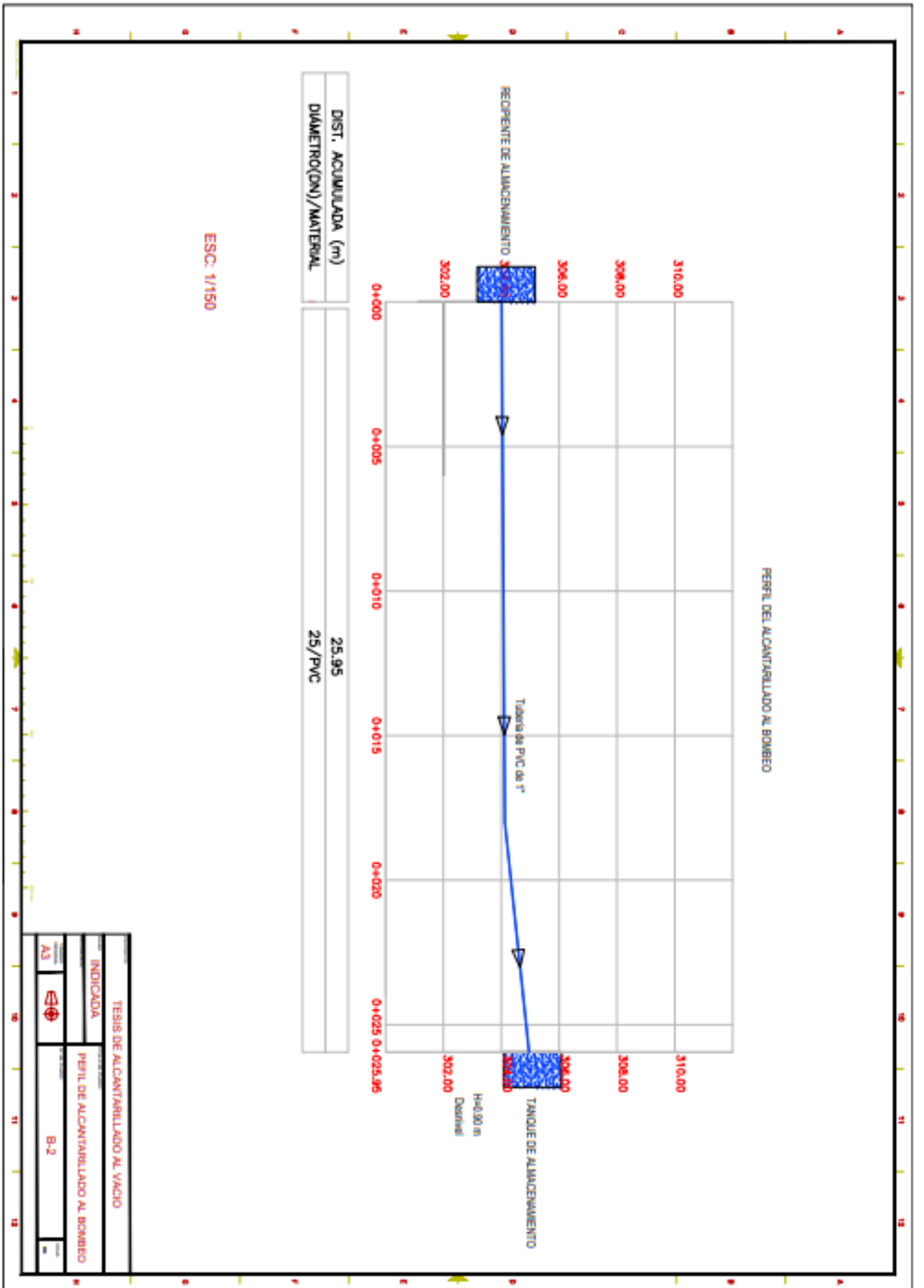
PLANOS



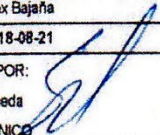



INDICADA		TEBIS DE ALCANTARILLADO AL VADIO	
INDICADA		PERFIL DE ALCANTARILLADO AL VADIO	
A3	V-2		





IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO											
EQUIPO:	MANOMETRO DIGITAL										
MARCA:	ADDITEL										
MODELO/TIPO:	ADT681-10-GP1K-PSI-N										
SERIE:	211H18160015										
CÓDIGO CLIENTE:	ELP.PT.031										
UNIDAD DE MEDIDA:	psi										
RESOLUCIÓN CARÁTULA:	0,1										
RANGO DE MEDIDA	(0 a 1000) psi										
UBICACIÓN	LAB. CALIBRACIONES										
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LAB. TÓRQUE, FUERZA Y PRESION (ELICROM)										
PATRONES UTILIZADOS											
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CAL.	PROX. CAL					
PC.048	MANOMETRO PATRON DE REFERENCIA	ADDITEL	ADT681-02-GP1K-PSI	211H16880024	2018-06-29	2020-06-29					
EL.PT.597	BARÓMETRO DIGITAL	CONTROL COMPANY	1081	160458369	2018-05-17	2019-05-17					
EL.PT.365	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	140103655	2018-04-02	2019-04-02					
CALIBRACIÓN											
MÉTODO EMPLEADO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON MANÓMETRO PATRÓN (MÉTODO DKD-R 6-1 SECUENCIA A)										
PROCEDIMIENTO:	PEC.EL.02										
FLUIDO UTILIZADO:	AIRE										
TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA (°C):	20,6										
HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%HR):	46,9										
PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA (hPa):	1010										
PATRÓN											
EQUIPO A CALIBRAR		SERIES DE MEDICIÓN				SEGUNDA SUJECCIÓN		MEDIA	ERROR	INCERTIDUMBRE	
INDICADOR		CRECIENTE	DECRECIENTE	CRECIENTE	DECRECIENTE	CRECIENTE	DECRECIENTE				
psi	kPa	psi	psi	psi	psi	psi	psi	psi	psi	psi	
0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,058	
100,0	689	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	0,060	
200,0	1379	200,0	200,0	200,0	200,0	200,0	200,0	200,0	0,0	0,063	
300,0	2068	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	0,0	0,067	
400,0	2758	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0	0,0	0,073	
500,0	3447	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	0,0	0,079	
600,0	4137	600,0	600,0	600,0	600,0	600,0	600,0	600,0	0,0	0,085	
700,0	4826	700,1	700,1	700,1	700,1	700,1	700,1	700,1	-0,1	0,093	
800,0	5516	800,1	800,1	800,1	800,1	800,1	800,1	800,1	-0,1	0,10	
900,0	6205	900,1	900,1	900,1	900,1	900,1	900,1	900,1	-0,1	0,11	
CLASE DE PRECISIÓN		0,1									
ERROR MÁX. ABSOLUTO		0,1 psi									
HISTÉRESIS MÁX. ABSOLUTA		0,0 psi									
INCERTIDUMBRE MÁXIMA		0,11 psi									
OBSERVACIONES											
<p>La estimación de la incertidumbre expandida se realizó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2,00$, que para una distribución t (de Student) con $\nu_{eff} = \infty$ (grados efectivos de libertad) corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom Calibración. El presente certificado se refiere solamente al equipo arriba descrito al momento de la calibración. La clase de precisión del manómetro puede ser la indicada en el propio instrumento o la estimada en caso de que no especifique. La lectura media del patrón ha sido corregida tomando en cuenta las desviaciones indicadas en su certificado de calibración.</p>											
REALIZADO POR:	Alex Bajaría										
FECHA CALIBRACIÓN:	2018-08-21				FECHA PRÓXIMA: 2019-08-21						
AUTORIZADO POR:	Ing. Sabino Pineda										
GERENTE TÉCNICO	<p>Resultados cumplen el FO 26 6.4 - 097 21</p> <p>Por: J. APARCANA RECIBIDO POR: Fecha: 2018-11-22</p> <p>RESPONSABLE - CLIENTE</p>										

IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO										
EQUIPO:	MANOMETRO DIGITAL									
MARCA:	ADDITEL									
MODELO TIPO:	ADT681-10-GP1K-PSI-N									
SERIE:	211H18160015									
CÓDIGO CLIENTE:	ELP.PT.031									
UNIDAD DE MEDIDA:	psi									
RESOLUCIÓN CARÁTULA:	0,1									
RANGO DE MEDIDA	(0 a 1000) psi									
UBICACIÓN	LAB. CALIBRACIONES									
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LAB. TÓRQUE, FUERZA Y PRESION (ELICROM)									
PATRONES UTILIZADOS										
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CAL.	PROX. CAL				
PC.048	MANOMETRO PATRON DE REFERENCIA	ADDITEL	ADT681-02-GP1K-PSI	211H16880024	2018-06-29	2020-06-29				
EL.PT.597	BARÓMETRO DIGITAL	CONTROL COMPANY	1081	160458369	2018-05-17	2019-05-17				
EL.PT.365	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	140103655	2018-04-02	2019-04-02				
CALIBRACIÓN										
MÉTODO EMPLEADO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON MANÓMETRO PATRÓN (MÉTODO DKD-R 6-1 SECUENCIA A)									
PROCEDIMIENTO:	PEC.EL.02									
FLUIDO UTILIZADO:	AIRE									
TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA (°C):	20,6									
HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%HR):	46,9									
PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA (hPa):	1010									
PATRÓN										
EQUIPO A CALIBRAR		SERIES DE MEDICIÓN				SEGUNDA SUJECCIÓN		MEDIA	ERROR	INCERTIDUMBRE
INDICADOR		CRECIENTE	DECRECIENTE	CRECIENTE	DECRECIENTE	CRECIENTE	DECRECIENTE			
psi	kPa	psi	psi	psi	psi	psi	psi	psi	psi	psi
0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,058
100,0	689	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	0,060
200,0	1379	200,0	200,0	200,0	200,0	200,0	200,0	200,0	0,0	0,063
300,0	2068	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	0,0	0,067
400,0	2758	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0	0,0	0,073
500,0	3447	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	0,0	0,079
600,0	4137	600,0	600,0	600,0	600,0	600,0	600,0	600,0	0,0	0,085
700,0	4826	700,1	700,1	700,1	700,1	700,1	700,1	700,1	-0,1	0,083
800,0	5516	800,1	800,1	800,1	800,1	800,1	800,1	800,1	-0,1	0,10
900,0	6205	900,1	900,1	900,1	900,1	900,1	900,1	900,1	-0,1	0,11
CLASE DE PRECISIÓN		0,1								
ERROR MÁX. ABSOLUTO		0,1 psi								
HISTÉRESIS MÁX. ABSOLUTA		0,0 psi								
INCERTIDUMBRE MÁXIMA		0,11 psi								
OBSERVACIONES										
<p>La estimación de la incertidumbre expandida se realizó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2,00$, que para una distribución t (de Student) con $\nu_{eff} = \infty$ (grados efectivos de libertad) corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom Calibración. El presente certificado se refiere solamente al equipo arriba descrito al momento de la calibración. La clase de precisión del manómetro puede ser la indicada en el propio instrumento o la estimada en caso de que no especifique. La lectura media del patrón ha sido corregida tomando en cuenta las desviaciones indicadas en su certificado de calibración.</p>										
REALIZADO POR:	Alex Bajaan									
FECHA CALIBRACIÓN:	2018-08-21				FECHA PRÓXIMA:	2019-08-21				
AUTORIZADO POR:	Ing. Sabino Pineda									
GERENTE TÉCNICO										
<p>Resultados cumplen el FO PG 6.4 - 08751. Por: J. APARCANA RECIBIDO: 2019-08-21 Fecha: 2019-08-21 RESPONSABLE - CLIENTE</p> 										

IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO			
TIPO:	MANOMETRO	MODO DE LECTURA:	ANALÓGICA
MARCA:	WIKA	UNIDAD DE MEDIDA:	psi
MODELO:	BOURDON	RESOLUCIÓN:	20
GRUPO:	C	INTERVALO DE MEDIDA:	(0 a 400) psi
SERIE:	897104HQ	CLASE DE PRECISIÓN:	1,6
CÓDIGO:	NO ESPECIFICA	UBICACIÓN:	NO ESPECIFICA

EQUIPAMIENTO UTILIZADO						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CAL.	VENCE CAL.
ELP.PT.031	MANÓMETRO DIGITAL DE (0 A 1000) PSI	ADDITEL	ADT681-10-GP1K-PSI-N	211H18160015	2018-08-21	2019-08-21
ELP.PT.010	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	6530	150737028	2018-07-11	2019-07-11
ELP.PT.036	TERMOHIGROMETRO	CENTER	342	180303334	2018-08-28	2019-08-28

CALIBRACIÓN	
MÉTODO EMPLEADO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON MANÓMETRO PATRÓN Y BOMBA GENERADORA DE PRESIÓN
DOCUMENTO DE REFERENCIA:	DKD-R 6-1, EDITION 03/2014, SECUENCIA C
PROCEDIMIENTO:	PEC.ELP.02
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO 1
FLUIDO UTILIZADO:	AIRE
TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA:	23,1 °C ±0,2 °C
HUMEDAD RELATIVA MEDIA:	72,4 %HR ±1,4 %HR
PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA:	1003 hPa ±0 hPa

Lectura Equipo	Lectura Patrón	Error		Incertidumbre (k=2)		emp	Cumplimiento
		psi	kPa	psi	kPa		
psi	psi	psi	kPa	psi	kPa	psi	
0	0,2	0	-1	23	160	N/A	N/A
80	82,8	-3	-20	23	160	N/A	N/A
160	160,2	0	-2	23	160	N/A	N/A
240	239,9	0	1	23	160	N/A	N/A
300	300,1	0	-1	23	160	N/A	N/A
360	360,6	-1	-4	23	160	N/A	N/A

OBSERVACIONES

La estimación de la incertidumbre expandida se realizó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Ellicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el equipo aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración. La clase de precisión del manómetro puede ser la indicada en el propio equipo o la estimada en caso de que no especifique. La lectura media del patrón ha sido corregida tomando en cuenta las desviaciones indicadas en su propio certificado de calibración. El error máximo permitido (emp) se obtiene del producto de la clase de exactitud y la centésima parte de su capacidad máxima.

CALIBRACIÓN REALIZADA POR:	Jesus Trejo	FECHA DE EMISIÓN DEL CERTIFICADO:	2019-06-06
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM:	2019-06-05		
FECHA DE CALIBRACIÓN:	2019-06-06		



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electrónicamente por:

[Handwritten Signature]

Gerente general - Autorización PE270319SP

[Handwritten Signature]



Sustento legal de firma electrónica

Este informe contiene 1 página(s). Página 1 de 1

Av. Faustino Sánchez Carrión N°615 Of.502, Jesús María- Lima, Telf: 017669297