



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**ESCUELA DE POSGRADO  
PROGRAMA ACADÉMICO DE MAESTRÍA EN  
INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN DE  
EMPRESAS DE LA CONSTRUCCIÓN**

**Análisis del uso de la sectorización para el control de  
pérdidas del suministro de agua potable en el distrito de  
Trujillo, 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:  
MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN DE  
EMPRESAS DE LA CONSTRUCCIÓN**

**AUTOR:**

Holguin Espinoza, Vicente Augusto (ORCID: 0000-0002-8423-5469)

**ASESOR:**

Dr. Grados Vásquez, Martín Manuel (ORCID: 0000-0002-8620-7859)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Dirección de Empresas de la Construcción

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Apoyo a la reducción de brechas y carencias en la educación en todos sus niveles

TRUJILLO – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

### **A LAS PERSONAS QUE AMO**

Mi esposa Maruja y mi hija Janet, por su apoyo moral e incondicional, sus sabios consejos para seguir superándome, gracias por enseñarme a nunca darme por vencido para seguir siempre adelante, hasta lograr lo que me he propuesto. Todo esto ha sido posible gracias a ustedes, las personas que más amo.

### **A MIS MAESTROS**

Por su gran tiempo y paciencia para compartir sus conocimientos, gracias por el apoyo que me brindaron para lograr y llegar a este nivel profesional.

Br. Vicente Augusto Holguín Espinoza

## **Agradecimiento**

A mi querida Universidad César Vallejo, por apoyarnos con profesionales destacados en ingeniería, quienes compartieron sus conocimientos con nosotros y nos enseñaron a amar nuestra carrera profesional de Ingeniería Civil, permitiéndonos culminar con una de las etapas más importantes de nuestra vida profesional.

A la empresa SEDALIB S.A. por abrirnos las puertas y habernos facultado la información requerida, así como a su equipo técnico y de campo.

Al Dr. Martín Grados Vásquez quien me asesoró con su apoyo profesional y técnico al brindarnos la orientación necesaria para el desarrollo de nuestra tesis.

## Índice de Contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Abreviaturas.....	vii
Resumen .....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	22
3.1. Tipo y Diseño de investigación.....	22
3.2. Variables y Operacionalización:.....	22
3.3. Población, muestra y muestreo .....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	23
3.5. Procedimientos: .....	24
3.6. Método de Análisis de Datos:.....	24
3.7. Aspectos Éticos: .....	24
IV. RESULTADOS.....	25
V. DISCUSIÓN .....	28
VI. CONCLUSIONES .....	32
VII. RECOMENDACIONES.....	33
REFERENCIAS.....	34
ANEXOS .....	38

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Componentes del Balance hídrico según la IWA .....	18
<b>Tabla 2.</b> Años - Volumen producido – volumen facturado - ANF .....	38
<b>Tabla 3.</b> Localidad – N° Sectores – N° conexiones .....	39
<b>Tabla 4.</b> Balance hídrico de Trujillo .....	39
<b>Tabla 5.</b> Diagnóstico de pérdidas de agua potable. Perdidas técnicas visibles de agua - Trujillo .....	40
<b>Tabla 6.</b> Diagnóstico de pérdidas de agua potable Actividades comerciales que generan pérdidas de agua-Trujillo .....	41
<b>Tabla 7.</b> Proyectos Propuestos para Sectorización y Reducción de Pérdidas Operacionales 2018 - 2021 .....	42
<b>Tabla 8.</b> Medidores instalados en conexión Vs. Medidores leídos 2017 – 2016..	43
<b>Tabla 9.</b> Agua no contabilizada SEDALIB S.A. por Localidades.....	44
<b>Tabla 10.</b> Diagnóstico de pérdidas de agua potable, tendencia en volumen prod. Y facturado Volumen producido vs. Facturado SEDALIB S.A.....	45
<b>Tabla 11.</b> Diagnóstico de pérdidas de agua potable, tendencia en ANF – Micro medición. ANF Vs. Micro medición SEDALIB S.A .....	46
<b>Tabla 12.</b> Diagnóstico de pérdidas de agua potable, tendencia en volumen produc. y facturado. Conexiones Totales Vs. Conexiones activas.....	47
<b>Tabla 13.</b> Conexiones totales Vs. Conexiones activas Agua no Contabilizada de SEDALIB S.A.....	48
<b>Tabla 14.</b> Determinación de agua no facturada – Año 2020 (En m <sup>3</sup> ) .....	49

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Sistema de abastecimiento de agua potable .....	6
<b>Figura 2.</b> Ejemplo de red ramificada .....	7
<b>Figura 3.</b> Ejemplo de red mallada .....	8
<b>Figura 4.</b> Ejemplo de una red de distribución mixta .....	8
<b>Figura 5.</b> Ejemplo sectorización de redes en agua potable para mejorar su eficiencia hidráulica. ....	14
<b>Figura 6.</b> Sectores Distrito de Trujillo.....	52

## **Resumen**

La presente tesis tiene como objetivo principal el análisis del uso de sectorización para el control de pérdidas del suministro de agua potable en el Distrito de Trujillo, 2021, para su desarrollo se ha utilizado la metodología no experimental. El resultado obtenido a través del análisis la información es que, de aplicarse la técnica de sectorización en el Distrito de Trujillo se obtendrían resultados similares a los obtenidos por proyectos que desarrollaron dicha técnica, es decir, se mejoraría el servicio de distribución de agua potable en los sectores, se mejoraría la presión hidráulica para llegar a los niveles adecuados, se reducirían las fugas de aguas, todo esto permitiría lograr un control de pérdidas de agua potable que a su vez se reflejaría en reducción del agua no facturada y una mayor recaudación a través del agua facturada. Finalmente, se concluye que La utilización de la técnica de sectorización, permitirá realizar un control de perdidas eficiente en el Distrito de Trujillo.

Palabras clave: Control de pérdidas, sectorización, agua potable, distribución de agua, presión hidráulica.

## **Abstract**

The main objective of this thesis is to analyze the control of drinking water supply losses using the sectorization technique in the District of Trujillo, 2021; non-experimental methodology has been used for its development. The result obtained through the analysis of the information is that, if the sectorization technique is applied in the District of Trujillo, similar results would be obtained as it was in the projects that developed this technique, this means that, the potable water distribution service in the sectors would be improved, the hydraulic pressure would be improved to reach the appropriate levels, water leaks would be reduced, all this would allow to achieve a control of drinking water losses that in turn would be reflected in a reduction of unbilled water and a higher collection through the billed water. Finally, it is concluded that the use of the sectorization technique will allow an efficient loss control in the District of Trujillo.

Keywords: Loss control, sectorization, drinking water, water distribution, hydraulic pressure.



## I. INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento líquido natural, indispensable, para preservar y renovar la vida en este mundo y el medio ambiente. Los seres vivos estamos compuestos por un promedio de 70% de agua y, no es que solo se requiera agua para hidratarse, sino para regular los ecosistemas terrestres, que permitan la subsistencia animal y vegetal.

En el mundo de hoy, muchos lugares carecen de agua doméstica y saneamiento para las personas, en el 2015 se mostró que el 71% de la población mundial utilizaba agua segura, y casi un tercio de la población, 844 millones de personas, no tenían acceso a agua limpia; provocando así más de 502.000 muertes cada año por problemas relacionados con esta deficiencia, es decir por beber agua contaminada, donde se presentan enfermedades como el cólera, la fiebre tifoidea, la diarrea, la disentería y otras enfermedades.

Es muy importante contar con saneamiento básico y agua limpia, pero a su vez este servicio debe ser distribuido de la mejor manera para que pueda llegar a más gente, y para ello no se debe ocasionar el desperdicio del recurso hídrico. Sin embargo, tenemos conocimiento que, en América Latina, más del 45% del agua potable que se distribuye al cliente se pierde y no es registrado o cobrado su consumo.

Es decir, existe un desperdicio altísimo del recurso más importante para la sobrevivencia de la vida en el planeta: el agua, y millonarias pérdidas económicas que las empresas de agua potable y alcantarillado tienen que asumir, pero que pueden registrar e identificar, a través de lo que se conoce como agua no facturada (ANC o ANF), y que no representa ningún ingreso contable para ellas. Asimismo, resulta importante indicar que dichas empresas tienen un consumo aproximado del 4% del total de energía producida a nivel mundial y al no recibir el rédito económico correspondiente por el suministro de agua, ni realizar una distribución adecuada de dicho recurso, también están utilizando ineficientemente la energía.

Por otra parte, a pesar de que el Perú es uno de los países más ricos en agua del mundo, ocupando el puesto 20, todavía un total de 7-8 millones de

peruanos viven sin agua limpia. Por ejemplo, Lima es una de las ciudades que menos agua utiliza, donde alrededor de 1,5 millones de personas carecen de servicios de agua potable y alcantarillado.

Vega (2012). España. Nos enseña que una de las soluciones adoptadas por muchos gestores es mejorar la eficiencia y gestión del agua por subsectores; básicamente consiste en dividir la red en ramales de medida hidráulica donde se controlan las entradas y salidas. Para llegar a recomendaciones de zonificación, primero debemos crear un campo, como un modelo de red empírico, lo que nos permite simular las condiciones del mundo real que la red mantendrá después de la zonificación, es decir en áreas pequeñas. En donde se tendrá que tener en cuenta las condiciones ideales de presión en los puntos críticos, así como la velocidad de circulación del agua en cada uno de los conductos de entrada y ramales terminales creados al efecto.

De esta manera, la segmentación de la red nos brinda una opción estratégica que nos permite estandarizar los elementos, así como las métricas y parámetros de diseño de cada área, de esta manera logramos precisión que nos permite evitar riesgos en la toma de decisiones para llevar a cabo la gestión del abastecimiento de agua. La independización de la red reduce el área de prueba del sistema y nos facilita la detección, localización y control de anomalías en el suministro de agua (como fugas, roturas, baja presión, etc.). Es así que, el contar con una red privada permite aplicar técnicas específicas de control de fugas, y también implementar diferentes modelos de gestión.

Morrison et al., (2007). Pag 3. La sectorización, es una tecnología que se está utilizando actualmente en muchos países del mundo, más comúnmente en Europa y América Latina. En la mayoría de los casos, cuando se lleva a cabo un proyecto de zonificación, el proceso se sigue de manera científica y técnica, basándose en la estructura de la red del suministro y en un enfoque de prueba y error.

Por otra parte, en la zona de La Libertad encontramos la localidad de Trujillo y esta localidad cuenta con servicios de saneamiento y agua potable y es administrada por la empresa pública SEDALIB, S.A. Dicha empresa, compra agua a Chavimochic, que produce agua potable de excelente calidad, y permite

abastecer entre el 60 a 70 % de la demanda total del agua para Trujillo y la diferencia, el 30 a 40 % es provisto por agua subterránea (Pozos tubulares).

En el año 2020, SEDALIB proveyó al distrito de Trujillo 26,134,190.68 m<sup>3</sup> de agua potable, de los cuales facturó (AF) 14,090,958 m<sup>3</sup> y la diferencia que corresponde a 12,043,232,68 m<sup>3</sup>, es agua no facturada (ANF), la cual representa un 46.6% en pérdidas de agua potable, con la cual se podría abastecer a un número mayor número de usuarios, brindar un mejor servicio, tener mayores utilidades que permita la reinversión en la misma empresa, es decir utilizar eficientemente el recurso hídrico que es vital para los seres vivos y un recurso escaso para muchos.

## **Formulación del problema**

Problema general

¿Cómo reducir las pérdidas de agua potable en las redes de las tuberías, utilizando el método de sectorización en el distrito de Trujillo?

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Describir como la técnica del método de sectorización podría reducir los porcentajes de pérdidas de agua en el distrito de Trujillo 2021.

### **Objetivos específicos:**

- Analizar cómo ha funcionado el control de pérdidas aplicado a través de la técnica de sectorización a nivel nacional e internacional.

## II. MARCO TEÓRICO

Vega (2012) España- Señaló que en atención al deslinde territorial que se ha adoptado en la red de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Huazhou (Lima-Perú), se utilizará un máximo de 300 hectáreas (con la meta de atender 400 hectáreas. 4,000 usuarios). En el caso de la gestión del agua, la empresa gestora del agua ha realizado muchos ámbitos y por tanto puede suministrarla a la población mediante sucesivas distribuciones, teniendo en cuenta las necesidades mínimas de presión y consumo del servicio. Esta división de redes de agua potable en Lima y Calorías (Perú) consiste en dividir las redes en áreas de menos de 3 kilómetros cuadrados, con un punto de entrada y un punto de emergencia, con una presión específica de 15 a 50 mca, dentro de corredores y áreas. Se formaron lazos o círculos con líneas de gran capacidad y se instalaron nuevas líneas principales para mejorar la presión y dirigir los flujos a las áreas. Página 3.

Toxky (2011), desarrolló un proyecto denominado “División de Red de Agua Potable para Mejorar la Eficiencia Hidráulica”, El objetivo del proyecto fue realizar la planeación de la red de agua potable de un predio ubicado en la Ciudad de México denominado es el sitio MHO-31 de la Miguel Hidalgo delegación, y mejora el abastecimiento, distribución y control de caudales, instalando válvulas de corte y reguladores de presión. Utilizando el software EPANET, nos permite realizar análisis hidráulicos. Además, diseñó la red y una alternativa para abrir la válvula de control de presión y también poner en funcionamiento las válvulas. También, diseñó la red y una alternativa de colocar válvulas reguladoras de presión abiertas y también coloco las válvulas en operación. Y les permitió recuperar un volumen diario de 14,262 m<sup>3</sup>, disminuyendo grandes cantidades de fugas de agua. (p. 30)

Bartolín (2011) desarrollo un proyecto llamado “una investigación la desarrollé, llamada genero modelos de redes de distribución de agua potable a partir de SIG y también desarrollo herramientas para ayudar con otras tomas de decisiones, siendo el objetivo principal precisar un volumen de agua producida, consumida, así como el sobrante, utilizando los SIG vectoriales relacionados a

la reconstrucción, así como los estudios de modelos matemáticos en las redes de agua. Por lo cual, presento el software GIS Red, el cual crea, simula y gradúa modelos en las redes en el sistema SIG, lo cual permite diagnosticar y diseñar planes para otros servicios que puedan ayudar en otros trabajos referentes a la gestión redes (averías, demanda, control de pérdidas a través de la sectorización, entre otros). Esta tesis resulta de importancia porque desarrolla el Software GISRed, que trabaja junto con el sistema ArcView, que sirve para la información geográfica, permitiendo así levantar y calibrar modelos matemáticos de redes de distribución. (p. 25)

Porras (2014) nos indica en su investigación titulada, “Reducción de pérdidas de caudal en red de tuberías para mejorar la distribución de agua potable – sector San Carlos – La Merced”, Cuando se utilizó la metodología de balance hídrico y la técnica de sectorización, mejoró la presión de la red de distribución de agua y por ende aumentó la continuidad del servicio. que a su vez optimizó la distribución de abastecimiento de agua a los consumidores, que proporcionan a la empresa EPS Selva Central S.A. El problema persistente en dicho sistema de distribución eran las fugas de agua, y el agua distribuida pero no facturada. Es así que, utilizando un sector piloto en donde aplico la metodología y técnica mencionadas anteriormente y con estos modelos de redes de agua, pudo valorar la disminución de agua en un 40.5% del volumen de agua, así también el promedio de horas de continuidad en el abastecimiento de agua potable en las redes de distribución de agua en la zona estudiada. (p. 1)

## **BASES TEÓRICAS**

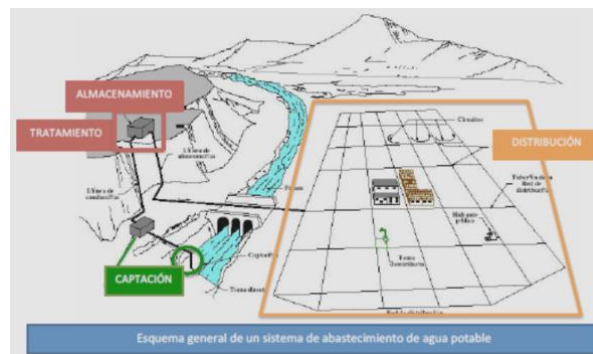
### Mallas de abastecimiento en agua potable

Las mallas o redes que llevan el suministro de agua potable, son utilizadas en el transporte de agua a los diferentes lugares de gasto, en donde será utilizada por el usuario. El abastecimiento se produce a través de los siguientes procesos:(Figura 1).

## Procesos:

- Captación: Proceso de captación de agua de fuentes hídricas (arroyos, ríos, embalses, etc.) a través de una infraestructura diseñada para tal fin. Existen cuencas poco profundas (presas, presas, etc.) o cuencas subterráneas (pozos, acequias de filtración, etc.).
- Tratamiento: Después de la captación de agua, el agua se envía a E.T.A.P. Aquí, el agua "cruda" se trata adecuadamente para eliminar sustancias que pueden ser dañinas para los humanos. Entre otras cosas, se realizan las técnicas de tamizado, depuración de sólidos, filtración y esterilización.
- En el Almacenamiento: Tratada el agua, esta se almacena en dispositivos que por lo general son de hormigón armado.
- En la distribución: El agua se lleva desde los tanques de almacenamiento hasta los puntos de consumo mediante tuberías presurizadas denominadas redes o rejillas de distribución. Esta red o red de distribución forma parte de la red de distribución oficial o red de proveedores extranjeros y red de distribución exclusiva o red de proveedores específicos. red de suministro. (Álvarez, 2013. p. 4).

**Figura 1.** Sistema de abastecimiento de agua potable



**Nota:** Proyecto de Red de Abastecimiento / Ejecución Acometida Verónica Álvarez.

## Clasificación de abastecimiento en las redes de agua

Estas redes se clasifican por su empleo o uso o por la topología de la red y la forma de su de alimentación de agua potable.

a. Según su empleo o uso

Es de usos exclusivos las redes generales para las zonas urbanas, así como el servicio industrial y los grifos contra incendios.

b. Según su topología de la red

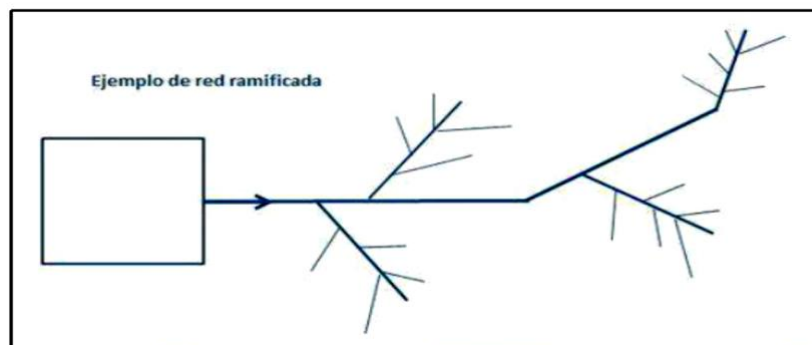
Estas redes se describen según como estén conectadas las redes, que puede ser: ramificada, malladas o mixtas.

- Redes distribución ramificada

En este tipo de redes, la distribución de agua corre en un solo sentido conectándose a lo largo de esta red, las tuberías secundarias, terciarias y otras más, siendo estas de un menor diámetro.

También se llaman redes de distribución arboladas, ya que tienen una semejanza a las ramas de un árbol. (Fig. 2).

**Figura 2.** Ejemplo de red ramificada

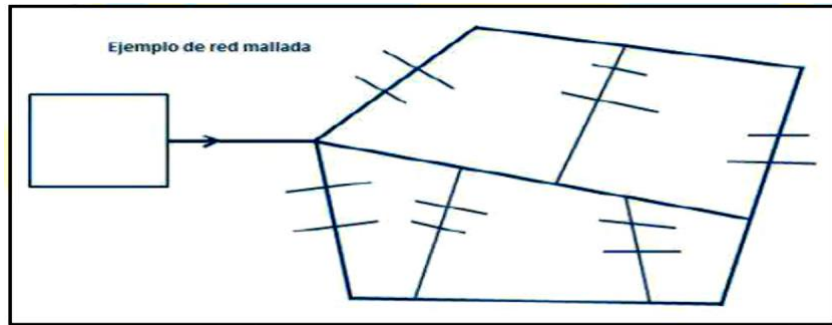


**Nota:** Redistribución de caudal, reducción de pérdidas 2019.

- Red distribución malladas

Estas redes están **anidadas** o **entrelazadas**, a diferencia de las redes de ramales, y la distribución de agua en estas redes se distribuye en diferentes direcciones, de modo que cada punto de la red es alimentado por otras tuberías. El resto de redes pueden continuar con servicio activo. (Fig. 3).

**Figura 3.** Ejemplo de red mallada

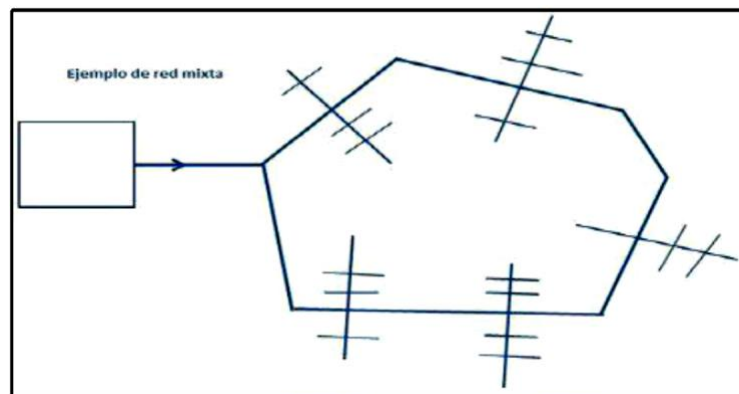


**Nota:** Redistribución de caudal, reducción de pérdidas 2019.

- Red de distribución mixta

Este tipo de red, como su nombre lo indica, son redes mixtas, con un conglomerado de redes malladas y ramificadas. (Fig.4).

**Figura 4.** Ejemplo de una red de distribución mixta



**Nota:** Redistribución de un caudal, reducción de pérdidas 2019.

### Sectorización

La sectorización, consiste en la creación de zonas que suministren el servicio de agua a los clientes o consumidores, las cuales se encuentran dentro una red de distribución, es decir la red ha sido dividida en secciones más pequeñas, con la finalidad de que su operación o manejo sea más simple, en los controles de los caudales que entran en ese sector y el control de las presiones internas de las tuberías, así como la petición del consumo



y las mermas de agua, como fugas, clandestinaje o consumos que no han autorizado.

La conducción de agua en las redes primarias se puede dar sin ningún exceso, para alimentar a las conexiones secundarias hasta el punto más alejado.

Robles (2013) La creación de sectores tiene el objetivo principal de obtener información más precisa y necesaria y que puede ser analizada con mejores condiciones, como:

- a. Debemos conocer la cantidad de ANC, con la finalidad de precisar las auditorias.
- b. En la distribución del caudal nocturno se puede trazar la curva de la demanda.
- c. En la evolución de los caudales mínimos nocturnos, es más rápido descubrir más las fugas.
- d. Se puede evidenciar la detección de fugas, así como su reparación inmediata con resultados excelentes y rápidos.
- e. Se puede revelar de inmediato los fraudes y otras irregularidades del servicio, como medidores malogrados que están sub registrando y también las equivocaciones de las lecturas.
- f. Se pueden reducir los costos de mantenimiento.
- g. A los sectores con un mayor índice de ANF, se les debe crear un plan de inversiones para su atención inmediata. (p. 56)

Salguero (2008, p.1.) Los términos generales sectorización, puede verse como el proceso de establecer dentro de ella subregiones con una alimentación controlada, que pueden ser específicas de la industria o compartidas por múltiples sectores a la vez. Este proceso puede perseguir objetivos desde la gestión activa de pérdidas hasta el control de calidad.

## A. Etapas de la Sectorización

Es un proceso largo y absorbente y un conjunto de considerables de recursos humanos y económicos y se debe comenzar con un plan claro y sobre todo con el compromiso del responsable de la prestación del servicio en el territorio. (CONAGUA, 2006).

La sectorización debe seguir las siguientes etapas:

- 1) La colocación o distribución de la prestación de agua potable se debe registrar como un procedimiento cada vez más preciso.
- 2) Se debe definir los puntos de alimentación, interconexiones controladas para que se protejan en un caso contingencia.
- 3) La implementación del sector piloto, requiere de una atención inmediata como las válvulas de cierre, dispositivos de control de presión de agua, medición de los costos de energía y las fluctuaciones diarias de la demanda, inferidas o inferidas por medios específicos.
- 4) Sobre las bases de mediciones citadas, se debe evaluar un modelo de simulación hidráulica.
- 5) El proyecto piloto debe tratar desde la modelación, se deben medir los gastos, registrando las presiones y valorando la relación entre la presión y los escapes de agua.
- 6) Se debe aumentar la experiencia a otros sectores.
- 7) Las consecuencias obtenidas se pueden utilizar para evaluar de manera integral los proyectos de zonificación y proporcionar una estimación muy precisa de los costos y beneficios esperados.

## B. Reglas para establecer los sectores

Es importante tener en cuenta ciertos factores en un proceso de sectorización, viendo las situaciones en que se va operar con las delineaciones del sistema de distribución y los elementos ambientales y también la situación económica de las empresas.

“La sectorización de una RDAP, tiene un primer paso y es describir el buen conocimiento en la estructura dinámica de su funcionamiento del sector”. (Kleppen, 2011, p. 56)

Es fundamental este aspecto, porque además de mejorar el diseño de los sectores, evita que estos arrastren resultados negativos, así como los problemas de provisión y la calidad del agua potable.

Los sectores deben empezar por una línea de alta y a partir de esta, se debe llegar a la red de repartimiento.

“Aislar la red tanto como sea posible para mantener la flexibilidad en caso de que desee realizar algunos cambios en el futuro, es el objetivo” (Morrison et al., 2007, p. 16).

Para redes que experimentan dificultades de baja presión, es muy importante validar el proceso de toma de decisiones con un piloto matemático capaz de examinar la relevancia de cada error. En la demarcación de industrias se han definido algunas reglas generales, así como reglas detalladas:

- En el diseño de un sector no debe haber tanque de almacenamiento o buches, para lo cual se deben instalar caudalímetros con la finalidad de controlar el caudal tanto, de entrada, así como de salida del agua potable.
- Las zonas deben alimentarse desde un solo punto donde se necesita el contador. En general, el contador de entrada debe ser más pequeño que el diámetro de la tubería de suministro en la que se instaló.
- Se debe definir bien los términos del sector, mediante válvulas cerradas. Estos procesos tienen que ser nativos, como por ejemplo los ríos, carreteras, líneas de metro y de esta manera quitar el uso de las válvulas.
- Los sectores, se deben evaluar y ver los tipos de consumidores del suministro que se les está brindando.
- Las medidas locales que se tomen se deben respetar.

- Se pueden ver zonas muertas del servicio, cuando se cierran las válvulas para aislar los sectores, por eso en la forma de los sectores hay que considerar problemas semejantes con la estanquidad del agua potable.
- En la ubicación de fugas, la presión juega un papel muy importante, por lo tanto, se debe incorporar un proceso de distribución al trazar los sectores.

### C. Criterios para sectorizar

Fragoso, (2016, p. 1) Los juicios para la división de los sectores, se dan de acuerdo a la infraestructura existente, así como las zonas con diferentes presiones y que tienen una operación normal antes de iniciar el proceso, resultando a esto una primera propuesta de sectorización, considerando que los ajustes *siguientes, se realizan de acuerdo a las* siguientes recomendaciones:

- a. Por cada 100 hectáreas (1 km<sup>2</sup>) se consideran de uno a cinco sectores; con una población de alta densidad, sectores que podrían ser de 10 a 15 hectáreas. Las dimensionan según los expertos se da a los sectores en función del número de beneficiarios.
- b. El tamaño de los sectores se ajusta de acuerdo a la forma
- c. Cada una de estas recomendaciones bloqueadas determinará el tamaño del fragmento y debe ajustarse en función del análisis de la red, teniendo en cuenta las condiciones operativas y adaptativas actuales, y cuando corresponda. El punto de suministro, y debe contar con una fuente de alimentación de respaldo y que esté cerrado y se use solo en situaciones de emergencia.
- d. Mantener servicio interno con uniformidad de presión mínima entre 15 y 50 m.a., adecuada para mantener equitativamente dinámicas mínimas y estáticas máximas.

#### D. TAMAÑO ÓPTIMO DE LOS SECTORES

La optimización económica tiene una cualidad importante cuando se establece el tamaño de la industria. La red de agua potable cuesta más dependiendo de su medida y tamaño y menor y así puede integrar más y número total de servicios.

En la conformación de un sector se debe colocar un mayor número de válvulas y reducir el número de líneas que no justifican su uso en el sistema de repartición. Caso inverso es con los sectores de mayores derivaciones; pero los sectores de menor tamaño revelan diferentes prerrogativas y mayor facilidad detectando las nuevas evasiones, así como situar y diferenciar de las pequeñas fugas o de un caudal mínimo nocturno.

Esto nos llevó a determinar que tenemos tres aspectos que pueden determinar cuánta agua se pierde por una fuga en particular: durante un período determinado de conocimiento, o durante la detección y duración. (Pilcher et al., 2007).

Las redes de aguas potable tratadas en sectores, se puede reducir de manera significativa el caudal de fugas, mientras menor sea el tamaño del sector, será más simple hacer las inspecciones y control. La IWA nos recomienda que se debe definir el tamaño de los sectores y se debe dar de acuerdo al número de conexiones, fijando un rango de 500 a 3,000 conexiones y que puede ser un rango aceptable (Morrison, et al., 2007).

El GIZ et al. (2011) tiene el criterio que el tamaño de la tubería dentro de un sector, debe tener un rango aceptable, de 4 km a 30 km y que tiene que ver con el tamaño del sector. Hay estudios económicos que han justificado la mayor parte de estos casos, los sectores deben ser entre 3,000 y 5,000 conexiones. (Thornton et al., 2008).

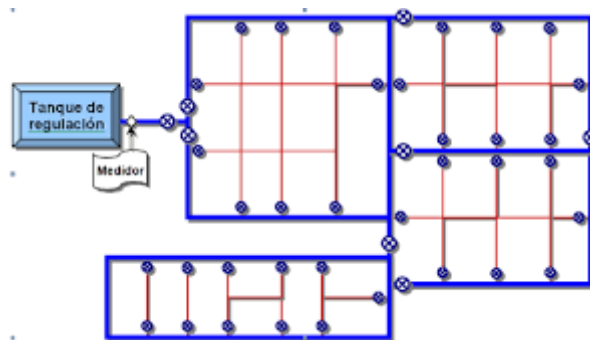
El tamaño apropiado del área se puede determinar de acuerdo con la eficiencia energética de la red de agua. La energía de cada fuente se debe tomar como punto de partida y, antes del aislamiento, se debe

considerar algún tipo de análisis que incluya menos energía desperdiciada en el sistema de agua.

E. Delimitación de sectorización y puntos de alimentación

Las dificultades que se tienen en la jurisdicción de los sectores, se deben personificar, con la baja presión de algunos puntos y las altas velocidades y con la alta presión en las horas de menor consumo.

**Figura 5.** *Ejemplo sectorización de redes en agua potable para mejorar su eficiencia hidráulica.*



**Nota:** *Sectorización en la optimización hidráulica de las redes de distribución de agua potable.*

Estos inconvenientes generalmente se superan cuando se consideran dos puntos de suministro o cuando se instalan válvulas de mariposa. Sin embargo, se deben construir nuevos enlaces. Es así que, esta indicación nos fundamenta el apartamiento entre la redes primarias y secundarias, de tal manera que estas no disminuyan la presión interna en la conducción principal de agua. Y de paso la reconstrucción de redes que reemplazan a las redes secundarias convencionales. Este indicador determina la separación de las redes principal y subsidiarias, para que no reduzcan la presión dentro de las tuberías principales de agua. De esta manera, la reconstrucción de la red reemplaza las redes secundarias (Consejo Nacional del agua, 2016).

F. Ventajas e inconveniente en la sectorización

a. Ventajas de la sectorización

Mejoramiento en la gestión de las redes

Robles, (2013, p. 56.) La sectorización permite realiza auditorias del estado de la red y controlar la distribución del suministro, pues facilita la identificación de áreas con una baja utilidad volumétrica (auditoría de agua), al igual que visualiza la distribución y permite reconocer fugas en tiempo real, roturas u otras fallas en el servicio de la red.

Menor área de influencia en las anomalías

Una red que ha sido sectorizada, permite disminuir diversos efectos negativos a lo largo del sector afectado. (Robles, 2013, p. 56).

Mejora del Control Activo de Fugas

Permite que las consecuencias de las operaciones de localización y la rectificación de las pérdidas se pueda realizar de una manera más adecuada. (Robles, 2013, p. 55).

Reducir el área de búsqueda de fugas

“La sectorización, cambiará las redes en varias redes independientes y más chicas y reducirá el área de investigación en las posibles fugas, demarcando un solo sector”. (Robles, 2013, p.55).

b. Inconvenientes en la sectorización

Red ramificada

“En la sectorización, una tarea es la interrupción de tuberías para cercar sectores. De este modo que se está ramificando la red con una resultante baja y la garantía del servicio respecto a la red mallada inicialmente” (Robles, 2013, p. 54).

Viabilidad de suministro

Si un sector tiene una o dos tuberías de alimentación, es provechoso.

“El veredicto negativo de abastecimiento de agua en estas conducciones de abastecimiento se deja sin servicio de agua a todos los usuarios del sector”, (Robles, 2013, p. 54).

Aumento de tiempo y permanencia

El cloro permite desinfectar el agua potable y la eliminación de los microorganismos patógenos, siendo este aditivo bastante económico, eficaz y además deja remanente en el agua. Sin embargo, dicha concentración disminuye con el tiempo; por lo cual, cuando el agua permanece mucho tiempo en la red, pueden existir zonas donde el agua ya ha perdido todo el cloro. Siendo inexacto el mantenimiento de los estándares de calidad. por lo que no es necesario mantener unos estándares de calidad. Esto podría deberse a más y más caminos hacia los usuarios finales a medida que las redes adoptan más clasificaciones. (Robles, 2013, p. 56).

#### Inversión de agua

La construcción inicial del sitio nos costó una inversión, ya que en este caso no solo se trataba de instalar válvulas y medidores en diferentes puntos de agua, sino también de reforzar algunas de las tuberías para asegurar la presión de suministro. (Robles, 2013, p. 55).

#### Pérdida de agua

La construcción del sitio inicialmente nos costó una inversión, porque en este caso no solo se trataba de instalar válvulas y medidores en diferentes puntos de agua, sino también de reforzar ciertas tuberías para asegurar la presión de suministro. (Robles, 2013, p. 54).

#### Clasificación

La clasificación de la Unión Internacional del Agua (IWA) y las pérdidas de flujo en los sistemas de distribución de agua se calculan como pérdidas reales e hipotéticas, (Robles, 2013, p. 54).

##### a. Pérdidas físicas y/u Operacionales

“Llamamos pérdidas físicas a las cuantías de agua perdida a través de fugas, descargas y desbordamientos. Y estas se clasifican de acuerdo al lugar, tamaño y tiempo dentro del procedimiento. Por conocimientos,



métodos económicos y se debe admitir que no se puede excluir por completo las pérdidas físicas de agua.”, (Robles, 2013, p. 55).

b. Pérdidas comerciales

Es el agua entregada al consumidor y que no es medida o no se registra con precisión. Estos son sistemas de suministro de agua no probados y pueden tener una gran cantidad de interrupciones y daños comerciales pueden ser una gran cantidad de agua y generar un valor de producción que no genera ingresos para la comunidad. (Robles, 2013, p. 56).

Razones que pueden justificar la inversión en las pérdidas de agua

Es concluyente, tomar acciones contra las pérdidas de agua, como:

- Debe haber una mayor seguridad de provisión: Se puede abastecer más clientes con el mismo caudal existente. Se puede incrementar la garantía de abastecimiento con un buen sistema, teniendo menos fugas y reventones.
- Mejorar las lecturas y facturación: Se deben mejorar las pérdidas de agua comerciales y se tienen menos errores en la medición y por lo tanto mejora el índice de cobranza.
- Disminución de los costos operativos: Debe haber menos reparaciones en el mantenimiento del sistema y los costos deberán ser bajos.
- Menores riesgos en la salud: Disminuyendo las fugas de agua en el procedimiento y manipulación, reducirá el riesgo de introducción de contaminación de las tuberías, así como el riesgo de enfermedades
- Mínimo estrés ambiental: se produce por la quiebra o sobreexplotación de cursos de agua potable, lo que reduce la pérdida de agua y reduce la presión sobre estos recursos.

## Balance Hídrico

La (Asociación Internacional del Agua (IWA), 2000), En 2000, se introdujeron las mejores prácticas internacionales. El balance es importante porque se utiliza un sistema consistente y transparente para que las empresas de agua potable puedan ser comparadas internacionalmente.

**Tabla 1.** Componentes del Balance hídrico según la IWA

A	B	C	D	E	
Volumen de entrada al sistema [m <sup>3</sup> /año]	Consumo autorizado [m <sup>3</sup> /año]	Consumo autorizado facturado [m <sup>3</sup> /año]	Consumo facturado medido (incluyendo agua exportada) [m <sup>3</sup> /año]	Agua facturada [m <sup>3</sup> /año]	
			Consumo facturado no medido [m <sup>3</sup> /año]		
		Consumo autorizado no facturado [m <sup>3</sup> /año]	Consumo no facturado medido [m <sup>3</sup> /año]	Agua no facturada [m <sup>3</sup> /año]	
			Consumo no facturado no medido [m <sup>3</sup> /año]		
	Pérdidas de agua [m <sup>3</sup> /año]	Pérdidas aparentes [m <sup>3</sup> /año]			Consumo no autorizado [m <sup>3</sup> /año]
					Imprecisiones de medida [m <sup>3</sup> /año]
		Pérdidas reales [m <sup>3</sup> /año]			Pérdidas reales en conducciones de agua bruta y en tareas de tratamiento (si procede) [m <sup>3</sup> /año]
					Fugas en transporte y/o conducciones de distribución [m <sup>3</sup> /año]
					Fugas y desbordamientos en transporte y/o depósitos de almacenamiento [m <sup>3</sup> /año]
					Fugas en <i>acometidas</i> hasta el <i>punto de medida</i> [m <sup>3</sup> /año]

Nota: El consumo de agua de clientes registrados que pagan indirectamente a través de impuestos locales o nacionales se considera consumo autorizado facturado para los fines del balance hídrico.

**Nota:** Terminología estándar para el balance hídrico de acuerdo con la IWA (GIZ, 2011).

## Agua Potable

(Secretaría de Servicios Públicos (EPAS), 2017) El agua potable es el agua apta para el consumo humano, utilizada sin reserva para beber o para beber y preparar alimentos.

En 2000, se introdujeron las mejores prácticas internacionales. El balance es importante porque se utiliza un sistema consistente y transparente para que las empresas de agua potable puedan ser comparadas internacionalmente. Asimismo, también puede provenir de fuentes de agua subterránea. Frecuentemente, esta agua es tratada antes de su uso, lo que puede variar considerablemente, pero depende de la calidad del agua original. (secretaría de Servicios Públicos, 2017).

## Escasez del agua

La falta de agua utilizable nos imposibilita cubrir nuestras diversas necesidades hídricas a mediano y/o largo plazo. Esta escasez de agua afecta diversas actividades económicas, así como el equilibrio de los ecosistemas, así como la supervivencia de los organismos, el bienestar humano y los límites de la biodiversidad.

Actualmente, los seres vivos utilizan el agua de los ríos, pero la mayoría de estos se encuentran contaminados, y si bien el agua del mar puede ser desalinizada tiene un costo elevado realizar dicho proceso. El crecimiento de las poblaciones y los cambios climáticos, acelera una escasez de agua. Todo esto, creará una crisis mundial del líquido elemento, a la cual ya algunos países se enfrentan.

## Dificultad e Inconvenientes del agua

Sabemos que mientras la petición de agua acrecienta, en correlación con el recurso hídrico utilizable, existe un aprovechamiento excesivo de las fuentes de agua, así como la contaminación, mal uso y desperdicio, utilización de sistemas de distribución inadecuados e ineficaces.

(UNESCO, 2013) La escasez del agua, crea una serie de problemas sociales en los diferentes niveles, por ejemplo, entre los grupos nativos, municipios y compañías proveedoras de todos estos servicios. Estos problemas referentes del agua no son atendidos a tiempo, por lo que es probable que la situación empeore y se transforme en zonas de disputa por obtenerla.

## DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- La Sectorización de las redes: La creación de estos sectores de suministros de agua, deben ser libres, pero no autónomas de una red de repartición; porque podemos decir que el fraccionamiento o la división de unas redes más pequeñas, facilitan su manipulación.
- Red de Distribución: Una red de repartición, es todo un sistema de tuberías de conducción, y que se inicia a partir el tanque de repartición hasta las líneas que parten de la toma a las conexiones domiciliarias.
- Tramos: Es la distancia de redes es percibida entre dos puntos de un tubo o conducto.
- Válvulas: Se utilizan en una red o red de distribución de productividad y se clasifican según una función operativa específica. La válvula se usa más en la red de distribución, la válvula de compuerta se usa para separar partes de la misma red.
- Cámara rompe presión: Es un depósito o caja cuya zona no se llena de agua y el volumen correspondiente es pequeño y se colocan en los puntos intermedios de la red de instalación de agua y la separan por partes. Se utilizan en un sistema o red de distribución de productividad y se clasifican según una función operativa específica. Las válvulas se usan más en redes de distribución, las válvulas de compuerta se usan para separar partes de una misma red.
- Presión nominal: Viene a ser la influencia de presión interna en la tubería instalada.

- Presión de prueba: Se practica una prueba hidráulica a una línea de agua y se llega a conocer la máxima presión interior de ella.
- Presión de servicio: Es aquella que se da en un punto de la red durante el servicio estándar de trabajo.
- Reservorios de regulación: Son almacenes que están ubicados ordinariamente entre la red de captación de agua y la de repartición.
- Acometidas de agua potable: Son redes y accesorios que ayudan a los beneficiarios del servicio de agua de una red de distribución.
- El servicio de agua potable: Este servicio al público puede alcanzar varias acciones en la captación, en conducción, en el procedimiento y el almacenamiento en los recursos hídricos, con la finalidad de que estos se conviertan en agua potable y luego mediante los sistemas de repartición se puedan adjudicar a los beneficiarios, en las redes de repartición y otros medios que sean facultativos.
- El agua potable: Es agua que ha sido tratada y considerada apta para el consumo humano. Debe contener en cierta medida un conjunto de microorganismos y compuestos químicos, cuyas ubicaciones se examinan en el proceso de purificación del agua.
- El Agua Facturada: Ese es el volumen de agua potable que la empresa destina al servicio, cobrando la factura de acuerdo a la carga de la empresa.
- El agua No Facturada: Es el volumen de agua potable que la empresa proporciona gratuitamente y puede deberse a la existencia de contactos peludos o evasivos en la red de distribución de agua potable.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de investigación

Hernández Sampieri (2010) menciona los tipos de investigación según los siguientes criterios”:

Tipos de búsqueda con diferentes criterios

TIPO DE INVESTIGACION	
Enfoque	Cuantitativo
Tipo de estudio	Descriptiva
Según su propósito	Aplicada
Según el tiempo	Transversal

- El tipo de Investigación: Es una Investigación aplicada
- El diseño de Investigación: Es un Diseño no experimental de tipo bibliográfico

#### 3.2. Variables y Operacionalización:

Análisis del uso de la Sectorización para el Control de Pérdidas del suministro de agua potable en el Distrito de Trujillo, 2021						
VARIABLE						
Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimension	Indicadores	Escala de Medicion	Instrumentos
Sectorizacion	Actividades estratégicas para el analisis y Control de perdidas	Distrito de Trujillo	Suministro de agua, Control de perdidas, sectorizacion	a) <b>Suministro de Agua:</b> Produccion de agua, agua facturada y agua no facturada. B) <b>Contol de perdidas:</b> facturacion, fugaz, medida de cubicaje. C) <b>Sectirizacion:</b> facturacion, metros cubicos facturaados, poblacion.	Micro y Macro medidores	Facturacion: medidor de metros cubicos. Fugas: mediddor de metros cubicos. Medida de cubicaje: medidor de meros cubicos.

- Variable: Uso de la técnica de sectorización en el control de pérdidas de agua.
- Definición Conceptual: Son actividades estratégicas para analizar y monitorear las pérdidas de agua potable.
- Definición Operacional: Distrito de Trujillo.
- Dimensión: suministro del agua, control de perdidas, sectorización

- Indicadores:
  - Suministro de agua: producción de agua, agua facturada y agua no facturada
  - Control de perdidas: facturación, fugaz, medida de cubicaje.
  - Sectorización: facturación, metros cúbicos facturados, población
- Escala de medición: micro y macro medidores.
- Instrumentos:
  - Facturación: medidor de metros cúbicos
  - Fugaz: medidor de metros cúbicos
  - Medida de cabotaje: medidor de metros cúbicos
  - Población: los residentes

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población:**

Para esta investigación es toda la población del distrito de Trujillo y que está constituida por 56,304 conexiones. (Ver el anexo – tabla 3)

#### **3.3.2. Muestra:**

Son las redes de agua potable del Distrito de Trujillo, dividido en 20 sectores de control. (Ver el anexo – tabla 3)

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas a utilizar es el análisis documental, de la información documentada que se ha sido recopilada de la empresa SEDALIB S.A. con el fin de conseguir la información fundamental de los problemas del trabajo de investigación; donde se han revisado informes, artículos, escritos, resúmenes, información del balance hídrico, Informes de agua no contabilizada y otros.

### **3.5. Procedimientos:**

- Delimitar la zona a estudiar
- Recopilación de información acerca de las redes de agua existentes en la zona.
- Forma de abastecimiento de agua potable de la zona. (Agua de lluvia o agua subterránea)

### **3.6. Método de Análisis de Datos:**

- Revisión y análisis de la información recopilada donde se visualiza la realidad del distrito de Trujillo acerca de los procedimientos de control de pérdidas del agua potable.
- Análisis y control de perdidas aplicado a través de la técnica de sectorización a nivel nacional e internacional.
- Analizar el control de pérdidas de los suministros de agua potable a través de la técnica de sectorización en el distrito de Trujillo.

### **3.7. Aspectos Éticos:**

En esta indagación se tendrá en cuenta la seguridad de la información obtenida, así como también de los resultados, manteniendo la veracidad.



## IV. RESULTADOS

Del Objetivo General:

Descripción técnica de cómo reducir la pérdida de agua en el condado de Trujillo, 2021.

El resultado obtenido de los análisis de la sectorización aplicados a nivel nacional e internacional, nos permite recomendar a SEDALIB S.A. simular con este método en el Distrito de Trujillo, donde se obtendrían resultados similares a los que dichos proyectos alcanzados. Esto significa que se debe mejorar el servicio de distribución de agua potable en las regiones de la provincia de Trujillo donde se mejorará la presión hidráulica para llegar al nivel adecuado, se reducirá la intrusión de agua, y todo ello permitirá un mejor control de pérdidas. El agua potable reflejará una disminución del agua pendiente y un aumento de la recaudación por agua facturable.

Analizar cómo ha funcionado el control de pérdidas aplicado a través de la técnica de sectorización a nivel nacional e internacional.

De los Objetivos específicos:

1. Analizar de la realidad del distrito de Trujillo, en el servicio y control de pérdidas que se dan en el suministro de agua potable.

De acuerdo a la información revisada, (Tabla 3 de los anexos) encontramos que el distrito de Trujillo se encuentra dividido en 20 sectores de distribución de agua, con un total de 56,304 conexiones. Y en cuanto a las redes de suministro de agua potable, estas son abastecidas por la planta de tratamiento de Chavimochic en un 70% a 80% y los pozos subterráneos de SEDALIB, suministran un 20% a 30%. Asimismo, la producción entregada promedio al Distrito de Trujillo 26,134,190.66 m<sup>3</sup>; sin embargo, la facturación corresponde solo a 14,090.958 m<sup>3</sup>, quedando de esta forma como agua no facturada la diferencia que corresponde a 12,043,323.08 m<sup>3</sup>. Es decir, el ANF corresponde a pérdidas comerciales

(23.53%) y operacionales (25.89%). De otra parte, con respecto a la infraestructura que corresponde a redes de agua, reservorios, instalaciones domiciliarias, y los macros y micro medidores, otra información obtenida de la empresa nos indica que más de un 50% de ellas tienen una antigüedad de 40 años a más y que han sobrepasado su vida útil.

2. Analizar cómo ha funcionado el control de pérdidas aplicando la técnica de sectorización a nivel nacional e internacional: luego de revisar la información correspondiente encontramos como:

- En la tesis, de Tenorio y Francisco, UNI, Lima, 2009. Sectorización del sistema de abastecimiento de agua potable en el esquema la ensenada y anexos del distrito de Puente Piedra - sectores 368 y 369” En las obras de fraccionamiento tenemos como resultado que con este diseño de fraccionamiento se han conformado dos zonas: a) la zona 368, del sector sur correspondiente al conjunto habitacional La Ensenada de Chillen y b) en la zona 369, del Distrito Norte, correspondiente a la Asociación de Vivienda Chillen Hillside y también a sus tres plazas. Estos campos se desarrollan con un asentamiento máximo y mínimo de unos 200 m y tienen una superficie total de 526 ha. Cada industria cuenta con estructura hidráulica y equipos, el sistema funciona de manera eficiente. En el Área 368 se construyeron cámaras de expansión, de las cuales 31 cámaras de válvulas de aire, 8 cámaras de válvulas de purga y se instalaron 39,97 km de tubería PVC - PN 10, 218 compuertas y 38 hidrantes.
- En la investigación, Con la sectorización se optimizo hidráulicamente las redes de distribución de agua potable”, Toxky, México D. F., México, 2012, nos indica que en el sector MHO-31 de la delegación Miguel Hidalgo de la ciudad de México, se sectorizo la red de agua potable y se mejoró la transmisión, Se restableció la distribución y el control de caudal, se instalaron artefactos, válvulas de cierre y reguladores de presión, volumen diario 14262, y se

redujo significativamente la fuga de agua, y se logró recuperar un volumen diario de 14,262, y se redujo las fugas de agua significativamente. El volumen que se recuperó fue de 14,262.01 m<sup>3</sup> representando un consumo mediano diario de 165.07 l/s. El consumo por fugas fue regular, la presión se dio en 164.47 l/s que representa un porcentaje de 76.8 %. El consumo por concepto de fugas fue de regular y la presión fue de 18.01 l/s representando un porcentaje de 25.3 %.

- En la tesis, Proponer un método para clasificar las redes de agua potable, Campbell, Valencia, España, 2013. Hace la propuesta de obtener un plano de red sectorizado (tres sectores de 100 km) y mantener la presión, dentro de los rangos establecidos y apropiados (10-55 mca), implicando una disminución del en esta implementación. Incluyendo otros objetivos de sectorización y como conservar un apropiado grado de funcionamiento de la RDAP. Importante propuesta que se destaca en esta sectorización, incluye una amplia gama de ventajas comparativas, se aplica en ciudades de gran y mediana expansión y depende de redes interurbanas, bajos costos de implementación, facilitará la fuga de actividades relacionadas con el control activo, mantendrá la flexibilidad de la estructura de la red y la hará posible realizar ajustes en el esquema de partición. La única propuesta que tiene en cuenta el volumen de fugas en la red y en el diseño de los campos
- El resultado de sectorización, en Fresnillo, de acuerdo a lo reportado por Eduardo Velasco Vanegas, encargado de la sectorización en Fresnillo, indica que, gracias a este programa, hasta la fecha ya alcanzado un avance del 50 por ciento, y que ha beneficiado con 42 litros por segundo en diversos puntos de la ciudad. Asimismo, Detalló que hasta el momento el caudal ha aumentado al intervenir pozos de los sistemas Carrillo y Pardillo hasta 436 litros por segundo. (NTR, Periodismo crítico, Bernal, Zacatecas, México, 2019).

## V. DISCUSIÓN

Del Objetivo General:

- Analizar el control de pérdidas del suministro de agua potable utilizando la técnica de sectorización en el Distrito de Trujillo, 2021.

Falta de un buen control de las pérdidas de agua potable en el Distrito de Trujillo, con una técnica confiable, que en este caso representa la técnica de sectorización, resulta fundamental mejorar el servicio de agua potable y su recaudación. Con la aplicación y desarrollo de dicha técnica se beneficiará al Distrito de Trujillo, y sus usuarios, pues optimizará la redistribución de agua permitiendo que más personas cuenten con dicho servicio y que se utilice de manera eficiente el recurso hídrico, evitando desperdicios y gastos innecesarios, que no solo van en perjuicio de la empresa, sino de todos los contribuyentes. Igualmente, la técnica de sectorización permitirá identificar más fácilmente las fugas, lo cual facilitará su reparación inmediata, consiguiendo mantener una buena presión de agua y el buen funcionamiento del servicio. Como lo demostró:

Toxky (2011), desarrolla un proyecto denominado “la Sectorización en Redes de Agua potable para mejorar su eficiencia hidráulica”, Su objetivo era duplicar la red de agua potable de un predio ubicado en la Ciudad de México denominado sitio MHO-31 de la misión Miguel Hidalgo, para mejorar el abastecimiento, distribución y control de caudales, mediante la instalación de válvulas de cierre. y regulador de presión. Mediante el software EPANET, que permite realizar análisis hidráulicos. Además, diseñó la red y una alternativa que coloca las válvulas reguladoras de presión abiertas y también opera estas válvulas. Y esto les permite recuperar un volumen diario de 14,262 m<sup>3</sup>, reduciendo así grandes cantidades de fugas de agua. (pág. 30)

Bartolín (2011) desarrolló un estudio, llamado Confección modelos de redes de distribución de agua desde un SIG y desarrollo las herramientas de apoyo en la toma de decisiones, siendo el objetivo establecer un volumen de agua producida, desarrolló un estudio, llamado Modelos seguros de redes de distribución de agua a partir de SIG y desarrolló herramientas de apoyo a la

decisión, cuyo objetivo es establecer una cantidad de agua producida, consumida, también como residual, utilizando la reconstrucción de vectores relacionada con SIG, así como el estudio de modelos matemáticos. en redes de agua. Por ello, presento el software GISRed, que crea, simula y clasifica modelos en redes GIS, ayuda a diagnosticar y diseñar planes para otros servicios que pueden ayudar en otros trabajos relacionados con la gestión de redes (cortes, demanda, pérdida de control por sectorización, entre otros). Esta tesis resulta de importancia porque desarrolla el Software GISRed, que trabaja junto con el sistema ArcView, que sirve para la información geográfica, permitiendo así levantar y calibrar modelos matemáticos de redes de distribución. (p. 25)

Porras (2014) en su investigación titulada, Reducción de pérdidas de caudal en red de tuberías para mejorar la distribución de agua potable – sector San Carlos – La Merced, en donde utilizando de la metodología del balance hídrico y la técnica de sectorización mejoro la presión en las redes de distribución de agua y de esta manera aumento la continuidad del servicio, que a su vez optimizó la distribución de abastecimiento de agua a los consumidores, que proporcionan a las empresa EPS Selva Central S.A. El problema persistente en dicho sistema de distribución eran las fugas de agua, y el agua distribuida pero no facturada. Así, con la ayuda de un área piloto donde aplicó el método y la técnica anteriores y con estos modelos de red de agua, pudo evaluar la caída del volumen de agua de 0,5  $\mu$ l de volumen de agua, así como las horas promedio continuas. en suministro agua potable en las redes de distribución de agua de la zona de estudio. (pág. 1)

Fragoso (2015) indica que, A través de la sectorización y regulación de presiones, se mejorara significativamente la eficiencia hidráulica de las redes de distribución de agua potable en estudio, se recuperaría volúmenes importantes de agua potable, reduciéndose un alto grado las fugas” p. 1

De los Objetivos específicos:

1. Analizar de la realidad del distrito de Trujillo acerca del control de pérdidas en el servicio de agua potable.

Los resultados obtenidos en el primer objetivo específico podemos notar que la situación actual de las redes del suministro del agua potable en el distrito de Trujillo está bastante deterioradas debido a la antigüedad que presentan sus instalaciones y el servicio que presta es deficiente, teniendo un porcentaje total de perdidas bastante alto (49.42%) con relación al año 2020. Asimismo, la facturación muestra una deficiente captación, pues se facturaron en el año S/. 2020 83,555,288.68 nuevos soles, pero que solo alcanza una recaudación una recaudación de 71,383,258.65, que equivale a un total de 14,091,039 m3.

(SEDALIB, 2017), en el informe Lama, A. - Plan de reducción de pérdidas de agua potable en SEDALIB S.A, nosa indica que, la infraestructura (pozos, reservorios, redes de distribución, conexiones, medidores, micro y macro medidores) tienen una antigüedad entre uno a setenta años. Asimismo, reporta que cuenta con 55 pozos que tiene una antigüedad de 33 años aproximadamente, los cuales requieren mantenimiento y que, en ese momento, nueve se encontraban en mantenimiento. Igualmente, el informe señala: “estima que fundamentalmente por antigüedad de estas tuberías presentan fugaz en las uniones, abrazaderas de antiguas pruebas hidráulicas y algunas fisuras en tuberías por acciones vandálicas, instalación de conexiones clandestinas y deterioro por antigüedad.”

2. Analizar cómo ha funcionado el control de perdidas aplicado a través de la técnica de sectorización a nivel nacional e internacional

Según el objetivo específico número dos, encontramos que todos los trabajos en donde se ha utilizado la técnica de sectorización a nivel nacional e internacional como México y España, hallamos que todos se han visto beneficiados con el mejoramiento y la redistribución del servicio de agua potable, pudiendo abastecer a sectores que no contaban con dicho servicio, también se mejoraron las presiones de agua, se consiguió

realizar un mejor control de las fugas de agua y por consiguiente se bajó el porcentaje de pérdidas y se incrementaron los ingresos.

(Campbell, 2013) En su propuesta, logró obtener un plano de redes sectorizadas (división de tres sectores, 100 km de red) manteniendo la presión dentro de los rangos establecidos y apropiados (10-55 m.c.a.) implicando una disminución del nivel de las fugas con su implementación. Las recomendaciones disponibles son generales y el tamaño del perfil de campo depende del número de conexiones y/o la longitud de la red.

## VI. CONCLUSIONES

1. La utilización de la técnica de sectorización, permitirá realizar un control de perdidas eficiente en el Distrito de Trujillo, pues al poder manejar de forma precisa las cantidades que ingresan de agua al sector, se podrán mantener las presiones adecuadas e identificar las fugas y mejorar la redistribución de agua para brindar el servicio a una mayor población.
2. El distrito de Trujillo tiene actualmente redes de distribución de agua potable bastante deterioradas, que no solo necesitan ser renovadas sino principalmente ser administrada con eficiencia, utilizando técnicas y recursos innovadores, que ya han sido probados en otros lugares para controlar las pérdidas de agua, en Trujillo dichas perdidas representan un porcentaje bastante elevado. El poder realizar un control de perdidas eficiente en el Distrito de Trujillo, representaría un avance en el manejo hídrico responsable, cuidado del medio ambiente y de atención al consumidor.
3. En cuanto a la facturación muestra una deficiente captación, pues se facturaron en el año S/. 2020 83,555,288.68 nuevos soles, pero que solo alcanza una recaudación una recaudación de 71,383,258.65, que equivale a un total de 14,091,039 m<sup>3</sup>. Informe Ing. Lama, A. (2021). SEDALIB- Plan de reducción de pérdidas de agua potable en SEDALIB S.A
4. La utilización de la técnica de sectorización a nivel nacional e internacional ha demostrado ser una solución en la reducción de las pérdidas de agua potable, mejorando la redistribución y presión de agua, resultando ser una técnica recomendada para reducir las pérdidas de agua potable.



## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la utilización de la técnica de sectorización del agua potable en el Distrito de Trujillo, para lograr un mejor control en las pérdidas de agua potable.
2. Se recomienda iniciar con un sector piloto, como por ejemplo el Centro Cívico de Trujillo, para la aplicación del método de sectorización.
3. Se recomienda realizar un proyecto detallado siguiendo los parámetros indicados para realizar la sectorización y fundamentalmente buscar financiamiento para el proyecto
4. Proveedor recomendado SEDALIB S.A. Realizar balances hídricos trimestrales y anuales, para realizar un seguimiento de las pérdidas actuales y su evolución en el tiempo. Asimismo, es necesario recuperar el agua perdida para mejorar la captación y distribución.
5. Colocar dispositivos reductores de presión en su área de operación y aplicar lo sugerido en este estudio para reducir la presión del sistema.
6. Configurar y seleccionar válvulas de alivio de tratamiento de alta presión e implemente este sistema de automatización PRV con puntos de ajuste dobles.
7. Recomendar a SEDALIB S.A. que difunda ante la comunidad, viviendas y centros educativos, la importancia que tiene el control de pérdidas y el cuidado del agua potable sobre todo a los niños, a quienes se les debe concientizar lo importante que es el agua en la vida humana, crecimiento de las plantas y mantenimiento del ecosistema y por tanto no permitir el mal uso o su desperdicio del agua.

## REFERENCIAS

- Alvarado, N.; Hansen, A. y Aguilar, C. (2019). *Análisis del Índice de Pérdidas para mejorar el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del sector vi de la ciudad de Tacna*. p. 48. Recuperado de: <https://n9.cl/kok9i>
- Álvarez, V. (2012). *Proyecto de remodelación de la red de agua del barrio de la Geltrú (Vilanova i la Geltrú) - Ejecución de una acometida de abastecimiento*. curso de adaptación 2012 – 2013. p.4. Recuperado de: <https://n9.cl/3wro>
- Apolo, J. (2004). *Proyecto de evaluación y reducción de pérdidas en el sistema de abastecimiento de agua*. Lima -Perú 2004. p.75. Recuperado de: <https://n9.cl/4kukk>
- Banco Mundial (2011). *Guía para la reducción de las pérdidas de agua - GIZ* Ministerio federal de cooperación económica y desarrollo. Washington, EEUU, 2006(1). P.1. Alemania. Recuperado de: <https://n9.cl/5u4t>
- Bartolín, H (2013) Desarrolló un estudio, llamado *Confeción de modelos de redes de distribución de agua desde un SIG y desarrollo de herramientas de apoyo a la toma de decisiones*. Universidad Politécnica de Valencia. p. 25. Recuperado de: <https://n9.cl/h83jm>
- Campbell, E. (2013). *Propuesta Para una Metodología de Sectorización de Redes de Abastecimiento de Agua Potable*, Valencia, España, 2013. P.46. Recuperado de: <https://n9.cl/xj015>
- Campbell, E. (2013). *Propuesta Para una Metodología de Sectorización de Redes de Abastecimiento de Agua Potable*. Valencia, España, 2013. p. 1.
- Campos, J. y Palacios, J. (2019). *Optimización del caudal y presiones en la red de tuberías, para la Distribución de Agua Potable en la ciudad de Moche*. Trujillo. p.10. Recuperado de: <https://n9.cl/bbxjd>
- Chávez, H. y Prado, K. (2020). *Sectorización de la red de agua potable para mejorar la eficiencia del sistema en los distritos de Castilla y Piura*. P.15. Recuperado de: <https://n9.cl/clorw>

- Fragoso, L.; Ruiz, J. y Zurvia-Flores, G.; López, T. (2016). *La Sectorización en Redes de Agua Potable para Mejorar su Eficiencia Hidráulica-*, México D. F., México. 2016. Pag 1 – Recuperado de: <https://n9.cl/suczx>
- García, J. (2020). *Diseño de una metodología para control de pérdidas de agua para la zona alta de cantón Azogues*. P.5. Recuperado de: <https://n9.cl/0g0km>
- González, C. (2014). *Sectorización de Redes de Abastecimiento*. P.28 Recuperado de: <https://n9.cl/2fksu>
- Guarnizo, M. y Sánchez, A. (2019). *Reducción de Pérdidas de agua potable mediante el método de sectorización en el distrito de Salaverry, departamento La Libertad*. Tesis. Trujillo – Perú. P.35. Recuperado de: <https://n9.cl/wvicn>
- Inga, A. (2019). *Redistribución del caudal, reducción de pérdidas de agua y aumento de la ganancia económica por el agua no facturada a través de una nueva sectorización para mejorar la prestación del Servicio de Agua Potable en el Distrito de Huacho*. P.6. Recuperado de: <https://n9.cl/hi30e>
- Kleppen, E. (2011). *Ssectorización óptima de la red de distribución de agua potable de la ciudad de santa marta, Colombia utilizando los algoritmos metis*. Universidad Politécnica de Valencia. España p. 28. Recuperado de: <https://n9.cl/5abux>
- Laboreano, E. (2018). *Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado en el centro poblado - El Pueblito, Olmos, Lambayeque*. Chiclayo – Perú. P.15 Recuperado de: <https://n9.cl/youol>
- Lama, A. (2021). *SEDALIB- Plan de reducción de pérdidas de agua potable en SEDALIB S.A. - propuestas administrativas, técnicas y económicas para reducir las pérdidas con las que se sustentan las metas a lograr en el periodo 2018-2021*. Informe Sub Gerencia de Sectorización y Control de Pérdidas.
- López, (2016). *SEDAPAL reduciría a 28% el nivel de pérdida de agua potable*. Lima – Perú. Nota de Prensa No 13-2 015. Pág. 01. Recuperado de: <https://n9.cl/bikc>

- Lozano, V. (2020). *Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado en el centro poblado Farías, distrito de Chocope, Ascope - La Libertad*. 2020 Recuperado por: <https://n9.cl/rlmdb>
- Lozano, F. y Oliva, J. (2020). *Control de presiones de agua potable para el mejoramiento del Sistema a través de la metodología de sectorización en el distrito de Chocope*. Trujillo – Perú. P.20. Recuperado de: <https://n9.cl/7hgki>
- MBA. (2016). *El agua no facturada y pérdidas originadas en Sedapal*. Comas.
- Norma OS-050. (2006). *Redes de distribución de agua para consumo humano*. p.2. Recuperado de: <https://n9.cl/bl71y>
- OXFAM, (2021). *Entre 7 y 8 millones de peruanos no tienen acceso a agua potable*. Recuperado de: <https://peru.oxfam.org/qué-hacemos-ayuda-humanitaria/entre-7-y-8-millones-de-peruanos-no-tienen-acceso-agua-potable>.
- Pilcher, J. (2007). *Propuesta para una metodología de sectorización de redes de abastecimiento de agua potable*. Universidad Politécnica de Valencia. P.15. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10251/39139>
- Pérez, W. (2016). *Agua no Facturada y Pérdidas originadas en SEDAPAL – Comas*. Recuperado de: P. 43. Recuperado de: <https://n9.cl/h72ju>
- Pontificia Universidad Católica de Chile (1997). *Reducción de pérdidas de agua potable*. Chile, Recuperado de: 1997. Pág. 06 Recuperado de: <https://n9.cl/zvj5>
- Porras, O. (2014) en su investigación titulada *Reducción de pérdidas de caudal en red de tuberías para mejorar la distribución de agua potable – sector San Carlos – La Merced*, Huancayo, Perú. Pág. 1. Recuperado de: <https://n9.cl/dl81z>
- Ramírez, D. (2014) *Análisis de las pérdidas de agua en los sistemas de abastecimiento*. Santiago de Cali – Colombia – p.6. Recuperado de: <https://n9.cl/st10>

- Robles, J. (2013) *Desarrollo de nuevos modelos de gestión en Empresas de Agua Potable y Alcantarillado*. Universidad Central del Ecuador Facultad de Ingeniería p.54-56. Recuperado de: <https://n9.cl/jpudb>
- Salguero, F. (2017) *Sectorización de redes de distribución de agua según criterios de eficiencia energética*. Universidad Politécnica de Valencia. España. P.1. Recuperado de: <https://n9.cl/ehmay>
- Sánchez, (2018). *Investigación no Experimental*. P. 1. Recuperado de: <https://n9.cl/pafg> <https://n9.cl/k8agf>
- Sánchez, F. y Mejía, J. (2006). *Caracterización de pérdidas de agua en el sistema de distribución del acueducto “el Retiro”*. Colombia. Pág. 01. Recuperado: <https://n9.cl/st10>
- Tenorio. (2009), *Sectorización del sistema de abastecimiento de agua potable en el esquema la ensenada y anexos del distrito de Puente Piedra - sectores 368 y 369*. Lima Recuperado de: <https://n9.cl/pd0tb>.
- Toxky, (2011), desarrolla un proyecto denominado *La Sectorización en Redes de Agua potable para mejorar su eficiencia hidráulica*. Unidad Zacatenco, Inst. Politéc. Nac., México D. F., México. p. 30, Recuperado de: <https://n9.cl/zzllp>

## ANEXOS

**Tabla 2. Años - Volumen producido – volumen facturado - ANF**

AÑOS	VOL PRODUCIDO	VOL FACTURADO	% ANF
2000	43.051.155,00	26.190.496,00	39,16
2001	41.303.384,88	24.325.751,00	41,10
2002	43.599.685,00	24.012.361,00	44,93
2003	43.423.851,86	22.810.289,00	47,47
2004	44.362.120,56	22.670.297,00	48,90
2005	44.168.813,14	25.016.865,00	43,36
2006	45.930.888,30	25.464.181,00	44,56
2007	47.565.723,38	25.810.769,00	45,74
2008	47.595.913,93	26.516.706,00	44,29
2009	46.815.515,62	27.452.962,00	41,36
2010	47.881.056,64	28.703.378,00	40,05
2011	49.537.962,70	29.442.746,00	40,57
2012	51.168.980,16	29.938.859,00	41,49
2013	50.422.332,89	29.499.057,00	41,50
2014	54.184.882,19	30.273.212,00	44,13
2015	56.014.230,92	28.852.635,00	48,49
2016	57.142.779,95	29.444.351,00	48,47
2017	55.169.224,83	27.721.534,00	49,75
2018	55.511.697,82	27.972.224,00	49,61
2019	56.707.605,32	28.985.153,00	48,89
2020	58.115.722,27	29.753.601,00	48,80

Fuente: Gerencia de Operaciones y Mantenimiento / Gerencia Comercial

**Nota** : No incluye fuente propia

**Nota: Gis catastro técnico comercial SEDALIB S. A.**

**Tabla 3.** Localidad – N° Sectores – N° conexiones

<b>Localidad</b>	<b>N° de sectores</b>	<b>N° de conexiones</b>
<b>Trujillo</b>	<b>20</b>	<b>56.304</b>
Victor Larco	8	10.994
La Esperanza	35	30.549
El Porvenir	32	27.961
Florencia de Mora	7	5.958
Huanchaco	11	5.637
Salaverry	4	2.054

**Nota:** Gis catastro técnico comercial SEDALIB S. A.

**Tabla 4.** Balance hídrico de Trujillo

VOLUMEN TOTAL SUMINISTRADO  <b>2,006,364</b>  M3	VOLUMEN TOTAL CONSUMIDO  <b>1,368,829</b>	CONSUMO FACTURADO <b>1,135,971</b>	CONSUMO MEDIDO FACTURADO <b>905,703</b> <b>45.14%</b>	AGUA FACTURADA 1,135,971    M3 56.62%    AF
			CONSUMO NO MEDIDO Y FACTURADO <b>230,268</b> <b>11.48%</b>	
		CONSUMO NO FACTURA <b>232,858</b>	CONSUMO MEDIDO NO FACTURADO 29,948    1.49%	AGUA NO FACTURADA 870,383    M3 43.38%    ANF
			<b>CONSUMO NO MEDIDO NO FACTURADO</b> <b>202,910</b> <b>10.11%</b>	
		PERDIDA APARENTES 231,669	<b>SOS NO AUTORIZADO</b> 179,211    8.93%	
			<b>ERRORES DE MEDICION</b> 52,458    2.61%	
			<b>FUGAS EN EL SISTEMA DE CONDUCCION Y DISTRIBUCION</b> 145,435    7.25%	
		PERDIDAS REALES 405,856	<b>FUGAS Y REBOSES EN TANQUES</b> 86,079    4.29%	
			<b>FUGAS EN ACOMETIDAS</b> 174,342    8.69%	

**Nota:** Gis corporativo SEDALIB S. A.

**Tabla 5.** Diagnóstico de pérdidas de agua potable. Perdidas técnicas visibles de agua - Trujillo

TRUJILLO					
PERDIDAS TECNICAS VISIBLES DE AGUA					
SEDALIB		UND.	CANTIDAD	PERDIDA UNIT. (M3/MES)	VOLUMEN PÉRDIDAS
ITEM	ACTIVIDADES				
1	FUGAS EN POZOS TUBULARES	UND.	27	164.50	4,442
2	LIMPIEZA Y DESARENAMIENTO DE RESERVORIOS	UND.	12	151.00	302
3	REBALSE DE RESERVORIO POR REBOSE (DESAGUE)	UND.	5	389.00	1,945
4	FUGA EN TUBERIA DE LIMPIA DEL RESERVORIO	UND.	12	463.00	5,556
5	REPARACION DE ROTURAS EN LINEA DE IMPULSION - ADUCCION	REP	2	19.22	38
6	REPARACION DE ROTURAS EN REDES DISTRIBUCION	REP	37	6.44	238
7	REPARACION Y MANTENIMIENTO DE VALVULAS	UND.	2	3.10	6
8	INSTALACION DE CONEXIONES DE AGUA	UND.	83	0.10	8
9	REPARACION DE FUGA DE CAJA DE REGISTRO	REP	96	21.00	2,016
10	REPARACION DE CONEXIONES DE AGUA	REP	138	30.00	4,140
<b>TOTAL</b>		<b>M3</b>			<b>18,692</b>
PERDIDAS TECNICAS NO VISIBLES DE AGUA					
SEDALIB		UND.	CANTIDAD	PERDIDA UNIT. (M3/MES)	VOLUMEN PÉRDIDAS
ITEM	ACTIVIDADES				
1	FUGAS N.V. EN LINEAS DE IMPULSION DE POZOS TUBULARES	KM	20	2,592.00	51,840
2	FUGAS N.V. EN RESERVORIOS	UNID	4	50.00	210
3	EVAPORACION EN RESERVORIOS	UNID	1%	2,178,458	21,785
4	FUGAS N.V. EN LINEAS DE ADUCCION	KM	17	2,592.00	44,064
5	FUGAS N.V. EN REDES DE DISTRIBUCION	KM	325	311.04	101,088
6	FUGAS N.V. CONEXIONES DOMICILIARIAS-TOMAS	UNID	43,968	3.83	168,178
<b>TOTAL</b>		<b>M3</b>			<b>387,164</b>

Nota: **Gis catastro técnico comercial SEDALIB S. A.**



**Tabla 6.** Diagnóstico de pérdidas de agua potable Actividades comerciales que generan pérdidas de agua-Trujillo

DIAGNOSTICO DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE					
ACTIVIDADES COMERCIALES QUE GENERAN PERDIDAS DE AGUA - TRUJILLO					
SEDALIB S.A.					
ITEM	ACTIVIDADES	UND.	CANTIDAD	PERDIDA UNIT. (M3)	VOLUMEN PÉRDIDAS
1	CONSUMO MEDIDO FACTURADO	CONSUMO MEDIDO FACTURADO			
2	CONSUMO MEDIDO NO FACTURADO	RECLAMOS	UND.		10,513
3	CONSUMO MEDIDO NO FACTURADO	ASIGNACIÓN DE CONSUMO POR HORARIO DE ABASTECIMIENTO	CONEX.	6500	3
4	CONSUMO NO MEDIDO NO FACTURADO	CONSUMO NO MEDIDO EN LOCALES DE EPS	UND.	15	25
5	CONSUMO NO MEDIDO NO FACTURADO	CONSUMO DE AGUA PARA ATENCION DE INCENDIOS	UND.	15	30
6	CONSUMO NO MEDIDO NO FACTURADO	APOYO CON AGUA NO MEDIDA EN CAMIONES CISTERNA	UND.		100
7	CONSUMO NO MEDIDO NO FACTURADO	DESPERDICIO DE AGUA EN CONEXIONES SIN MEDIDOR	UND.	7113	15
8	CONSUMO NO MEDIDO NO FACTURADO	DESPERDICIO DE AGUA EN RIEGOS DE PARQUES Y JARDINES	UND.	733	130
9	USOS NO AUTORIZADOS	CONEXIONES CLANDESTINAS PARQUES Y JARDINES	UND.	30	100
10	USOS NO AUTORIZADOS	CONEXIONES CLANDESTINAS	UND.	1475	20
11	USOS NO AUTORIZADOS	CONEXIONES INACTIVAS CON SERVICIO (LEVANT)	CONEX.	1323	20
12	USOS NO AUTORIZADOS	CONEXIONES INACTIVAS CON SERVICIO	CONEX.	1374	20
13	USOS NO AUTORIZADOS	CONEXIONES CON BY PASS	REP	1891	20
14	USOS NO AUTORIZADOS	MANIPULACION DE MEDIDORES - OBSERVACIÓN	UND.	9593	6
15	ERRORES DE MEDICION	SUBREGISTRO ANTIGUOS	MED.	5589	2.16
16	ERRORES DE MEDICION	MEDIDORES NUEVOS	MED.	48106	0.84
17	ATIPIICOS	CONSUMO MEDIDO FACTURADO	UND.		
		<b>TOTAL</b>	<b>M3</b>		<b>464,527</b>

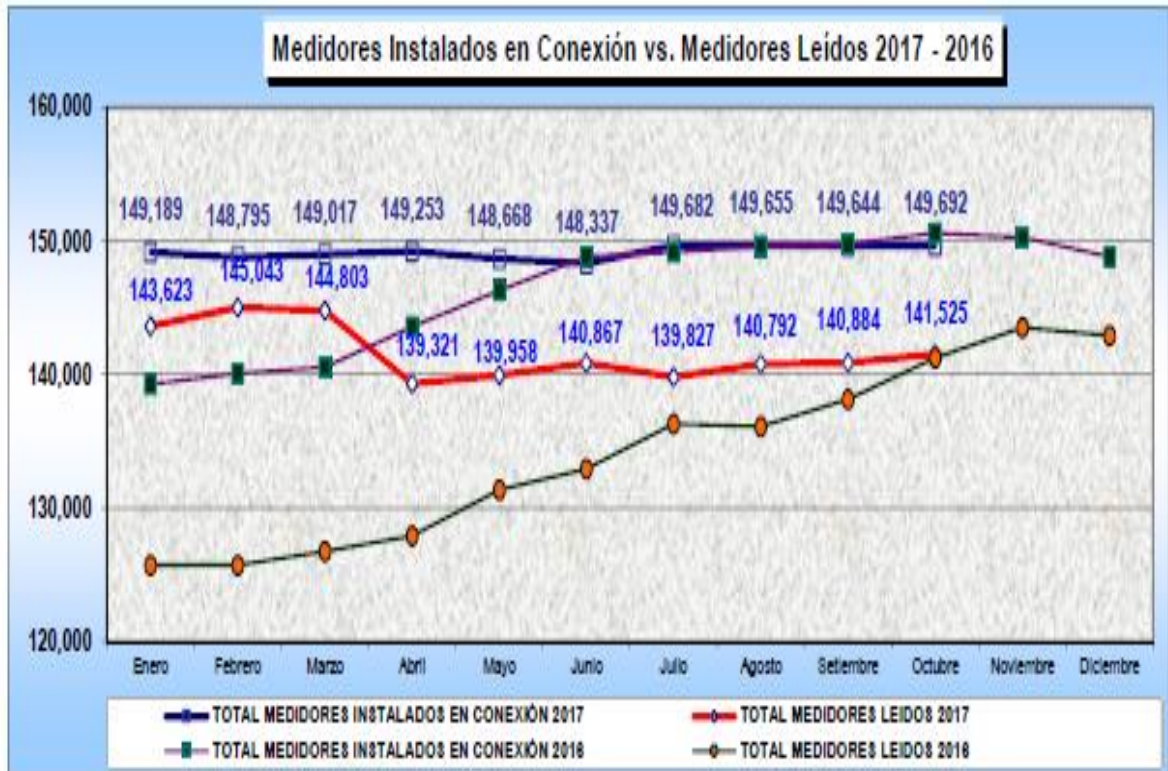
**Nota:** Gis catastro técnico comercial SEDALIB S. A.

**Tabla 7.** Proyectos Propuestos para Sectorización y Reducción de Pérdidas Operacionales 2018 - 2021

PROYECTOS PROPUESTOS PARA SECTORIZACION Y REDUCCION DE PÉRDIDAS OPERACIONALES 2018-2021					
Localidad	Conexiones Totales	Conexiones Antiguas a Renovar	Inversion para Sectorización (S/.)	Inversion para Renovación de Conexiones (S/.)	Total Inversion (S/.)
Trujillo	60.808	42.441,00	28.376.272,00	24.670.104,00	53.046.376,00
Victor Larco	12.437	7.054,00	5.803.771,00	4.100.349,00	9.904.120,00
La Esperanza	33.868	21.215,00	15.804.624,00	12.331.855,00	28.136.479,00
Florencia de Mora	6.646	5.251,00	3.101.380,00	3.052.301,00	6.153.681,00
El Porvenir	32.280	13.854,00	15.063.578,00	8.053.053,00	23.116.631,00
Huanchaco	8.549	4.690,00	3.989.422,00	2.726.203,00	6.715.625,00
Moche	3.532	1.562,00	1.648.220,00	907.959,00	2.556.179,00
Salaverry	4.427	1.468,00	2.065.875,00	853.319,00	2.919.194,00
Puerto Malabrigo	1.621	570,00	756.445,00	331.330,00	1.087.775,00
Chocope					
Paijan	3.739	2.113,00	1.744.818,00	1.228.245,00	2.973.063,00
Chepen	8.253	4.925,00	3.851.292,00	2.862.804,00	6.714.096,00
Pacanguilla					
<b>Total</b>	<b>176.160</b>	<b>105.143,00</b>	<b>53.829.425,00</b>	<b>36.447.418,00</b>	<b>143.323.219,00</b>

**Nota:** Gis catastro técnico comercial SEDALIB S. A.

**Tabla 8.** Medidores instalados en conexión Vs. Medidores leídos 2017 – 2016



TOTAL MEDIDORES INSTALADOS EN CONEXIÓN 2017	149,189	148,795	149,017	149,253	148,668	148,337	149,682	149,655	149,644	149,692
TOTAL MEDIDORES LEÍDOS 2017	143,623	145,043	144,803	139,321	139,958	140,867	139,827	140,792	140,884	141,525
% CONEX ACTIVAS FACTURADAS POR MEDICIÓN 2017	86.52%	87.31%	87.05%	83.32%	84.11%	84.09%	83.35%	84.67%	84.59%	84.96%
TOTAL MEDIDORES INSTALADOS EN CONEXIÓN 2018	139,276	140,079	140,572	143,615	146,312	148,843	149,175	149,601	149,794	150,633
TOTAL MEDIDORES LEÍDOS 2018	125,709	125,731	126,754	127,912	131,382	132,951	136,303	136,113	138,148	141,255
% CONEX ACTIVAS FACTURADAS POR MEDICIÓN 2018	77.02%	76.77%	77.26%	77.69%	79.44%	80.10%	81.93%	81.60%	83.50%	85.39%

**Nota:** Gis catastro técnico comercial SEDALIB S. A.

**Tabla 9.** Agua no contabilizada SEDALIB S.A. por Localidades

AGUA NO CONTABILIZADA SEDALIB S.A. POR LOCALIDADES				
LOCALIDADES	2014	2015	2016	ACUMULADO A SETIEMBRE 2017
VICTOR LARCO	32%	32%	44%	52%
SALAVERRY	62%	47%	39%	46%
MOCHE	40%	42%	40%	39%
HUANCHACO	37%	46%	43%	42%
TRUJILLO	40%	44%	44%	47%
FLORENCIA DE MORA	45%	38%	43%	34%
PUERTO MALABRIGO	42%	47%	47%	38%
PAIJAN	46%	66%	52%	66%
EL PORVENIR	54%	58%	58%	58%
PACANGUILLA	62%	64%	63%	62%
LA ESPERANZA	45%	55%	52%	46%
CHOCOPE	66%	66%	64%	44%
CHEPEN	67%	71%	71%	69%
TOTAL SEDALIB S.A.	44.13%	48.51%	48.47%	49.51%

#### INDICADOR ANF

- Las localidades de Trujillo, Porvenir, La Esperanza y Víctor Larco tienen el mayor nivel de ANF.
- Las localidades de Chepen, Pacanguilla y Pajjan en el Norte tienen el mayor nivel de ANF.

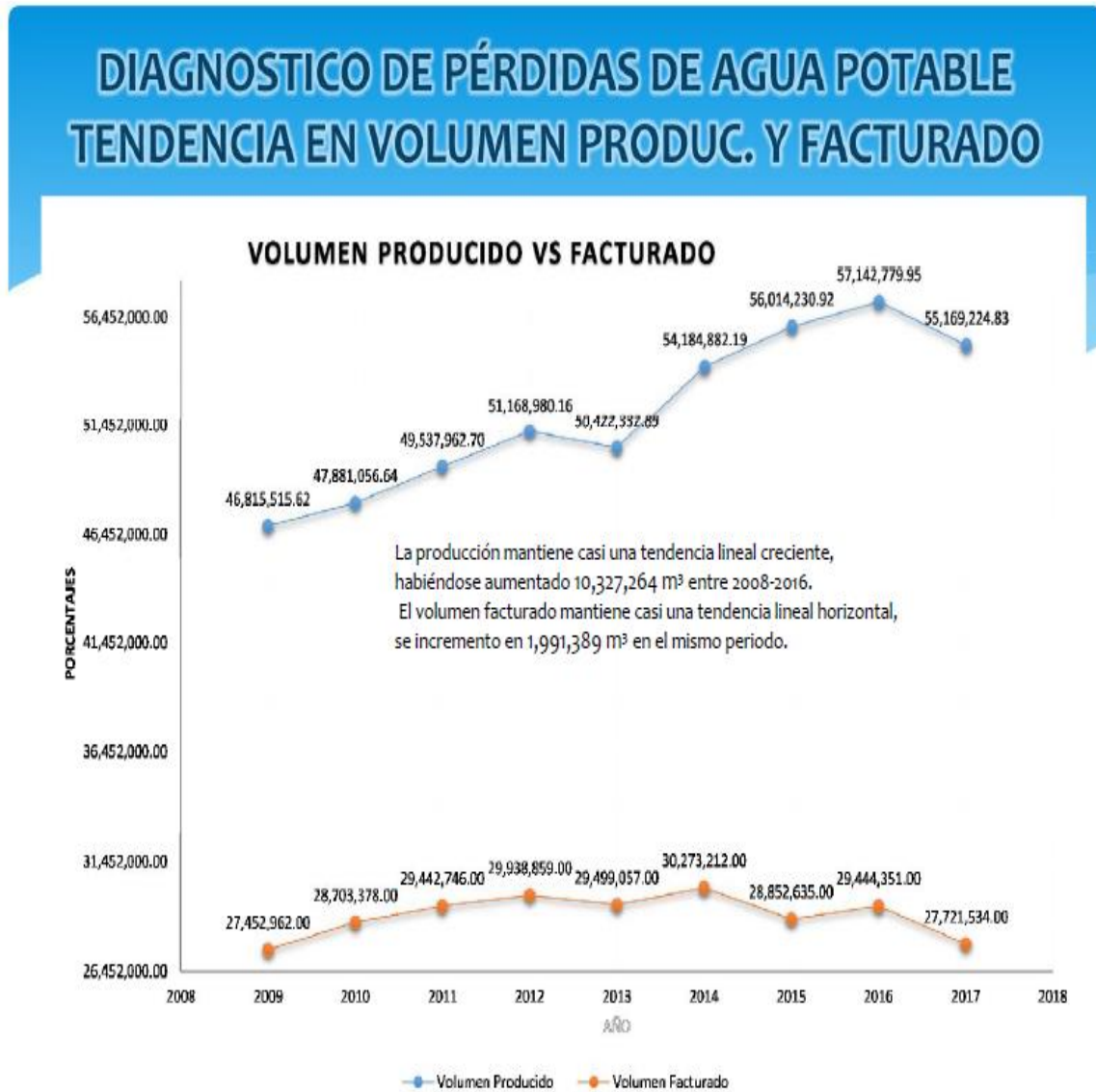
#### VOLUMEN PERDIDO

- Los volúmenes perdidos en las localidades de Trujillo, Porvenir, La Esperanza y Víctor Larco representan el 81.20 % del ANF (22,491,124 m<sup>3</sup>/año - 2016).

AGUA NO CONTABILIZADA SEDALIB S.A. POR LOCALIDADES M3				
LOCALIDADES	2014	2016	2018	ACUMULADO A SETIEMBRE 2017
VICTOR LARCO	1,389,228	1,431,125	2,460,741	2,535,052
SALAVERRY	622,088	432,057	330,863	301,531
MOCHE	587,128	547,898	555,673	379,358
HUANCHACO	616,810	746,786	715,483	514,476
TRUJILLO	10,297,111	11,506,547	11,507,305	9,261,160
FLORENCIA DE MORA	678,861	487,584	578,288	268,092
PUERTO MALABRIGO	160,202	148,335	156,867	94,953
PAIJAN	295,221	627,379	354,650	462,762
EL PORVENIR	3,505,061	3,888,767	4,045,100	2,728,951
PACANGUILLA	154,335	167,147	154,561	112,075
LA ESPERANZA	3,457,123	4,769,559	4,474,127	2,391,120
CHOCOPE	305,045	318,926	317,726	127,485
CHEPEN	1,843,458	2,064,537	2,047,046	1,373,978
TOTAL SEDALIB S.A.	23,911,670.19	27,136,648.00	27,698,428.95	20,551,592.28

**Nota:** Gis catastro técnico comercial SEDALIB S. A.

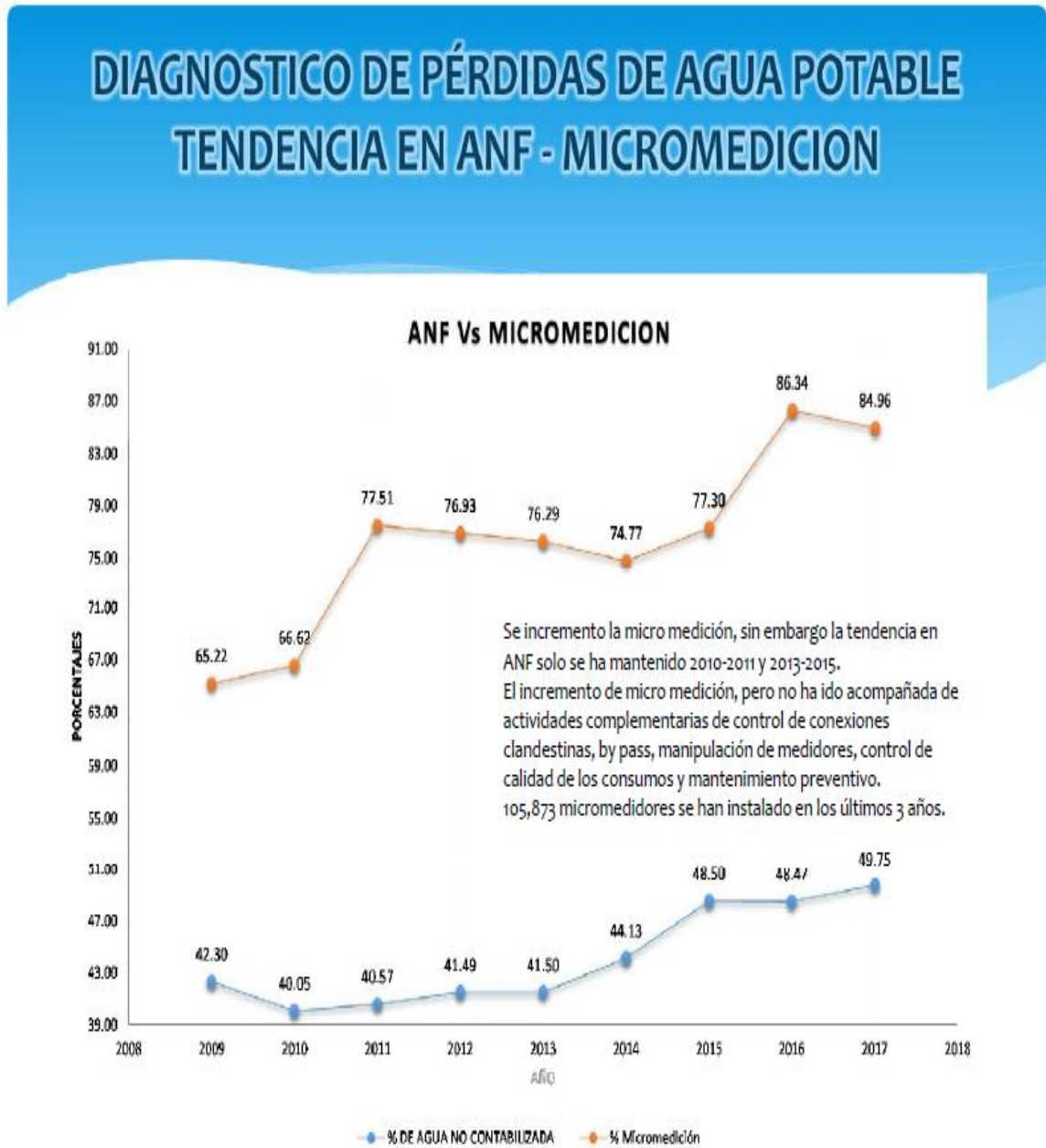
**Tabla 10.** Diagnóstico de pérdidas de agua potable, tendencia en volumen prod. Y facturado Volumen producido vs. Facturado SEDALIB S.A



**Nota:** Gis catastro técnico comercial SEDALIB S. A.



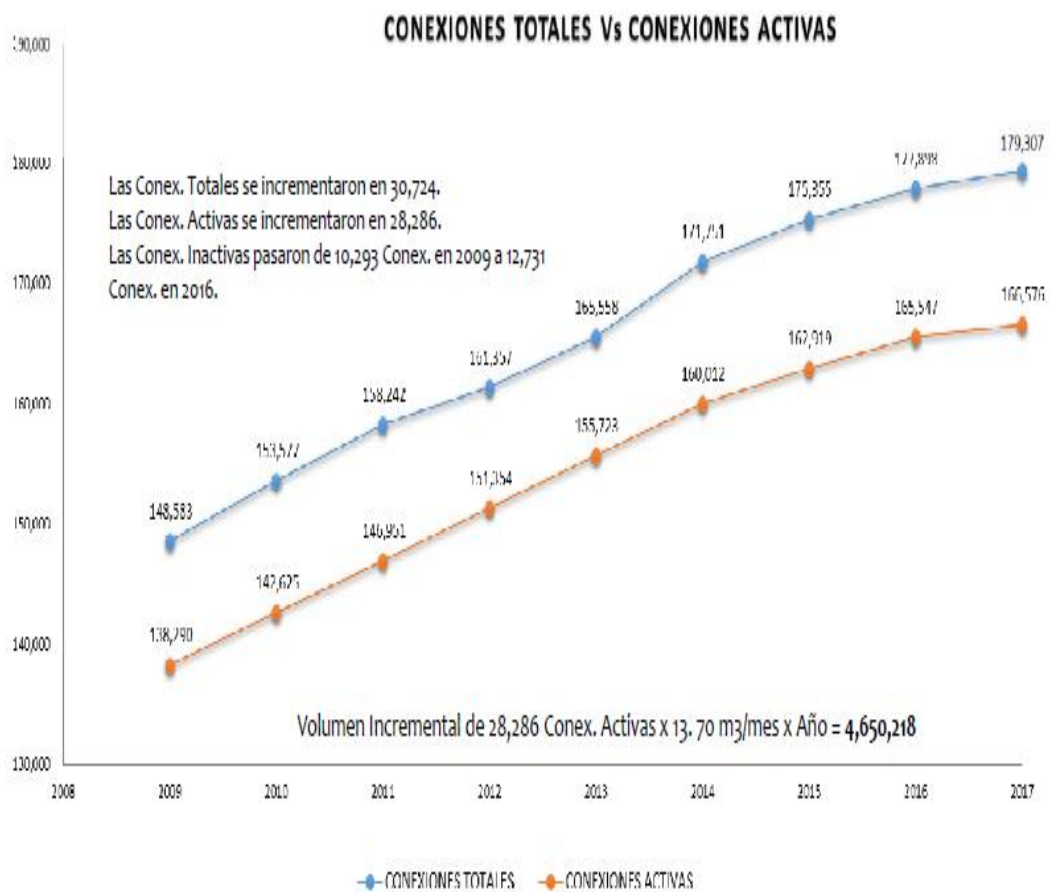
**Tabla 11.** Diagnóstico de pérdidas de agua potable, tendencia en ANF – Micro medición. ANF Vs. Micro medición SEDALIB S.A



**Nota:** Gis catastro técnico comercial SEDALIB S. A.

**Tabla 12.** Diagnóstico de pérdidas de agua potable, tendencia en volumen produc. y facturado. Conexiones Totales Vs. Conexiones activas.

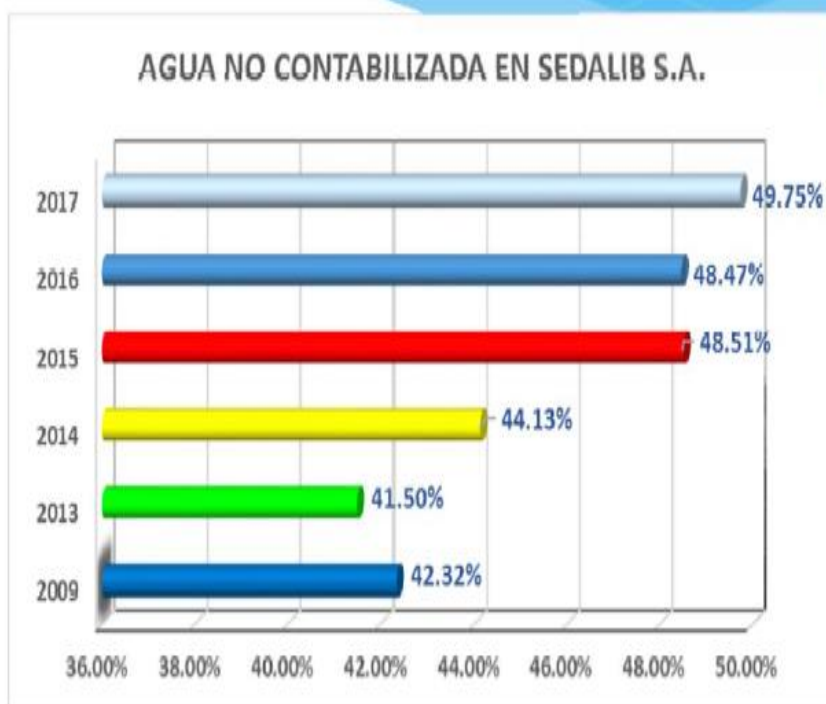
## DIAGNOSTICO DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE TENDENCIA EN VOLUMEN PRODUC. Y FACTURADO



**Nota:** Gis catastro técnico comercial SEDALIB S. A.

**Tabla 13.** Conexiones totales Vs. Conexiones activas **Agua** no Contabilizada de SEDALIB S.A

## DIAGNOSTICO DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE



Item	Localidad	Pozo	Marca	Diam.	Año
1	Victor Larco	Vista Alegre	Euromag	4	2016
2	Trujillo	Laredo-11	Euromag	8	2016
3	Trujillo	Laredo-12	Euromag	8	2016
4	Trujillo	Cortijo 4	Euromag	6	2016
5	Trujillo	PIT-1	Euromag	6	2016
6	Trujillo	Primavera-2	Euromag	6	2016
7	Trujillo	Pesqueda - 1	Siemens	6	2014
8	Trujillo	Pesqueda - 7	Siemens	6	2014
9	Trujillo	Pesqueda - 15	Siemens	6	2014
10	Chepen	Chepen - 1	Siemens	6	2014
11	Chepen	Chepen - 2	Siemens	6	2014
12	chocope	Chocope - 1	Siemens	6	2014
13	Puerto Malabrigo	Puerto Malabrigo - 2	Siemens	6	2014
14	Pailan	Pailan - 2	Siemens	6	2014

- Cambios de Asignados por la nueva estructura Tarifaria 2014-15.
- Cambio de Macro medición

**Nota: Fuente: Gis catastro técnico comercial SEDALIB S. A.**



**Tabla 14. Determinación de agua no facturada – Año 2020 (En m³)**

ANEXO 01: DETERMINACION DE AGUA NO FACTURADA AÑO 2,020 ( En m3)																PRODUCCION X FUENTE			
MESES	OPERACIÓN	TRUJILLO	MOCHE	VICTOR LARCO	SOLO EL MILAGRO	HUANCHAC O	SALAVERRY	LA ESPERANZA	FCIA.DE MORA	EL PORVENIR	CHOCOP E	MALABRIG O	PAIJAN	CHEPEN	PACANGUILLA	TOTAL	PL.TRMTMNT O	POZOS	TOTAL
ENERO	PRODUCC.	2,283,940.85	148,622.00	419,470.95	82,520.00	73,190.00	125,161.00	618,262.00	110,870.00	626,683.00	27,337.60	39,713.00	93,939.00	312,438.00	37,523.00	4,999,670.40			-
	FACTURAC.	1,191,484.00	74,089.00	262,932.00	58,453.00	29,038.00	46,927.00	338,265.00	62,712.00	233,255.00	17,232.00	17,881.00	31,228.00	73,138.00	12,925.00	2,449,559.00			
	AG.NO FACT.	1,092,456.85	74,533.00	156,538.95	24,067.00	44,152.00	78,234.00	279,997.00	48,158.00	393,428.00	10,105.60	21,832.00	62,711.00	239,300.00	24,598.00	2,550,111.40			
	%	47.83	50.15	37.32	29.17	60.33	62.51	45.29	43.44	62.78	36.97	54.97	66.76	76.59	65.55	51.01			
FEBRERO	PRODUCC.	2,169,854.55	171,260.00	399,215.25	77,198.00	66,860.00	122,606.00	598,373.00	101,619.00	552,354.00	26,280.00	34,711.00	89,373.00	290,477.10	35,898.00	4,736,078.90			-
	FACTURAC.	1,194,577.00	76,176.00	263,670.00	58,510.00	33,050.00	49,989.00	348,141.00	63,717.00	231,476.00	18,012.00	19,569.00	32,414.00	77,810.00	12,131.00	2,479,242.00			
	AG.NO FACT.	975,277.55	95,084.00	135,545.25	18,688.00	33,810.00	72,617.00	250,232.00	37,902.00	320,878.00	8,268.00	15,142.00	56,959.00	212,667.10	23,767.00	2,256,836.90			
	%	44.95	55.52	33.95	24.21	50.57	59.23	41.82	37.30	58.09	31.46	43.62	63.73	73.21	66.21	47.65			
MARZO	PRODUCC.	2,298,271.55	207,530.00	453,673.65	86,620.00	68,760.00	140,278.00	625,563.00	118,267.00	641,959.00	28,093.00	38,806.50	91,083.00	313,762.30	37,868.00	5,150,535.00			-
	FACTURAC.	1,210,120.00	76,862.00	278,061.00	57,341.00	33,068.00	52,276.00	352,527.00	65,982.00	242,217.00	18,431.00	19,487.00	32,434.00	79,420.00	12,343.00	2,530,569.00			
	AG.NO FACT.	1,088,151.55	130,668.00	175,612.65	29,279.00	35,692.00	88,002.00	273,036.00	52,285.00	399,742.00	9,662.00	19,319.50	58,649.00	234,342.30	25,525.00	2,619,966.00			
	%	47.35	62.96	38.71	33.80	51.91	62.73	43.65	44.21	62.27	34.39	49.78	64.39	74.69	67.41	50.87			
ABRIL	PRODUCC.	2,129,342.45	173,067.00	432,900.55	95,500.00	59,676.00	126,508.00	794,623.00	108,392.00	757,819.00	25,207.00	31,823.10	89,840.00	287,557.40	36,358.00	5,148,613.50			
	FACTURAC.	1,135,984.00	74,546.00	253,995.00	54,399.00	28,028.00	48,940.00	317,165.00	57,637.00	211,177.00	16,314.00	16,378.00	26,411.00	67,620.00	10,548.00	2,319,142.00			
	AG.NO FACT.	993,358.45	98,521.00	178,905.55	41,101.00	31,648.00	77,568.00	477,458.00	50,755.00	546,642.00	8,893.00	15,445.10	63,429.00	219,937.40	25,810.00	2,829,471.50			
	%	46.65	56.93	41.33	43.04	53.03	61.31	60.09	46.83	72.13	35.28	48.53	70.60	76.48	70.99	54.96			

MAYO	PRODUCC.	2,196,087.00	154,718.00	386,439.60	98,690.00	60,090.00	109,510.00	637,770.00	108,377.00	656,709.00	26,541.00	34,647.10	93,745.00	292,210.10	41,788.00	4,897,321.80			-
	FACTURAC.	1,259,377.00	79,294.00	320,672.00	73,698.00	37,648.00	57,515.00	416,238.00	75,639.00	283,811.00	21,225.00	19,573.00	36,106.00	88,104.00	14,167.00	2,783,067.00			
	AG.NO FACT.	936,710.00	75,424.00	65,767.60	24,992.00	22,442.00	51,995.00	221,532.00	32,738.00	372,898.00	5,316.00	15,074.10	57,639.00	204,106.10	27,621.00	2,114,254.80			
	%	42.65	48.75	17.02	25.32	37.35	47.48	34.74	30.21	56.78	20.03	43.51	61.48	69.85	66.10	43.17			
JUNIO	PRODUCC.	2,155,675.40	140,598.00	389,047.60	96,495.00	56,026.00	116,226.00	601,369.00	112,518.00	612,280.00	24,383.00	34,159.60	90,842.00	256,014.40	39,360.00	4,724,994.00			-
	FACTURAC.	1,139,475.00	75,549.00	289,396.00	59,799.00	29,488.00	49,856.00	351,249.00	62,537.00	230,687.00	18,131.00	17,340.00	31,862.00	75,940.00	11,862.00	2,443,171.00			
	AG.NO FACT.	1,016,200.40	65,049.00	99,651.60	36,696.00	26,538.00	66,370.00	250,120.00	49,981.00	381,593.00	6,252.00	16,819.60	58,980.00	180,074.40	27,498.00	2,281,823.00			
	%	47.14	46.27	25.61	38.03	47.37	57.10	41.59	44.42	62.32	25.64	49.24	64.93	70.34	69.86	48.29			
JULIO	PRODUCC.	2,096,416.20	168,590.00	395,112.00	78,769.00	56,122.00	134,225.00	557,888.00	117,601.00	563,297.00	26,001.00	32,430.00	92,890.00	271,340.80	39,449.00	4,630,131.00			
	FACTURAC.	1,120,871.00	76,497.00	279,812.00	60,824.00	26,340.00	49,684.00	333,525.00	61,812.00	225,085.00	16,415.00	17,635.00	28,970.00	71,842.00	11,461.00	2,380,773.00			
	AG.NO FACT.	975,545.20	92,093.00	115,300.00	17,945.00	29,782.00	84,541.00	224,363.00	55,789.00	338,212.00	9,586.00	14,795.00	63,920.00	199,498.80	27,988.00	2,249,358.00			
	%	46.53	54.63	29.18	22.78	53.07	62.98	40.22	47.44	60.04	36.87	45.62	68.81	73.52	70.95	48.58			
AGOSTO	PRODUCC.	2,152,461.80	159,558.00	391,136.80	84,760.00	56,225.00	137,743.00	564,265.00	113,032.00	554,110.00	26,527.00	36,443.40	89,452.00	262,523.10	42,038.00	4,670,275.10			-
	FACTURAC.	1,162,288.00	75,910.00	290,430.00	64,836.00	27,387.00	68,447.00	337,035.00	62,115.00	224,963.00	16,524.00	16,634.00	29,556.00	73,191.00	11,360.00	2,460,676.00			
	AG.NO FACT.	990,173.80	83,648.00	100,706.80	19,924.00	28,838.00	69,296.00	227,230.00	50,917.00	329,147.00	10,003.00	19,809.40	59,896.00	189,332.10	30,678.00	2,209,599.10			
	%	46.00	52.42	25.75	23.51	51.29	50.31	40.27	45.05	59.40	37.71	54.36	66.96	72.12	72.98	47.31			

SETIEMBRE	PRODUCC.	2.130.381.20	150.285.00	414.924.40	82.470.00	53.452.00	124.914.00	561.265.00	95.374.00	551.348.00	27.680.00	36.183.70	85.788.00	238.304.50	42.002.00	4.594.371.80			
	FACTURAC.	1.169.170.00	75.831.00	291.163.00	61.761.00	28.589.00	50.904.00	344.326.00	63.441.00	240.030.00	17.421.00	16.693.00	29.740.00	74.217.00	12.478.00	2.475.764.00			
	AG.NO FACT.	961,211.20	74,454.00	123,761.40	20,709.00	24,863.00	74,010.00	216,939.00	31,933.00	311,318.00	10,259.00	19,490.70	56,048.00	164,087.50	29,524.00	2,118,607.80			
	%	45.12	49.54	29.83	25.11	46.51	59.25	38.65	33.48	56.46	37.06	53.87	65.33	68.86	70.29	46.11			
OCTUBRE	PRODUCC.	2.175.061.95	167.265.00	456.742.61	79.560.00	60.722.00	137.003.00	559.302.00	114.043.00	567.633.00	30.631.00	37.277.80	86.044.00	245.986.20	41.614.00	4.758.885.56			
	FACTURAC.	1.147.960.00	77.637.00	296.537.00	61.653.00	29.329.00	49.678.00	342.491.00	61.185.00	236.181.00	17.090.00	16.862.00	30.559.00	74.091.00	12.333.00	2.453.586.00			
	AG.NO FACT.	1,027,101.95	89,628.00	160,205.61	17,907.00	31,393.00	87,325.00	216,811.00	52,858.00	331,452.00	13,541.00	20,415.80	55,485.00	171,895.20	29,281.00	2,305,299.56			
	%	47.22	53.58	35.08	22.51	51.70	63.74	38.76	46.35	58.39	44.21	54.77	64.48	69.88	70.36	48.44			
NOVIEMBRE	PRODUCC.	2.160.034.19	157.405.00	402.665.49	87.950.00	53.291.00	130.408.00	636.008.00	102.434.00	599.131.00	29.009.00	35.021.80	81.314.00	236.959.90	42.343.00	4.753.974.38			
	FACTURAC.	1.158.383.00	78.381.00	293.762.00	60.010.00	30.277.00	51.749.00	336.205.00	62.003.00	235.846.00	17.477.00	17.601.00	32.259.00	71.684.00	12.548.00	2.458.185.00			
	AG.NO FACT.	1,001,651	79,024	108,903	27,940	23,014	78,659	299,803	40,431	363,285	11,532	17,421	49,055	165,276	29,795	2,295,789			
	%	46.37	50.20	27.05	31.77	43.19	60.32	47.14	39.47	60.64	39.75	49.74	60.33	69.75	70.37	48.29			
DICIEMBRE	PRODUCC.	2.186.663.54	182.431.00	449.198.94	94.887.00	60.890.00	153.887.00	710.424.00	117.891.00	665.765.00	29.707.00	38.443.60	83.875.00	235.666.75	41.141.00	5.050.870.83			
	FACTURAC.	1.201.269	76.020	302.704	59.468	30.303	51.169	339.365	64.169	242.947	17.565	18.342	31.212	72.646	12.688	2.519.867			
	AG.NO FACT.	985.395	106.411	146.495	35.419	30.587	102.718	371.059	53.722	422.818	12.142	20.102	52.663	163.021	28.453	2.531.004			
	%	45.06	58.33	32.61	37.33	50.23	66.75	52.23	45.57	63.51	40.87	52.29	62.79	69.17	69.16	50.11			
TOTAL	PRODUCC.	26.134.191	1.981.329	4.990.528	1.045.419	725.304	1.558.469	7.465.112	1.320.418	7.349.088	327.397	429.661	1.068.185	3.243.241	477.382	58.115.722			
	FACTURAC.	14.090.958	916.792	3.423.134	730.752	362.545	627.134	4.156.532	762.949	2.837.675	211.837	213.995	372.751	899.703	146.844	29.753.601			
	AG.NO FACT.	12,043,233	1,064,537	1,567,394	314,667	362,759	931,335	3,308,580	557,469	4,511,413	115,560	215,666	695,434	2,343,538	330,538	28,362,121			
	%	46.08	53.73	31.41	30.10	50.01	59.76	44.32	42.22	61.39	35.30	50.19	65.10	72.26	69.24	48.80			
MESES	OPERACIÓN	TRUJILLO	MOCHE	VICTOR LARCO	El Milagro	HUANCHACO	SALAVERRY	LA ESPERANZA	FCIA.DE MORA	EL PORVENIR	CHOCOPE	MALABRIGO	PAIJAN	CHEPEN	PACANGUILLA	TOTAL	0.51197		
																	ANF		
																	48.80%	28,362,121	
																	51.20%	48.80%	
																	100%		





## Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, Martín Manuel Grados Vásquez; docente de la Escuela de posgrado, del Programa académico de Maestría en Ingeniería Civil con Mención en Dirección de Empresas de la Construcción de la Universidad César Vallejo – filial Trujillo, asesor del Trabajo de Tesis titulado: **Análisis del uso de la Sectorización para el Control de Pérdidas del suministro de agua potable en el Distrito de Trujillo, 2021**, del estudiante **HOLGUIN ESPINOZA, VICENTE AUGUSTO** constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15 %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Apellidos y Nombres del Asesor: Martín Manuel Grados Vásquez	
DNI: 18206812	Firma 
ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-8620-7859">https://orcid.org/0000-0002-8620-7859</a>	