



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Beneficios Ambientales de la Reducción de Pérdidas de Agua
Potable en la Red de Distribución Circuito R-20 Sabandía -
Arequipa 2019**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

Mendoza Mendoza, José Luis (ORCID: 0000-0002-4464-5252)

ASESOR:

Mgr. Reyna Mandujano Samuel Carlos (ORCID: 0000-0002-0750-2877)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos naturales

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

A mis padres por darme la vida, en especial a mi madre Natividad Mendoza Ventura, que fue ejemplo de esfuerzo incansable, trabajo, resistencia, disciplina, honestidad, orgullo, fe, esperanza, y porque invirtió su vida en mi educación, madre, uno de tus sueños cumplido.

Agradecimiento

Quiero agradecer de manera especial al Mg. Carlos Samuel Reyna Mandujano, por los momentos dedicados, aclarando todo tipo de dudas, y por haberme acompañado en el desarrollo de esta tesis.

Agradecer a mi familia por haberme entendido durante el desarrollo de esta tesis en la que invertí tiempo que les correspondía, gracias por ser la fuente de mi inspiración.

Índice de contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	vi
Índice de gráficos	vii
Índice de anexos	viii
Resumen	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	11
III. MÉTODO	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	22
3.2. Variables y operacionalización	22
3.3. Población, muestra, muestreo.	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
3.5. Procedimientos	26
3.6. Método de análisis de datos	26
3.7. Aspectos éticos	26
IV. RESULTADOS	27
4.1 Porcentaje de perdidas físicas en la red de distribución de agua potable de Sabandía – 2019.....	28
4.2 Porcentaje optimo aproximado de pérdidas físicas en redes de distribución de agua potable del circuito R-20 Sabandía 2019	30
4.3 Factores que influyen en el incremento de las pérdidas físicas en redes de distribución de agua potable	31
4.4. Beneficios ambientales que nos otorgara la Reducción de Pérdidas Físicas de Agua Potable en Redes de Distribución del circuito R-20 Sabandía 2019	33
V. DISCUSIÓN.....	36
VI. CONCLUSIONES	39
VII. RECOMENDACIONES.....	42

REFERENCIAS	44
ANEXOS.....	1

Índice de tablas

Tabla 1 Población que consume agua proveniente de red pública por área de residencia	6
Tabla 2 Oferta, demanda y déficit de agua manantial denominado “Pozo 2 Sabandía	7
Tabla 3 Escala de medición	23
Tabla 4 Calculo del tamaño de la muestra	24
Tabla 5 Indicador, técnica e instrumento.....	25
Tabla 6 Balance hídrico para determinar perdidas físicas de agua potable en redes de distribución de Sabandía	28
Tabla 7 Tabla resumen balance hídrico	29
Tabla 8 Tabla resumen balance hídrico	29
Tabla 9 Porcentaje de Agua volumen producido y volumen facturado a nivel nacional	30
Tabla 10 Tamaño de EPS por conexiones administradas	31
Tabla 11 Porcentaje de agua no facturada EPS SEDAPAL EPS GRANDES.....	31
Tabla 12 Cantidad de Conexiones regulares, irregulares y clandestinas	32
Tabla 13 Reboses en reservorio	32
Tabla 14 Presiones	32
Tabla 15 Sectorización.....	33
Tabla 16 Ubicación política y geográfica fuente de abastecimiento.....	33
Tabla 17 Oferta, demanda, y déficit “Pozo 2 Sabandía ”	33
Tabla 18 Volumen asignado a los distritos de Sabandía y Socabaya.....	34
Tabla 19 Diferencia entre volúmenes asignados, utilizados, cobrados y perdidos	34
Tabla 20 Abastecimiento de agua en la vivienda	35
Tabla 21 Agua necesaria para abastecer a la población sin acceso a agua potable en su vivienda	35

Índice de gráficos

Gráfico 1 Porcentaje de agua no facturada a nivel nacional.....	5
Gráfico 2 Cobertura de agua potable a nivel nacional.....	5

Índice de anexos

Anexo 1: Declaratoria de Autenticidad del Asesor	3
Anexo 2: Matriz de operacionalización	4
Anexo 3: Diagrama de flujo para extraer la correlación entre la reducción de pérdidas de agua potable y los beneficios ambientales	5
Anexo 4: Instrumentos de recolección de datos para la reducción de pérdidas de agua potable.	6
Anexo 5: Instrumentos de recolección de datos para determinar los Beneficios Ambientales.....	9
Anexo 6: Expediente para validar los instrumentos de medición a través de juicio de expertos	10

Resumen

La presente investigación se realizó al identificar un problema muy apremiante en la actualidad y sobre esta realidad problemática se planteó el problema siguiente: ¿En qué medida la reducción de pérdidas físicas en redes de distribución de agua potable nos otorgara beneficios ambientales?; en ese sentido se propuso el objetivo de la investigación que fue determinar en qué medida la reducción de pérdidas físicas en redes de distribución de agua potable nos otorgará beneficios ambientales. Para poder alcanzar el objetivo propuesto se aplicó una investigación aplicada, no experimental y transeccional correlacional; en la que se determinó que las pérdidas de agua potable afectan en gran medida a la fuente de extracción y al mismo tiempo no permite abastecer de agua a toda la población por que esta se pierde antes de llegar a los usuarios, por lo tanto, se tendría que invertir ingentes cantidades de dinero para cubrir esta deficiencia, en ese sentido se recomienda una correcta aplicación e implementación de planes de reducción de pérdidas para recuperar el agua pérdida y una vez recuperada se pueda ampliar la cobertura de agua potable a la población que aún no tiene acceso al agua al interior de sus viviendas, además se debe de realizar investigaciones sobre como optimizar la gestión del recurso hídrico sobre planes de reducción de pérdidas y sobre comportamiento de la población en cuanto al compromiso del uso y cuidado del agua.

Palabras Clave. Perdidas físicas, reducción de pérdidas, redes de distribución, beneficios ambientales.

Abstract

The present investigation was carried out when identifying a very pressing problem at present and on this problematic reality the following problem was raised: ¿To what extent will the reduction of physical losses in drinking water distribution networks grant us environmental benefits?; proposed the objective of the research, which was to determine to what extent reducing physical losses in drinking water distribution networks will grant us environmental benefits. In order to achieve the proposed objective was applied an applied research, non-experimental and transectional correlational; in which it was determined that the losses of drinking water to a large extent to the extraction source and at the same time it does not allow to supply water to the entire population because it is lost before reaching the users, therefore, it should be invest in amounts of money to cover this deficiency, in that sense it is recommended a correct application and implementation of loss reduction plans to recover the lost water and once recovered, drinking water coverage can be extended to the population that does not yet have access to water inside their homes, in addition, research should be carried out on how to optimize the management of water resources on plans to reduce losses and on the behavior of the population regarding the commitment to use and care for water.

Keywords. Physical losses, loss reduction, distribution networks, environmental benefits.

I. INTRODUCCIÓN

El agua es sin lugar a dudas un recurso natural estratégico escaso e incomparable, es un recurso valioso e imprescindible, muy importante para la vida, El agua es un derecho de las personas y aun así muchas personas carecen de agua potable.

La Constitución Política del Perú, (1993), entre sus líneas se menciona que "defender al ser humano y respetar su dignidad es el objetivo supremo de la sociedad y del Estado" (Artículo 1).

Las empresas de saneamiento en su conjunto para sus operaciones, consideran al agua como un insumo más para sus procesos de captación, producción, almacenamiento, y distribución del agua potable, dejando muchas veces de lado el aspecto social ambiental, al respecto se tiene la Ley de Recursos Hídricos N° 29338 (2009), en su Título 31 indica que:

La gestión integral de los recursos hídricos debe ser declarada de interés nacional y de necesidad pública para lograr la eficiencia y sostenibilidad en la gestión de las cuencas hidrográficas y acuíferos para la conservación e incremento del agua, así como garantizar su calidad impulsando una nueva cultura del agua, para asegurar la satisfacción de la demanda de las generaciones actuales y futuras. (Artículo 3)

Es necesario darle un valor ambiental al agua, debido a que el crecimiento descontrolado de las zonas urbanas, la ampliación de la industria, la presión a la que se somete a las áreas agrícolas para poder aumentar su producción, aumenta la demanda de este recurso, sometiendo a una fuerte presión a las fuentes de extracción sean estas superficiales o subterráneas, y en algunas ciudades donde son precarias e inexistentes, se opta por la desalar el agua de los océanos aumentando su valor económico por lo mismo elevando su valor social, ambiental, técnico, esto ocasiona un alto impacto social ambiental, y la convierte en un recurso inaccesible para las poblaciones de menores recursos o de menor poder adquisitivo, lo que pone en situación de vulnerabilidad a poblaciones de ciertos sectores de las zonas urbanas que quedan expuestas a enfermedades de vinculación hídrica.

Es bien cierto que, al brindar un servicio de agua potable de buena calidad, en suficiente cantidad, garantizando su continuidad, produce impactos positivos en la

población atendida, pero en contraposición e inversamente proporcional se producen efectos negativos en las fuentes de extracción, y las áreas de influencia.

Díaz (2019), en su investigación señala que el estrés hídrico es real en la mayoría de países del mundo y según las estaciones la situación es más peligrosa, debido a que el agua es un recurso de necesidades básicas y ahora llegan a denominarlo el oro azul.

Frente a este problema es necesario ejecutar una gestión completa y sostenible de los recursos del agua debido a que es uno de los problemas mundiales más apremiantes. El agua dulce es un recurso limitado, que está siendo sometido a una explotación indiscriminada que cada día es aún mayor, debido al crecimiento demográfico, a la migración, al desarrollo de la industria, el crecimiento económico, la urbanización, todas estas actividades generan presiones sobre los recursos hídricos, y la compleja infraestructura hidráulica en cada uno de sus procesos que tiene como fin, el abastecimiento de agua potable a las urbes.

Martínez et al. (2018), afirma que la gestión integrada de los recursos hídricos es un modelo actual de gestión del agua, esto constituye un ejemplo para las políticas nacionales sobre la gestión del recurso hídrico buscando un equilibrio entre el desarrollo social, económico y la protección del medio ambiente.

La degradación ambiental en el mundo ha colocado en grave riesgo al ciclo hidrobiológico, afecta de forma significativa la calidad y cantidad de los recursos superficiales y subterráneos provocando consecuencias irreversibles para los ecosistemas y los usuarios, al respecto en su investigación Peña (2019), cita a Giordan et al. (1995) quienes mencionan que solo el 3% del elemento vital en la Tierra es dulce y su uso se ha multiplicado por 4, y solo 1 % está disponible o en la superficie, lo que permite su uso directo para las actividades antrópicas y que el restante 97% es salada.

Es en ese sentido las empresas de saneamiento de las ciudades deben de realizar una gestión integral y sostenible del recurso hídrico, haciendo el mayor esfuerzo posible en entregar a la población, agua en suficiente cantidad y de la mejor calidad. Al respecto Silva et al. (2019), en su investigación sobre reducción de pérdidas y ANF, indican que uno de los indicadores de eficiencia de las EPS es el agua no facturada, este indicador tiene varios subindicadores como perdidas

físicas, no físicas, consumo legal facturado, consumo no facturado, (Pérdidas comerciales y pérdidas Operacionales)

El organismo regulador de las empresas que prestan servicios de saneamiento (SUNASS) ha establecido que el porcentaje de ANF aceptable es de un 30% del agua producida, esta situación obliga a generar estrategias para disminuir el ANF. Areiza et al. (2019) en su investigación concluyo que: es importante que toda el agua captada tratada y distribuida debe de ser contabilizada para validar los IANC, lograra que estos indicadores tengan el menor porcentaje ayudaran a la eficiencia sostenimiento y consolidación de la EPS, además de generar un menor impacto en la fuente de extracción.

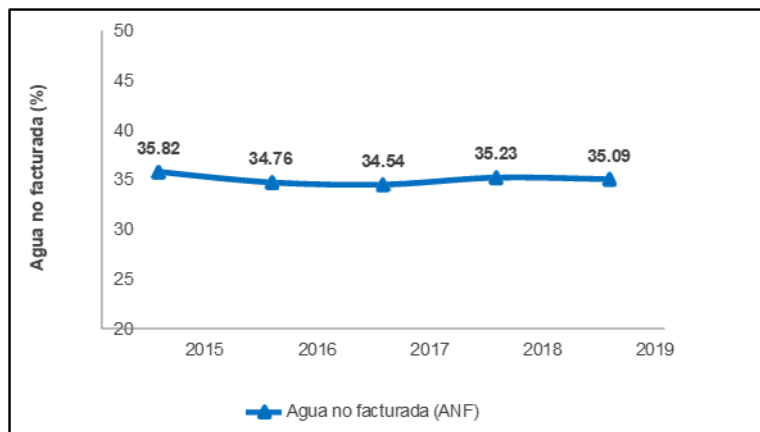
Por tanto, se deben evitar los obstáculos de la política, las finanzas y / o técnicas que impidan la repartición equitativa del agua., las empresas de saneamiento tienen enormes pérdidas de agua en la infraestructura de Captación, proceso, acumulación y repartición del elemento vital. (ONU, 2019) indica que es necesario enfocarse en el cambio climático y la gestión de los recursos hídricos, implementar y planificar políticas nacionales, el estrés hídrico tendrá un crecimiento, en ese sentido se deben tomar decisiones cada vez más difíciles sobre el acceso a los recursos hídricos y sus diferentes usos.

En este contexto, para lograr mejoras en la gestión y cuidado del agua, es importante capacitar al personal en los aspectos técnicos y metodológicos de los sistemas de agua potable, así como el cuidado del medio ambiente, con el fin de lograr una mejora en la toma de decisiones para el uso adecuado de los recursos.

Las empresas de agua pierden ingentes cantidades de dinero, en el tratamiento de agua potable y en la construcción de nueva infraestructura además de ejercer mayor presión a las fuentes de agua, para satisfacer la demanda de la población, de acuerdo a cifras del BANCO MUNDIAL, de 100 litros producidos de agua potable en América latina solo se cobran 55 litros. (Avolio, 2016), nos dice que el agua es el sustento de la vida, que es un recurso muy importante para la humanidad, que genera y sostiene el crecimiento económico y la prosperidad.

En el Perú, la SUNASS (2020), que es la entidad reguladora de las empresas prestadoras de servicios (EPS), esta entidad indica que, en el 2019, el 28,34% de la cantidad de agua producida por SEDAPAL no se factura, mientras que para otros grupos de empresas proveedoras, la cantidad de agua producida no facturada es del 35,09%. (equivalente a 473 964 886 m³ sin cobrar).

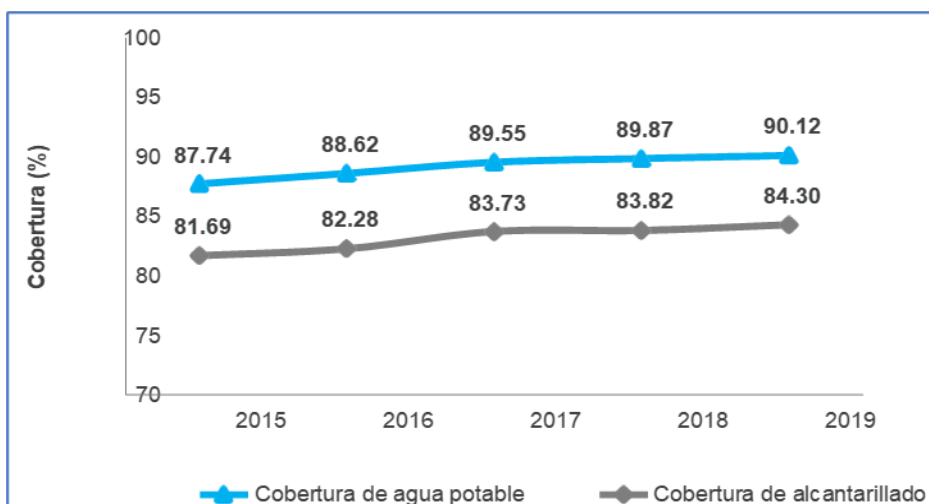
Gráfico 1 Porcentaje de agua no facturada a nivel nacional



Fuente: SUNASS

Acerca de la cobertura del servicio de agua potable SUNASS (2020) en su informe anual, afirma que ha tenido un incremento sostenido en los recientes años, pasando del 87,74% a nivel nacional en 2015 al 90,12 en 2019. Gráfico 2

Gráfico 2 Cobertura de agua potable a nivel nacional



Fuente. SUNASS

Cobertura de agua potable, al mismo tiempo, el Instituto Nacional de estadística e Informática INEI (2020), En su informe de junio de 2020 indicó que en el período mayo 2019 - abril 2020 el 90,8% de la población del país utiliza agua para consumo humano (29 millones y 525 mil). Tabla N°1.

Tabla 1

Población que consume agua proveniente de red pública por área de residencia

Año móvil	Nacional	Urbana	Rural
Indicadores anuales			
Abr 2018 - Mar 2019	90,9	95,2	75,2
May 2018 - Abr 2019	90,8	95,1	75,3
Jun 2018 - May 2019	90,9	95,2	75,5
Jul 2018 - Jun 2019	90,8	95,1	75,1
Ago 2018 - Jul 2019	90,7	95,1	75,0
Set 2018 - Ago 2019	90,7	95,0	75,0
Oct 2018 - Set 2019	90,7	95,0	75,0
Nov 2018 - Oct 2019	90,7	94,9	75,3
Dic 2018 - Nov 2019	90,8	95,0	75,3
Ene 2019 - Dic 2019	90,8	94,9	75,6
Feb 2019 - Ene 2020	90,8	95,0	75,5
Mar 2019 - Feb 2020	91,0	95,1	75,8
Abr 2019 - Mar 2020	91,2	95,0	76,8
May 2019 - Abr 2020 P/	90,8	94,8	76,3
Diferencia con similar año anterior (puntos porcentuales)			
May 2018 - Abr 2019/	0,0	-0,4	1,0
May 2019 - Abr 2020			

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – Encuesta Nacional de Programas Presupuestales.

Nota: Por región de residencia, el 94,8% de los residentes urbanos recibe este servicio, mientras que en las zonas rurales el 76,3%

En el caso del distrito de Sabandía el agua superficial se obtiene de un manantial y su uso poblacional se encuentra determinado en la Resolución Directoral N° 1346-2015 ANA/AAA I C-O donde se menciona lo siguiente que:

El recurso hídrico abastece a 18 592 habitantes de los distritos de Sabandía y Socabaya que no se tienen registros históricos de caudales en manantiales en la zona de estudio pero que se aplicó el método de proporcionalidad basado en data histórica de las estaciones meteorológicas de Chiguata, Pampilla, y Socabaya del 13 de mayo del 2014 encontrándose un volumen de 368 889.04

m³, si se tiene en cuenta que el recurso hídrico abastece a 18 592 habitantes con una tasa de crecimiento intercensal de 1% (INEI, Perú estimaciones y Proyecciones de Población Total Urbana y Rural por Años Calendario y Edades 1970-2025) para los pobladores de Sabandía , Pueblo Tradicional, Socabaya Pueblo Tradicional y La Pampa; la dotación de agua per cápita es de 120lt/habitante día; del análisis estadístico con una proyección a 20 años la población futura sería de 33 514 habitantes; el consumo promedio diario proyectado es de 46.55 l/, que sería el caudal requerido para un óptimo sistema hidráulico de distribución, siendo el volumen requerido de 1 467 913.20 m³, concluyéndose que la oferta es menor que la demanda, resultando un volumen a asignar total anual de hasta 368 889.04 m³ según el siguiente cuadro. (Autoridad Nacional del Agua, 2015, Inciso e)

Tabla 2

Oferta, demanda y déficit de agua manantial denominado “Pozo 2 Sabandía

	BALANCE m ³												VOLUMEN ANUAL m ³
	ENE 31	FEB 28	MAR 31	ABR 30	MAY 31	JUN 30	JUL 31	AGO 31	SEP 30	OCT 31	NOV 30	DIC 31	
OFERTA m³	49.718,90	44.907,39	49.718,90	45.036,71	40.176,00	32.723,29	27.452,14	21.090,21	14.253,17	11.547,31	11.174,82	21.090,71	368.889,55
DEMANDA m³	124.672,08	112.607,04	124.672,08	120.650,40	124.672,08	120.650,40	124.672,08	124.672,08	120.650,40	124.672,08	120.650,40	124.672,08	1.467.913,20
SUPERAVIT m³	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
DEFICIT m³	74.953,18	67.699,65	74.953,18	75.613,69	84.496,08	87.927,11	97.219,94	103.581,87	106.397,23	113.124,77	109.475,58	103.581,37	1.099.023,65
VOLUMEN A ASIGNAR m³	49.718,90	44.907,39	49.718,90	45.036,71	40.176,00	32.723,29	27.452,14	21.090,21	14.253,17	11.547,31	11.174,82	21.090,71	368.889,55

Fuente: Autoridad Nacional del Agua 2015

De lo anterior se tiene que la fuente de producción tiene una producción de 12 l/s y de acuerdo a lo estipulado en la Resolución Administrativa N° 153-2002-CTAR/PE-DRAG-AAA/ATDRCH, Artículo 1°, “se le asigna al distrito de Socabaya la cantidad de 6 lts/seg., quedando una disponibilidad de 6 lts/seg. Para el distrito de Sabandía” (Dirección Regional Agraria Arequipa, 2002, Artículo 1).

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006), Estipula que:

La dotación promedio de agua para las conexiones domiciliarias será de 180 l/hab/d en clima frío y de 220 /hab/d en clima templado y cálido para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90m², las dotaciones serán de 120 l/hba/d en clima frío y de 150 /hab/d en clima templado cálido. (Sección de Dotación de Agua)

La presente investigación cuenta con las siguientes justificaciones: (a) Teórica: que según Carrasco (2017) la información de la investigación se utilizará para

resolver problemas prácticos. debido a que con los resultados de la investigación se lograra determinar la importancia de una gestión adecuada del recurso hídrico que nos otorgara beneficios ambientales tangibles. (b) Metodológica: Carrasco (2017) nos dice que, si los métodos, procedimientos, técnicas e instrumentos empleados en la investigación tiene validez y confiabilidad en otros trabajos de investigación, y se obtienen buenos resultados estos pueden estandarizarse. En ese contexto la presente investigación tiene justificación metodológica porque emplea metodología estandarizada de la Asociación Internacional de Agua (IWA, Water Internacional Asociation), (c) Socioeconómica: Carrasco (2017), indica que los beneficios y utilidades pueden usarse para beneficio de la población, y que pueden ser usados para realizar proyectos de mejoramiento social y económico para la población, en ese sentido la presente investigación, pretende identificar los beneficios sociales económicos en la reducción de pérdidas de agua potable, agua que al ser recuperada podría ser entregada a la población que no tiene acceso a este recurso, teniendo en cuenta que el agua por red tiene un costo menor que el agua que se abastece por cisternas. (d) Ambiental: Ley de Recursos Hídricos N° 29338 (2009), indica en su título preliminar que es el Estado el que:

Inicia eventos de educación, difusión y sensibilización, a través de las autoridades del sistema educativo y de la sociedad civil, sobre la importancia del agua para la humanidad y para los sistemas ecológicos, generando conciencia y actitudes que promuevan su correcto uso y valorización. (Artículo 3)

En ese contexto es de suma importancia realizar investigación para que con los resultados de pueda promover una gestión eficiente del recurso hídrico desde su captación, tratamiento, almacenamiento, distribución, para que pueda llegar a todos los habitantes de zonas urbanas y rurales y distribuirse de forma homogénea para sus diferentes usos.

Sobre la realidad problemática presentada se planteó el problema siguiente ¿En qué medida la reducción de pérdidas físicas en redes de distribución de agua potable nos otorgara beneficios ambientales?, y los problemas específicos de la investigación fueron:

- PE1: ¿Cuál es el porcentaje de pérdidas físicas de agua potable en la red de distribución de Sabandía 2019?

- PE2: ¿Cuál es el porcentaje adecuado de pérdidas físicas de agua potable en redes de distribución?
- PE3: ¿Qué factores influyen en el incremento de las pérdidas físicas de agua potable en redes de distribución?
- PE4: ¿Qué beneficios ambientales se pueden obtener de la Reducción de Pérdidas físicas de Agua Potable en Redes de Distribución del circuito R-20 Sabandía 2019?

El objetivo general fue Determinar en qué medida la reducción de pérdidas físicas en redes de distribución de agua potable nos otorgara beneficios ambientales.

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- OE1: Determinar el porcentaje de pérdidas físicas en la red de distribución de agua potable de Sabandía 2019.
- OE2: Determinar cuál es el porcentaje óptimo aproximado de pérdidas físicas en redes de distribución de agua potable.
- OE3: Determinar cuáles son los factores que influyen en el incremento de las pérdidas físicas en redes de distribución de agua potable.
- OE4: Determinar los beneficios ambientales que nos otorgara la Reducción de Pérdidas Físicas de Agua Potable en Redes de Distribución del circuito R-20 Sabandía 2019.

La hipótesis general de la investigación fue una correcta reducción de pérdidas físicas en redes de distribución de agua potable del circuito R-20 Sabandía 2019 nos otorgara beneficios ambientales. Las hipótesis específicas fueron las siguientes:

- HE1: El porcentaje de pérdidas de agua potable en redes de distribución de agua potable del circuito R-20 Sabandía 2019 se relaciona directamente con la obtención de beneficios ambientales.
- HE2: El porcentaje óptimo aproximado será el promedio de las pérdidas de agua potable de las EPS a nivel nacional.
- HE3: Los factores que influyen en el incremento de las pérdidas de agua potable en redes de distribución de agua potable del circuito R-20 Sabandía 2019 se relaciona directamente con la obtención de beneficios ambientales.

- HE4: los beneficios ambientales de la reducción de pérdidas son garantizar el caudal mínimo ambiental y mejorar el acceso al servicio de agua potable de la población.

II. MARCO TEÓRICO

Existe una serie de investigaciones nacionales e internacionales relacionadas a la presente investigación por lo que servirán de base para teórica sólida a la presente.

Cáceres (2016), tuvo como objetivo:

Señalar y medir los impactos ambientales favorables y desfavorables del ahorro de agua para un sistema de tratamiento y distribución de agua, usando la metodología de análisis de ciclo de vida; este análisis se basará en la comparación entre el sistema tradicional y el mismo sistema, pero incorporando mejoras para reducir pérdidas. (p. 5)

La metodología empleada en la investigación fue desarrollada con un componente cuantitativo y otro cualitativo bajo la metodología de entrevistas además le estudio incluye "tanto unos componentes numéricos elaborados bajo la visión del análisis del ciclo de vida (ACV) como un elemento cualitativo de la percepción de la población sobre la calidad y usos del agua estudiada en el contexto de la metodología de la entrevista" (Cáceres, 2016, p. 23). Concluye que la capacitación de personal la administración eficiente las mediciones de pérdidas de agua, ayuda a mejorar las condiciones de la empresa y el medio ambiente, todo lo anterior contribuirá al ahorro del agua manejando los aspectos técnicos que contribuyen al fortalecimiento de la metodología y tecnología de los sistemas, para tomar decisiones de gestión eficaces sobre la utilización de recursos.

Inga (2019), expuso en su investigación el objetivo de "analizar la nueva sectorización para mejorar el abastecimiento de agua potable del distrito de Huacho" (p. 3). Se usó la metodología no experimental, descriptiva y correlacional, con un enfoque cualitativo. El trabajo afirma que la nueva sectorización está vinculada a la mejora del suministro del servicio de agua, permitiría detectar las fugas en tiempo real y determinar las ganancias económicas que se obtienen por el cobro del volumen de agua no facturada; así mismo, la ganancia que se obtiene influye significativamente en la prestación del servicio de agua potable, lo cual satisficiera la demanda de agua potable con una implementando de la nueva sectorización. Así mismo, recomienda elevar a la empresa EPS, aguas de Lima Norte S.A.; elevar a su dimensión real la variable nueva sectorización a la brevedad posible mediante el aprovisionamiento de recurso ya que se ha demostrado que

existe una relación significativa con la variable prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho.

Jimenez (2015), se trazó en su investigación el objetivo de:

Hacer la estimación técnica, ambiental y social del programa para el uso eficiente y economía del agua (PUEAA), del municipio de Agustín Codazzi Cesar, para mejorar el proceso, ampliación y adecuación de los programas, actividades y proyectos establecidos en dicho plan, aumentando la valoración de la fuente de abastecimiento (Río Maguiriamo), teniendo en cuenta las variaciones climáticas y físicas del recurso y los criterios de elaboración del estudio previstos por la Resolución 520 del 9 de junio de 2009 y por la Ley 373 de 1997. (p. 12)

Ademas Jimenez (2015), concluye que:

La evaluación permitió reconocer las acciones reales encaminadas al aprovechamiento y puesta en valor de la fuente de abastecimiento de la cuenca del río Maguiriamo para el consumo de la población del municipio de Agustín Codazzi y que también se destina a otros usos que no están completamente legalizados por las líderes ambientales. (p. 121)

Gutiérrez (2016), tuvo como objetivo "examinar y establecer el % de agua no facturada (ANF) en el sistema de provisión de agua bebible de la subzona Larapa entre Avenida 01, Avenida La Cultura, Avenida 05 y Avenida 12" fue expuesto en su investigación (p. 8). La metodología según el enfoque es cuantitativa.

El estudio concluye que:

Existe un alto porcentaje de pérdidas de agua potable en pérdidas operativas, lo que conduce a presiones excesivas (golpe de ariete) que provocan daños en la estructura de la tubería; Mermas comerciales por errores de medición del micrómetro, antigüedad de medidores en el subdistrito de Laraba, instalaciones encubiertas, instalación de conexiones rotas administradas por los usuarios y robo de agua en edificios desapercibidos por la empresa proveedora de saneamiento. (Gutiérrez, 2016, p. 171)

Asimismo, también sugiere una evaluación del historial de consumo y tipo de uso del edificio, así como cuencas de medición, todo esto para conocer los daños

por contacto encubierto y robo de agua; también recomienda la regeneración de la tubería en las áreas más bajas con tubería Clase 10 cuya presión estática exceda los 75 mca (Gutiérrez, 2016).

Guarnizo et al. (2019), en su tesis tuvo “como objetivo reducir el desperdicio de agua potable en la comarca de Salaverry, mediante el método de zonificación, con el fin de mejorar y mejorar el servicio” (p. 6). Para ello se realizó un estudio descriptivo aplicado. El estudio concluye que:

El manejo ineficaz de la presión del agua potable conduce a un exceso de fugas, además de reemplazar los elementos reflejados en el componente operativo con unidades, esto reducirá las pérdidas de agua en un 70% de la pérdida total de corriente. (Garnizo et al., 2019, p. 59)

Finalmente, Guarnizo et al. (2019) recomienda “implementar proyectos de reducción y control de pérdidas materiales en la red, como proyectos que deben incluir medidas: mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, control de presión y detección de fugas invisibles (p. 61).

Mormontoy (2016), en su estudio se planteó el objetivo de Gestionar la reducción de pérdidas de agua potable en el sistema de abastecimiento de Arequipa Metropolitana en la empresa SEDAPAR S.A. La metodología del estudio fue cuantitativa, con un análisis de actores, análisis SADCI y una técnica de sectorización de redes de agua potable. Concluye que una gestión para reducir pérdidas de agua potable en sistemas de abastecimiento de SEDAPAR S.A. en Arequipa es fundamental para la escasez creciente de agua, además del posible deterioro significativo de la calidad de la vida en esta región. Así mismo en las pérdidas de agua potable se tiene como actores principales al alto índice de conexiones con uso indebido y a las roturas en redes de distribución, relacionados con los objetivos de mejoramiento de presiones en las redes de distribución y la de disminución de conexiones clandestinas.

Silva, y otros (2019) En su investigación definió como objetivo reducir las pérdidas de agua potable y agua no contabilizada para el sector II-B de la ciudad de Ilo. La metodología empleada fue cuantitativa, de tipo explicativo con un procedimiento propuesto por la asociación internacional del agua, establecido en la

guía para la reducción de pérdidas de agua. Concluye que iniciando del concepto de la relación entre presión-caudal-fuga, con las actividades realizadas es posible reducir las pérdidas de agua potable ya que, a menor presión menor caudal de fuga, además la evaluación de caudales mínimos nocturnos es una metodología eficiente logrando recuperar un caudal de pérdidas de 5.76 l/s. Dicho caudal representaría en un día un volumen de 497.6 m³, prácticamente más de la mitad del reservorio que abastece a el sector. Recomienda gestionar de manera eficiente las presiones y así poder reducir de manera notable las fugas de agua causadas por sobre presiones.

Díaz (2019) concluye en su estudio que “el problema del agua es un problema en muchos países del mundo y en determinadas épocas del año la situación es más grave” (p.20). Asimismo, en trabajos de investigación se informa que:

Una nación que crea conciencia sobre la gestión y la eficiencia de los recursos debe tener al menos políticas claras y continuas de gobernanza en la gestión y el uso eficientes del agua, incluido este derecho fundamental de todos los residentes, y estándares regulatorios que definen niveles permisibles. y sugerir una forma para que los operadores de servicios y reguladores los logren a fin de asegurar un desempeño adecuado y el cumplimiento de los estándares y programas de gestión en las empresas de servicios. Las metas y proyectos anuales se establecen utilizando recursos de inversión con dirección clara y cumplimiento estratégico pleno e integral en todos los niveles de la empresa, promoviendo una cultura cívica orientada al ahorro y uso eficaz del agua y el valor que personifica este recurso. (Pág.20)

Alvarado (2016), En su estudio plante como objetivo proponer una metodología moderna, eficiente y económica para identificar tuberías de distribución de agua potable que requieren mantenimiento usando el software ArcGIS para el análisis geoespacial en donde se integren distintos criterios de evaluación. La metodología empleada fue cuantitativa. Por consiguiente, concluye que se debe seguir buscando intensamente las formas de mejorar y hacer más eficientes la gestión de agua potable. Recomienda automatizar el proceso y proporcionar una herramienta online, para que el usuario seleccione las capas de entrada asociadas al sistema que desea analizar y éste como respuesta de un mapa que el usuario pueda usar

para determinar los lugares de búsqueda de fugas no visibles; además de continuar con una fase de implementación que le dará validez a lo modelado anteriormente.

Areiza et al. (2019), en su investigación planteo como objetivo analizar las pérdidas de agua en los sistemas de abasto público, identificando sectores y causas influyentes en los altos índices de agua no contabilizada (IANC) en el municipio de Turbo. La metodología empleada fue de un enfoque cualitativa. Así mismo concluye el acceso a las fuentes de agua es complejo porque son susceptibles a ser contaminadas y sobreexplotadas en la actualidad por el incremento de la población e industria de agro para riego, lo que significa que cada gota captada es necesaria para su potabilización y distribución sea contabilizada para validar los Indicadores de Agua No Contabilizada o IANC ,por consiguiente será favorable para el sostenimiento, eficiencia, consolidación de la empresa ,además de generar el menor impacto sobre las fuentes.

Huete (2017), cuyo objetivo de investigación es “valuar el desempeño del sistema de agua potable de la joven ciudad de San Pedro, provincia de Chimbote, Ancache” (p. xiv). La metodología utilizada fue cuantitativa, no experimental y descriptiva. El trabajo concluye que:

La capacidad del tanque RV no cubre la cantidad de suministro requerida en el área de estudio ya que la capacidad de este tanque es de 600m³ y requiere más capacidad para alimentar ambas partes, la parte superior y la parte del fondo. (Pág. 99)

Además, Huete (2017) recomienda a “Sedachimbote SA realizar un mantenimiento continuo de pozos y reservorios así como tomar presión en las redes de distribución para ver el valor que llega a los consumidores del agua potable”. (Pág. 100)).

Yuquilema (2020), En su investigación planteo como objetivo determinar si la frecuencia que se cocina en cada casa se considera como un hábito o factor que influye significativamente en el consumo per cápita de agua potable. La metodología del estudio fue de tipo descriptiva correlacional. Concluye que no hay correlación entre las actividades de cocina y la variación de consumo de agua

potable, ya que se ve afectado por factores de gestión de calidad y factores demográficos.

González (2017), Su objetivo en su trabajo era diseñar y estudiar la durabilidad de una red de distribución de agua potable para la ciudad de Ibiza. La metodología planteada fue de tipo cuantitativa. Concluye que se ha podido llegar al número mínimo de mallas, para el diseño con 10 mallas; debido a una malla menos, sin embargo con una malla adicional provocaría gastos innecesarios y pérdidas de carga.

El Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (2011), el objetivo principal de las obras realizadas es el diseño e implementación de zonas hidrométricas para mejorar la distribución de agua, el consumo de agua y el control de pérdidas. La metodología utilizada fue IWA. Se concluye que reducir la escasez de agua y mejorar la operación, que puede convertirse en una estrategia viable para todo el sistema, así como una combinación de medidas de zonificación, balance hídrico y listas de mermas, identificación de medidas de corrección a largo plazo; Todo esto será posible con importantes inversiones en la rehabilitación de antiguas redes de agua.

Lugo et al. (2018), afirman que “la meta primordial de esta encuesta de línea base es examinar, desde una perspectiva social y ambiental, los beneficios asociados a la aplicación de dos alternativas para la potabilización del agua, en Buena Vista y Nueva Venezia (p. 259). La metodología utilizada fue del tipo Informe de Investigación. Concluyó que la necesidad de capacitarse en técnicas sencillas en el hogar, además de la administración de la administración pública, con el fin de beneficiar al pueblo. Asimismo, “los métodos presentados en esta investigación pueden ser efectivos para resolver este problema social y ambiental, sin embargo se necesita estudios que den a conocer la viabilidad para la potabilización a través de los sistemas de bajo presupuesto”(Lugo et al., 2018, p. 259).

Teorías

Carrasco (2017) Son un sistema de conocimientos que predicen y explican los fenómenos de una realidad, se someten a constante verificación y consolidación

mediante la práctica social. En sentido a continuación se mencionan algunas de las teorías en las que se sostiene la presente investigación.

- Agua No Facturada: Talledo (2018), cita a SUNASS (2006) y afirma que “es la cantidad de agua potable que se genera la cual no es registrada por las EPS, este valor indica a las EPS mermas operativas y/o comerciales que ocasionan mayores costos de operación” (p. 14), también cita a Fluence (2016) quien “señala que el agua no registrada es uno de las mayores complicaciones en el abastecimiento de agua potable” (p. 15), que este término se utiliza para determinar el agua que se pierde y que los costos de estas pérdidas que incluyen diferentes aspectos , son asumidos en su totalidad por los contribuyentes.
- Control de Pérdidas: Esta teoría la describe Talledo (2018) en su investigación cuando cita a Vindas (2005) y afirma que es un programa de mucha rentabilidad que puede ejecutar una empresa y que sus beneficios no solo son económicos si no que se relacionan a los aspectos sociales y ambientales.
- Beneficios Ambientales: Cáceres (2016) nos menciona en su investigación que es importante asumir una conciencia responsable del cuidado del agua como parte de su responsabilidad ambiental, la empresa que gestione de manera adecuada este recurso, generara un compromiso mayor de sus trabajadores para su sostenibilidad, por ende, el servicio que se brinde será de mayor calidad y se generara un valor agregado (Beneficio Ambiental) para el usuario final.
- Sectorización: Jaramillo (2020) afirma que la división "se refiere a delimitar áreas de menos de 3 km², aisladas entre sí. Cada una está equipada con un único punto de entrada y un punto de emergencia. En este sentido, controlará el flujo que se entrega a la zona” (p. 19).
- Marco conceptual. Según (Carrasco, 2017) es un conjunto de términos definidos con precisión, concisión y brevedad que delimitan y unifican sus significados. En este sentido se precisan los siguientes términos que serán utilizados de manera frecuente a lo largo de toda la investigación.
- Acuífero: “Capa subterránea impregnada de agua del cual ésta se mueve con facilidad” (MVCS, 2018, p. 8)
- Ámbito Geográfico: “Esta es el área geográfica en la que se encuentra el sistema y se rige por sus términos.” (MVCS, 2018, p. 8).

- Agua no facturada: “Mide la proporción del volumen de agua potable producida que no ha sido facturada por el proveedor” (SUNASS, 2018, p. 5).
- Ambiente: “Es un medio, es decir, un grupo de elementos biológicos y físico-químicas que los organismos, en particular los seres humanos, necesitan para vivir.” (SDPA, 2020, p. 1).
- Captación: “Grupo de estructuras y sistemas para organizar, derivar y conseguir el máximo caudal posible de aguas de superficie o profundas.” (MVCS, 2018, p. 8).
- Conexión Domiciliaria de agua: Grupo de bienes y mercancías de la red de distribución desde el sistema de suministro de agua humana hasta la conexión de entrada de agua a una casa o edificio público, para brindar un servicio por cada terreno, casa o lugar público. (MVCS, 2018).
- Estación de Bombeo: Uno de los elementos de un sistema de suministro de agua para que lo consuman personas, incluye cabinas, equipos hidráulicos y eléctricos, y su función es transportar el agua de un punto bajo a un punto alto a través el uso de dispositivos de bombeo (MVCS, 2018).
- Fuente de Abastecimiento: Es un cuerpo de agua natural o artificial que se utiliza para abastecer a uno o más centros habitados, que pueden ser superficiales, subterráneos o pluviales (MVCS, 2018).
- Pérdidas de agua: “Se entiende por fuga en la red de distribución de agua potable cuando el volumen total de agua suministrada a los consumidores no se factura porque no se registra en los medidores domésticos.” (Ramírez, 2017, p. 4).
- Perdidas Físicas o técnicas de Agua: “Son todas aquellas fugas visibles y no visibles de agua potable y por la operación de los sistemas de abastecimiento de agua” (SUNASS, 2018, p. 1).
- Pérdidas No Físicas o Comerciales de Agua: “Se dan por el subregistro de medidores, hurto de agua y por la existencia de conexiones clandestinas” (SUNASS, 2018, p. 1).
- Recurso Hídrico (agua): “El agua es un recurso natural renovable, esencial para vivir, estratégico para el desarrollo sustentable, para el mantenimiento de los sistemas naturales y los ciclos que lo sustentan y la estabilidad del estado.” (Autoridad Nacional del Agua, 2009, p. 2).

- Red de distribución: Un grupo de derivaciones de red y distribución que permiten abastecer a los hogares de agua para consumo humano. (MVCS, 2018).
- Reservorio: Una infraestructura de cascada para recolectar agua para uso humano, comercio, estado y sociedad; por su función, los tanques se pueden regular, reservar, mantener la presión o una combinación de los mismos. (MVCS, 2018).
- Sectorización: “Consiste en delimitar áreas de menos de 3 kilómetros cuadrados aisladas entre sí; Cada uno de ellos está equipado con un único punto de entrada y un punto de emergencia, lo que le permite controlar el flujo entregado al sector.” (Jaramillo, 2020, p. 19).
- Volumen de Ingreso al Sistema: “Es la entrada al sistema medida para una parte específica del sistema de provisión de agua. En regímenes con grandes facturaciones de agua, es significativo determinar la cantidad del suministro de agua.” (Alvarado et al., 2019, p. 31).

III. MÉTODO

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada; Carrasco (2017), afirma que "esta indagación se diferencia porque contiene propósitos prácticos bien determinados, porque se examina para la acción, modificación o cambios en un sector específico de la realidad" (pág. 43).

El diseño de esta investigación es no experimental (Carrasco, 2017), afirma que en el diseño de esta investigación "las variables independientes no pueden ser manipuladas intencionalmente y no tienen un grupo de control, y mucho menos experimentales, para ser estudiadas y analizadas, los hechos de la realidad después de su ocurrencia "(p. 71); son también - correlación transversal, porque "nos permite analizar la relación entre variables para conocer el nivel de su influencia o falta de ella, y busca determinar la relación entre las variables ". (Carrasco, 2017, p. 72).

Además, el diseño de la investigación es aplicada porque se ha recogido información actualizada de la empresa en estudio, como los factores que componen e influyen en la gestión de la red de repartición de agua potable, capacidad de producción de la fuente de abastecimiento, es una investigación no experimental porque no se podrá manejar las variables debido a que se recopilará la información en su contexto natural y en un solo tiempo determinado (Cabezas et al., 2018).

3.2. Variables y operacionalización

Carrasco (2017), define las variables como "aspectos de problemas de investigación, que expresan un grupo de elementos observables por unidades de análisis" (p. 219).

La presente investigación cuenta con dos variables, la primera que sería la variable independiente, pérdidas de agua potable en redes de distribución y la segunda variable que sería la dependiente, beneficios ambientales,

Definición Conceptual: Carrasco (2017), nos dice "consiste en precisar la variable indicando ¿Qué es?, es decir, describir y visualizar la variable utilizando otros términos" (p. 366).

- Pérdidas de agua potable en redes de distribución

Es el total de agua desperdiciada desde el punto de entrada del sistema hasta el medidor de entrega en la casa. Esto se puede expresar como la diferencia entre la cantidad ingresada al sistema y el consumo autorizado. Está conformado por pérdidas aparentes y reales (Autoridad Nacional del Agua, 2009).

- **Beneficios ambientales**

Los servicios ambientales son los beneficios que brindan lo necesario a individuos, que lo utilizan para mejorar su calidad de vida. Los ecosistemas brindan una variedad de servicios a la sociedad por su fortaleza (Autoridad Nacional del Agua, 2009).

Definición operacional: Carrasco (2017), lo define como “la capacidad de observar y medir a las variables descomponiéndolas en sus referentes empíricos yendo de lo general a lo más específico” (p. 112).

- **Mermas de agua potable en redes de repartición:** Es el conjunto de elementos que influyen en las pérdidas de agua potable tales como conexiones irregulares, reboses en sistemas de almacenamiento, sectorización, y las presiones a lo largo del sistema de distribución. (USMP, 2019)
- **Beneficios ambientales:** Es el conjunto de beneficios ambientales que se pueden obtener al Optimizar el uso de los recursos hídricos y el incremento del porcentaje de población con acceso al servicio de agua potable.

Tabla 3

Escala de medición

INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Conexiones	Cantidad
Reboses en sistemas de almacenamiento	Metros Cúbicos
Sectorización	Cantidad (subcircuitos)
Presiones	Bar
Optimización de la fuente de abastecimiento	Litros por segundo
Cantidad	Metros cúbicos
Población	Porcentaje

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población, muestra, muestreo.

Población

Carrasco (2017) afirma que “es un conjunto de todos los factores que componen el ambiente espacial involucrado en un trabajo de investigación” (pág. 236), En este caso estará constituida por 3235 conexiones domiciliarias de agua potable del sistema de distribución del circuito R20 Sabandía .

Muestra

La muestra “es una porción representativa de la población de estudio cuyas peculiaridades deben de ser un reflejo exacto de la misma, de manera que la información de la muestra se puedan extender a toda la población” (Carrasco, 2017 pág. 237).

La muestra estará constituida por 235 conexiones de agua potable. Pero debido a que se cuenta con información de toda la población de estudio se usara todos los datos disponibles para un mejor estudio y evaluación.

Tabla 4

Obtención de la muestra

CALCULO DE TAMAÑO MUESTRA FINITA					
$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$					
					Tamaño de muestra
					"N" = 235,71
n = Tamaño de muestra buscado					
N = Tamaño de de la poblacion universo					
Z = Parametro estadistico que depende del Nivel de confianza					
e = Error de estimacion maximo aceptado					
p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado					
q = (1-p) = probabilidad de que no ocurra el evento estudiado					
				Parametro	Insertar Valor
				N	270
				Z	2,580
				P	50,00%
				Q	50,00%
				e	3,00%
Nivel de confianza	Z alfa				
99,7%	3				
99,0%	2,58				
98	2,33				
96	2,05				
95	1,96				
90	1,645				
80	1,28				
50	0,674				
				449,3070	
				1,9062	

Fuente: Elaboración propia

Muestreo

Se hará un muestreo aleatorio simple "porque cada miembro de la población tiene la misma posibilidad de ser seleccionado como parte de la muestra" (Carrasco, 2017, p. 237).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Carrasco (2017), Manifiesta que es un conjunto de reglas y pautas que sirven de guía a los investigadores en todas las etapas de la investigación.

Técnicas

Revisión y Análisis Documentario

En la presente investigación se realizará empleando la técnica de revisión y análisis documentario

Carrasco (2017) nos dice que "la técnica de recolección de datos es el método que permite conseguir y recolectar la información contenida en documentaciones afines con el problema de investigación y sus objetivos". (p. 275).

Instrumento

Las herramientas para esta investigación serán fichas de investigación o listas de cotejo.

Para Carrasco (2017), "son todas las cosas materiales que permiten la obtención de una respuesta de lo observado". (p. 334).

Tabla 5

Indicador, técnica e instrumento

INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Conexiones	Análisis documental	Ficha de recolección
Reboses	Análisis documental	de datos
Circuitos	Observación	Ficha de observación
Presión	Análisis documental	
Agua producida	Análisis documental	Ficha de recolección
Población con o sin		de datos
servicio de agua potable	Análisis documental	

Fuente: Elaboración propia

3.5. Procedimientos

3.6. Método de análisis de datos

Con los resultados obtenidos se realizará un balance de pérdidas físicas, de acuerdo a la metodología de la Asociación Internacional del agua (IWA), para determinar el nivel óptimo de pérdidas físicas en las redes de repartición de líquido potable.

3.7. Aspectos éticos

Esta investigación se desarrolló con datos de máxima confidencialidad de SEDAPAR S.A. Esta información fue solicitada de acuerdo con el principio de transparencia y el texto unificado de la Ley N ° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, por lo que la información brindada es correcta.

Asimismo, la semejanza de la presente investigación se encontró dentro de los parámetros establecidos por la Universidad Cesar Vallejo, y todas las fuentes fueron citadas adecuadamente respetando los derechos de autor.

IV. RESULTADOS

4.1 Porcentaje de perdidas físicas en la red de distribución de agua potable de Sabandía – 2019

Se realizó el balance hídrico con la información recopilada obteniendo lo siguiente:

Tabla 6

Balance hídrico para determinar perdidas físicas de agua potable en redes de distribución de Sabandía .

Volumen de Entrada al Sistema de Distribución	Consumos Autorizados	Consumos Autorizados No	Consumos Facturados Medidos	Agua Facturada
		76903	70708	76903
		(m3/año)	Consumos Facturados No-medidos	(m3/año)
	76903	Consumos Autorizados No	6195	
		0	Consumos No-Facturados medidos	Agua No Facturada ANF
	(m3/año)	(m3/año)	0	
		Pérdidas Comerciales	Consumos No-autorizados	
	175497	1372	0	
		98594	Impresión en la Medición	
			1372	
	Pérdidas Físicas	Pérdidas en Conducciones	98594	
	97222	0		
(m3/año)	(m3/año)	Pérdidas y reboses de reservorios	20	
	(m3/año)	0		
		Pérdidas en arranques (matriz-MAP)	(m3/año)	
		660		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7

Tabla resumen balance hídrico

Balance Hídrico	Volumen anual	porcentaje
Volumen de entrada al sistema	175497	100
Consumos Facturado Medido	70708	40.29
Consumo facturado No-medido	6195	3.53
Consumo autorizado facturado	76903	43.82
Agua No Facturada ANF	98594	56.18
Consumo No-facturado medido	0	0
Consumo No-facturado No-medido	0	0
Consumo autorizado No-facturado	0	0
Consumo autorizado	76903	43.82
Pérdidas	98594	56.18
Consumos no autorizados	0	0
Imprecisión en la medición	1372	0.78
Perdidas comerciales	1372	0.78
Perdidas físicas	97222	55.4
Perdidas en conducciones y redes	0	0
Pedidas y reboses de reservorios	0	0
Perdidas en arranques (matriz-MAP)	660	0.38

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 5 se puede determinar claramente que el consumo autorizado facturado de agua potable es de 43.82% por lo tanto el porcentaje de agua no facturada es de 56.18% de este se deduce dos componentes muy importantes para la reducción de pérdidas de agua potable, las perdidas comerciales o perdidas no físicas que es de 0.78% y las pérdidas operacionales o pérdidas físicas que es de 55.4%.

Tabla 8

Tabla resumen balance hídrico

Balance hídrico	Volumen anual	porcentaje
Volumen de entrada al sistema	175497	100 %
Consumo autorizado facturado	76903	43.82 %
Agua No Facturada ANF	98594	56.18 %
• Perdidas comerciales	1372	0.78 %
• Perdidas físicas	97222	55.4 %

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla N° 5 se determina que el porcentaje de pérdidas físicas de agua potable en la red de distribución de agua potable de Sabandía es de 55.4 % lo que equivale a 97 222 metros cúbicos de agua potable que se pierde.

4.2 Porcentaje optimo aproximado de pérdidas físicas en redes de distribución de agua potable del circuito R-20 Sabandía 2019

El porcentaje de perdidas físicas de agua potable es un componente del agua o facturada, en ese sentido el porcentaje de agua no facturada es la diferencia entre el volumen producido y el volumen facturado de agua potable.

A nivel nacional se tiene a las Empresas prestadoras de Servicios de agua potable categorizadas como SEDAPAL, Grandes, Medianas, Pequeñas y el mayor volumen facturado lo realiza SEDAPAL CON UN 55.62% del total, seguida de las grandes con un 33.77%, las medianas con un con 8.26% y las pequeñas con un 2.35%.

Tabla 9

Porcentaje de Agua volumen producido y volumen facturado a nivel nacional

EPS POR TAMAÑO	VOLUMEN PRODUCIDO		VOLUMEN FACTURADO	
	M ³	PORCENTAJE	M ³	PORCENTAJE
SEDAPAL	748.491.598	50,39%	536.332.842	55,62%
EPS GRANDE	551.194.699	37,11%	325.577.770	33,77%
EPS MEDIANA	146.995.027	9,90%	79.636.266	8,26%
EPS PEQUEÑA	38.780.412	2,61%	22.677.763	2,35%
TOTAL	1.485.461.736	100%	964.224.641	100%

Fuente: SUNASS 2020

La Superintendencia Nacional de los servicios de saneamiento categoriza a las empresas de saneamiento de acuerdo a las conexiones de agua que administra.

Tabla 10

Tamaño de EPS por conexiones administradas

EPS	CANTIDAD DE CONEXIONES ADMINISTRADAS
SEDAPAL	Más de 1 millón de habitantes
EPS GRANDE	De 100 a 1 millón de habitantes
EPS MEDIANA	de 40 mil a 100 mil habitantes
EPS PEQUEÑA	Menos de 15 mil habitantes

SEDAPAR S.A. administra en la actualidad 323,234 conexiones activas por lo tanto es considerada una EPS GRANDE, (SUNASS, 2020)

Tabla 11

Porcentaje de agua no facturada EPS SEDAPAL EPS GRANDES

EPS	TOTAL PRODUCIDO		FACTURADO		NO FACTURADO	
	M³	%	M³	%	M³	%
SEDAPAL EPS GRANDES	1.299.686.297,00	100%	861.910.612,00	66,32%	437.775.685,00	33,68%

Fuente: Elaboración propia

El porcentaje de Agua No facturada para el periodo 2019 de SEDAPAL Y LAS EPS GRANDES es de 33.68%, siendo este el promedio nacional.

En el caso de SEDAPAR el porcentaje de pérdidas es de 30.59% según el Reporte de benchmarking 2019 (SUNASS, 2020), en ese sentido corresponde tomar como porcentaje óptimo de pérdidas de agua el valor más bajo, debido a que no existe reglamentación que fije el porcentaje óptimo de pérdidas de agua potable para las EPS. Por lo tanto, el porcentaje óptimo a tomar para la reducción de pérdidas de agua en Sabandía será de 30.59%.

4.3 Factores que influyen en el incremento de las pérdidas físicas en redes de distribución de agua potable

La información del lugar de investigación no se cuenta con información o trabajos realizados en cuanto a detección de conexiones irregulares o clandestinas.

Tabla 12

Cantidad de Conexiones regulares, irregulares y clandestinas

CONEXIONES DOMICILIARIAS	CANTIDAD	PORCENTAJE
Conexiones Irregulares	0	0,00%
Conexiones regulares	270	100,00%
Conexiones Clandestinas	0	0,00%

Fuente: Elaboración propia

Es necesaria la implementación y ejecución de un plan de detección de conexiones regulares y clandestinas

Tabla 13

Reboses en reservorio

RESERVORIOS	Existen reboses	Cantidad
Reboses	0	0

Fuente: Elaboración propia

Los reboses en reservorio son un factor importante en la reducción de pérdidas.

De acuerdo a reportes e información recogida en campo no se registraron reboses en el periodo 2019

Tabla 14

Presiones

CONTROL DE PRESIONES	bar
Presión zona alta	1,6
Presión zona media	3,2
Presión zona baja	4,3

Fuente: Elaboración propia

Las presiones de acuerdo a norma deben tener un mínimo de 0.8 mca y como máximo 5 mca, en ese sentido las presiones están dentro de los parámetros establecidos.

Tabla 15

Sectorización

SECTORIZACIÓN	EXISTE SECTORES	CANTIDAD
Circuitos	SI	3

Fuente: Elaboración propia

La sectorización es un factor importante en la gestión de las redes de distribución por lo tanto se tiene 3 sectores bien definidos en la red de distribución de agua potable de Sabandía.

4.4. Beneficios ambientales que nos otorgara la Reducción de Pérdidas Físicas de Agua Potable en Redes de Distribución del circuito R-20 Sabandía 2019

La principal fuente de abastecimiento del distrito de Sabandía se encuentra ubicada de cuerdo a los datos de la siguiente tabla.

Tabla 16

Ubicación política y geográfica fuente de abastecimiento

Ubicación política	Tipo de fuente	Nombre de fuente	Coordenadas de captación UTM (WGS)		
			ESTE (m)	Norte (m)	Altitud (msnm)
Departamento	Arequipa	Manantial Pozo 2 Sabandía	233545	8179642	2408
Provincia	Arequipa				
Distrito	Sabandía				

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

De acuerdo a la RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 1346-2015 ANA/AAA I C-O se tiene la siguiente oferta, demanda y déficit de agua de la fuente de abastecimiento de Sabandía denominado "POZO 2 SABANDÍA"

Tabla 17

Oferta, demanda, y déficit "Pozo 2 Sabandía "

	BALANCE m3												VOLUMEN ANUAL m3
	ENE 31	FEB 28	MAR 31	ABR 30	MAY 31	JUN 30	JUL 31	AGO 31	SEP 30	OCT 31	NOV 30	DIC 31	
OFERTA m3	49.718,90	44.907,39	49.718,90	45.036,71	40.176,00	32.723,29	27.452,14	21.090,21	14.253,17	11.547,31	11.174,82	21.090,71	368.889,55
DEMANDA m3	124.672,08	112.607,04	124.672,08	120.650,40	124.672,08	120.650,40	124.672,08	124.672,08	120.650,40	124.672,08	120.650,40	124.672,08	1.467.913,20
SUPERAVIT m3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DEFICIT m3	74.953,18	67.699,65	74.953,18	75.613,69	84.496,08	87.927,11	97.219,94	103.581,87	106.397,23	113.124,77	109.475,58	103.581,37	1.099.023,65
VOLUMEN A ASIGNAR m3	49.718,90	44.907,39	49.718,90	45.036,71	40.176,00	32.723,29	27.452,14	21.090,21	14.253,17	11.547,31	11.174,82	21.090,71	368.889,55

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

De todo el volumen producido y asignado por la fuente de abastecimiento “POZO 2 SABANDÍA” se abastece la población de 2 distritos que son Sabandía y Socabaya.

Tabla 18

Volumen asignado a los distritos de Sabandía y Socabaya

PARAMETRO	MESES												VOLUMEN ANUAL m ³
	ENE 31	FEB 28	MAR 31	ABR 30	MAY 31	JUN 30	JUL 31	AGO 31	SEP 30	OCT 31	NOV 30	DIC 31	
VOLUMEN A ASIGNAR m ³	49.718,90	44.907,39	49.718,90	45.036,71	40.176,00	32.723,29	27.452,14	21.090,21	14.253,17	11.547,31	11.174,82	21.090,71	368.889,55

Fuente Autoridad Nacional del Agua

De lo asignado a Socabaya de acuerdo Resolución Administrativa N° 153-2002-CTAR/PE-DRAG-AAA/ATDRCH, Artículo 1°, se le asigna al distrito de Socabaya la cantidad de 6 lts/seg., el distrito de Sabandía tendría una disponibilidad de 5.86 lts/seg.

Por lo tanto, se tiene un volumen asignado mensual de 15 188.80 m³ mensuales y un acumulado de 182 265.55 m³ anuales.

Tabla 19

Diferencia entre volúmenes asignados, utilizados, cobrados y perdidos

	VOLUMEN ASIGNADO	VOLUMEN UTILIZADO	VOLUMEN COBRADO	VOLUMEN PERDIDO	PORCENTAJE DE PERDIDAS
Mensual	15.188,80	14.624,75	6.408,58	8.216,17	56,18%
Anual	182.265,55	175.497,00	76.902,96	98.594,04	56,18%

Fuente: Elaboración propia

Es claro que no se utiliza el volumen total asignado, pero en contraposición de todo el volumen utilizado para abastecer a la población de Sabandía solo se cobra un 43.82% y el porcentaje de perdidas es de 56.18%

Para determinar la cantidad de viviendas con servicio de agua potable en el interior se buscó información del censo nacional 2017: XII de población, VII de vivienda y II de comunidades indígenas (INEI, 2017).

Tabla 20

Abastecimiento de agua en la vivienda

ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA VIVIENDA	CASOS	%
Red pública dentro de la vivienda	966	87,82%
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	33	3,00%
Pilón o pileta de uso público	37	3,36%
Camión - cisterna u otro similar	7	0,64%
Pozo (agua subterránea)	50	4,55%
Manantial o puquio	1	0,09%
Río, acequia, lago, laguna	5	0,45%
Otro	1	0,09%
TOTAL	1 100	100,00%

Fuente: INEI 2017

El abastecimiento de agua potable es básico en los hogares en ese sentido en Sabandía se tiene que un 87% de la población tiene acceso a servicio de agua potable dentro de su vivienda y un 12% restante no tiene acceso al servicio de agua potable dentro de su vivienda.

Tabla 21

Agua necesaria para abastecer a la población sin acceso a agua potable en su vivienda

VIVIENDAS SIN ACCESO A AGUA POTABLE	DENSIDAD POBLACIONAL POR VIVIENDA	l/hab/día	AGUA POTABLE NECESARIO A DÍA m³	AGUA POTABLE NECESARIO A MES m³	AGUA POTABLE NECESARIO A AÑO m³
134	5,5	120,00	88,44	2.653,20	31.838,40

Para que el 100% de la población de Sabandía tenga acceso al servicio de agua potable en su vivienda son necesarios 31 838.40 m³ anuales.

V. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio fueron la determinación del porcentaje de pérdidas físicas en las redes de repartición de agua potabilizada de Sabandía 2019., que es de 56.18% de agua no facturada, esto significa que de cada 100 litros de agua producida se pierden 55.4 litros de agua, más del 50% de lo que se genera se pierde o simplemente se deja de cobrar, lo que se sustenta con la conclusión de Mormontoy (2016), quien concluye que una gestión para reducir pérdidas de agua potable en sistemas de abastecimiento de SEDAPAR S.A en Arequipa es fundamental para la escasez creciente de agua, además del posible deterioro significativo de la calidad de la vida en esta región.

Los resultados del presente estudio concluyeron que los factores más importantes en la reducción de pérdidas de agua potable son el estado de las conexiones domiciliarias de agua potable, (que para el caso de estudio no se tiene información sobre las conexiones irregulares y conexiones clandestinas), los reboses en reservorios, presiones en la red de distribución, (hay información incompleta) y por último la sectorización, los que fueron semejantes a los resultados de los estudios de Mormontoy (2016), quien concluye que, en las pérdidas de agua potable se tiene como actores principales al alto índice de conexiones con uso indebido y a las roturas en redes de distribución, relacionados con los objetivos de mejoramiento de presiones en las redes de distribución y la de disminución de conexiones clandestinas

Los resultados de la actual investigación establecieron que en el distrito de Sabandía un 12% de la población no tiene agua potable dentro de su vivienda, en ese sentido es importante la recuperación del agua que se pierde antes de llegar a las viviendas, una gestión eficaz en la disminución de las mermas de agua potable hará que más personas puedan tener agua en sus viviendas, esta conclusión fue semejante a la de Cáceres (2016), quien concluyó que la capacitación de personal, la administración eficiente las mediciones de pérdidas de agua, ayuda a mejorar las condiciones de la empresa y el medio ambiente, todo lo anterior contribuirá al ahorro del agua manejando los aspectos técnicos que contribuyen al fortalecimiento de la metodología y tecnología de los sistemas, para tomar decisiones de gestión eficaces sobre la utilización de recursos.

La presente investigación determino que no existe un eficiente plan de reducción de pérdidas físicas de agua potable en las redes de distribución del circuito R20 Sabandía, lo que se sustenta con la recomendación de Guarnizo et al. (2019), quien afirma que “la ejecución de proyectos para la reducción y control de pérdidas físicas en la red, como proyectos que deben incluir medidas de: mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, control de las presiones y detección de fugas no visibles” (pág. 61).

VI. CONCLUSIONES

- Con la evaluación y la realización del balance hídrico se pudo establecer la cantidad porcentual de agua no facturada en la red de distribución de agua potable de Sabandía 2019, es de 56.18%, este ítem contempla las pérdidas comerciales o no físicas que es de 0.78% y las pérdidas operacionales o pérdidas físicas es de 55.4%, esto significa que de cada 100 litros de agua producida se pierden 55.4 litros de agua, más del 50% de lo que se genera se desperdicia o simplemente se deja de cobrar.

- En el caso de SEDAPAR el porcentaje de pérdidas es de 30.59%, y de SEDAPAL 33.68% según el Reporte de benchmarking 2019 (SUNASS, 2020), en ese sentido, debido a que no existe reglamentación que fije el porcentaje óptimo de pérdidas de agua potable para las EPS. Se concluye que el porcentaje óptimo a tomar para la disminución de pérdidas de agua en Sabandía será de 30.59%.

- Los factores más importantes en la disminución de pérdidas de agua potable son el estado de las conexiones domiciliarias de agua potable, (que para el caso de estudio no se tiene información sobre las conexiones irregulares y conexiones clandestinas), los reboses en reservorios, las presiones en la red de distribución, (hay información incompleta) y por último la sectorización.

- De acuerdo a las cifras del INEI (2017), del censo nacional: XII de población, VII de vivienda y II de comunidades indígenas , se determinó que en el distrito de Sabandía un 12% de la población no posee acceso al servicio de agua potable dentro de su vivienda, en ese sentido es importante la recuperación del agua que se pierde antes de llegar a las viviendas, teniendo en cuenta que el 56.18% del agua extraída de la fuente de abastecimiento se pierde antes de llegar a los usuarios, si además se toma en cuenta la dotación asignada de acuerdo a la Resolución Directoral N° 1346-2015 ANA/AAA I C-O; la dotación de agua per cápita es de 120lt/habitante día; en ese sentido son necesario 31 838.40 m³ anuales de agua, que fácilmente podrían ser cubiertos por los 98.594,04 m³ de agua que se pierden por una mala gestión de las redes de distribución, lo que significa que una gestión eficaz en la disminución de las pérdidas de agua potable hará que más personas puedan tener agua en sus viviendas, lo que al mismo tiempo permitirá asegurar el caudal mínimo ambiental

para satisfacer las necesidades de las diferentes actividades de la población del distrito, que se dedica a la agricultura, ganadería y otros.

- No existe un eficiente plan de disminución de pérdidas físicas de agua potable en las redes de distribución del circuito R20 Sabandía, estas pérdidas se tendrían que compensar extrayendo más agua, lo que podría agotar la fuente de abastecimiento del recurso hídrico provocando irreparables daños ambientales y al mismo tiempo provocar efectos negativos en los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales de la empresa de agua potable en este caso de SEDAPAR S.A.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar de manera permanente el balance hídrico del circuito R20 para poder conocer la evolución de las pérdidas físicas de agua potable.
- Realizar alianzas estratégicas con la municipalidad de Sabandía para implementar campañas de concientización sobre el uso y el cuidado del recurso hídrico
- Implementar un plan de disminución de pérdidas de agua potable en las redes de distribución de agua potable, lo que beneficiara a la EPS en el aspecto técnico ya que se reducirán las fugas en redes y conexiones domiciliarias, en el aspecto económico porque el agua recuperada podrá ser vendida y no se tendrá que invertir en nueva infraestructura para alcanzar la demanda de la población, en el aspecto social se podrá dotar del servicio de agua a mayor cantidad de la población, y por último en el aspecto ambiental, se podrá hacer un uso sostenible del recurso hídrico y se cuidara la fuente de extracción lo que permitirá redistribuir el recurso para otras actividades.

REFERENCIAS

Referencias bibliográficas

- Alvarado, Cristian Camilo. 2016.** *Propuesta Metodológica para Localizar Tuberías de Distribución de Agua Potable con Mayor Probabilidad de Presentar Fugas no Visibles.* Universidad de los Andes, Bogota, Colombia : 2016.
- Alvarado, Noemí Mildred y Cauna, Hansen Armando. 2019.** *Análisis del índice de pérdidas para mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable del sector VI de la ciudad de Tacna – Tacna.* Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú : 2019.
- Areiza, José Fernando y Caraballo, Jhonatan David. 2019.** *Análisis de las pérdidas de agua en los sistemas de abastecimiento público, identificando sectores y causas influyentes en los altos índices de agua no contabilizada (IANC) en el municipio de Turbo Antioquia.* Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Antioquia, Colombia : 2019.
- Autoridad Nacional del Agua. 2009.** *Ley de Recursos Hidricos.* Lima : s.n., 2009.
- . **2015.** R.D. N° 1346-2015-ANA. Arequipa : s.n., 2015.
- Avolio, Ciro. 2016.** *Water service delivery solutions in rural and peri-urban areas in developing countries : are public-public partnerships a valuable alternative to private sector participation?* Universidad Politécnica de Catalunya, Catalunya, España : 2016.
- Banco Mundial. 2013.** Banco Mundial BIRF-AIF. [En línea] 3 de setiembre de 2013. [Citado el: 8 de Enero de 2021.]
<http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2013/09/03/latin-america-water-loss-energy-efficiency>.
- Cabezas, Edison Damián, Andrade, Diego y Torres, Johana. 2018.** *Introducción a la metodología de la investigación científica.* s.l. : Universidad de las Fuerzas Armadas, 2018.
- Cáceres, Kathia Nátaly. 2016.** *Beneficios ambientales del control de pérdidas en un sistema convencional de tratamiento de agua potable.* Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú : 2016.
- Carrasco, Sergio. 2017.** *Metodología de la Investigación Científica.* Lima : San Marcos E.I.R.L., 2017. 978-9972-38-344-1.
- Constitución Política del Perú. 1993.** Lima, Perú : Congreso Constituyente Democrático, 1993.
- Díaz, Karen Paola. 2019.** *El Oro Azul y su Gestión de Pérdidas en Colombia.* Colombia : s.n., 2019. págs. 9-22. Vol. XXIII.
- Drección Regional Agraria Arequipa. 2002.** R.A. N°153-2002-CTAR. Arequipa : s.n., 2002.

González, Paola. 2017. *Diseño y Estudio de la Robustez de una Red Mallada de Distribución de Agua Potable.* Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona : 2017.

Guarnizo, Marjorie Areliz y Sanchez, Araceli Tays. 2019. *Reducción de pérdidas de agua potable mediante el método de sectorización en el distrito de Salaverry, departamento La Libertad.* Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú : 2019.

Gutiérrez, Erick Felipe. 2016. *Análisis y determinación de agua no facturada (ANF) en el sistema de abastecimiento de agua potable en la sub zona Larapa en la EPS Seda Cusco SA. 2016.* Universidad Andina del Cusco, Cusco, Perú : 2016.

Huete, Dennis Alfonso. 2017. *Evaluación del Funcionamiento del Sistema de Agua Potable en el Pueblo Joven San Pedro, Distrito de Chimbote - Propuesta de Solución – Ancash – 2017.* Universidad César Vallejo, Chimbote, Perú : 2017.

INEI. 2017. <http://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>. [En línea] 2017.

—. **2020.** *Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico.* Lima : s.n., 2020.

Inga, Arnold Ned. 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.* Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Lima : 2019.

Jaramillo, Maria Elizabeth. 2020. *Sectorización y balance hidráulico para la optimización del servicio de agua potable en el sector operacional IV del distrito de Piura.* Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú : 2020.

Jimenez, Carlos Augusto. 2015. *Valoración Técnica, Ambiental y Social del Programa Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA), en el Municipio Codazzi-Cesar.* Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Valledupar, Colombia : 2015.

Ley de Recursos Hídricos N° 29338. 2009. Lima, Perú : s.n., 2009.

Lugo, José Luis y Lugo, Elkyn Rafael. 2018. *Beneficios socio ambientales por potabilización del agua en los pueblos palafíticos de la ciénaga grande de Santa Marta-Colombia.* 2018. págs. 259-264. Vol. xxi.

Martínez, Yaset y Villalejo, Víctor Michel. 2018. *La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos.* La habana : s.n., 2018. págs. 58-72. Vol. XXXIX. 1680-0338.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2006. *Reglamento Nacional de Edificaciones.* Lima : El Peruano, 2006.

Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo. 2011. *Guía para la reducción de pérdidas de agua.* Eschborn : Rohland & more, 2011.

Mormontoy, Dante. 2016. *Plan de gestión de reducción de pérdidas de agua potable de la EPS Sedapar S.A. en Arequipa Metropolitana para el periodo 2016-2018.* Universidad Continental, Arequipa, Perú : 2016.

MVCS. 2018. Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural. Lima : s.n., 2018.

ONU. 2004. Departamento de Asuntos Economicos Sociales de Naciones Unidas. [En línea] 24 de noviembre de 2004. [Citado el: 8 de Enero de 2020.] http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml.

—. **2019.** UN-Water Policy Brief Climate Change and Water Final Draft 8 July 2019. [En línea] 8 de Julio de 2019. https://www.unwater.org/app/uploads/2019/10/UN_Water_PolicyBrief_ClimateChange_Water.pdf.

Peña, Karina del Valle. 2019. *Desarrollo de una metodología para la evaluación del desempeño y la sostenibilidad ambiental en la gestión del agua potable. Caso de Estudio: Aguas de Mérida CA (Venezuela).* Universitat Politècnica de València, Valencia, España, : 2019.

Ramírez, María de los Ángeles. 2017. *Metodología de Evaluación de Pérdidas de Agua Potable y Analisis de Factibilidad de Medición Continua en Grandes Conducciones. Caso: Gran Alimentadora-Valparaiso.* Universidad Técnica Federico Santa Maria, Valparaiso, Chile : 2017.

SDPA. 2020. Legislacion Ambiental.pe. www.legislacionambientalspda.org.pe. [En línea] 2020. [Citado el: 31 de Diciembre de 2020.] http://www.legislacionambientalspda.org.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=3:el-concepto-de-ambiente-&catid=18:cap-1&Itemid=4709.

Silva, Jimmi Yury, Ticona, Elio Manuel y Quiróz, Jesus Alejandro. 2019. *Reducción de Pérdidas y Agua no Contabilizada del Sector II-B en la Ciudad de Ilo.* Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú : 2019.

SUNASS. 2020. *Benchmarking Regulatorio 2020 de las Empresas prestadoras (EP).* Lima - Perú : s.n., 2020. INFORME N° 1021-2020-SUNASS-DF-F.

—. **2018.** *Gestión de Pérdidas de Agua en Prestadores de Servicio de Saneamiento.* Lima : s.n., 2018.

Talledo, Alez Ivan. 2018. *Plan de Mejora para Reducir el Índice de Agua no Facturada en el Sector Servicentro de la Eps Grau S.A. - Zonal Talara.* Universidad César Vallejo, Piura, Perú : 2018.

USMP. 2019. *Metodología de la Investigación.* Lima : Unidad Académica de Estudios Generales, 2019.

Yuquilema, Christian Mauricio. 2020. *Correlación entre la frecuencia de cocinar y el consumo de agua potable.* Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador : 2020.

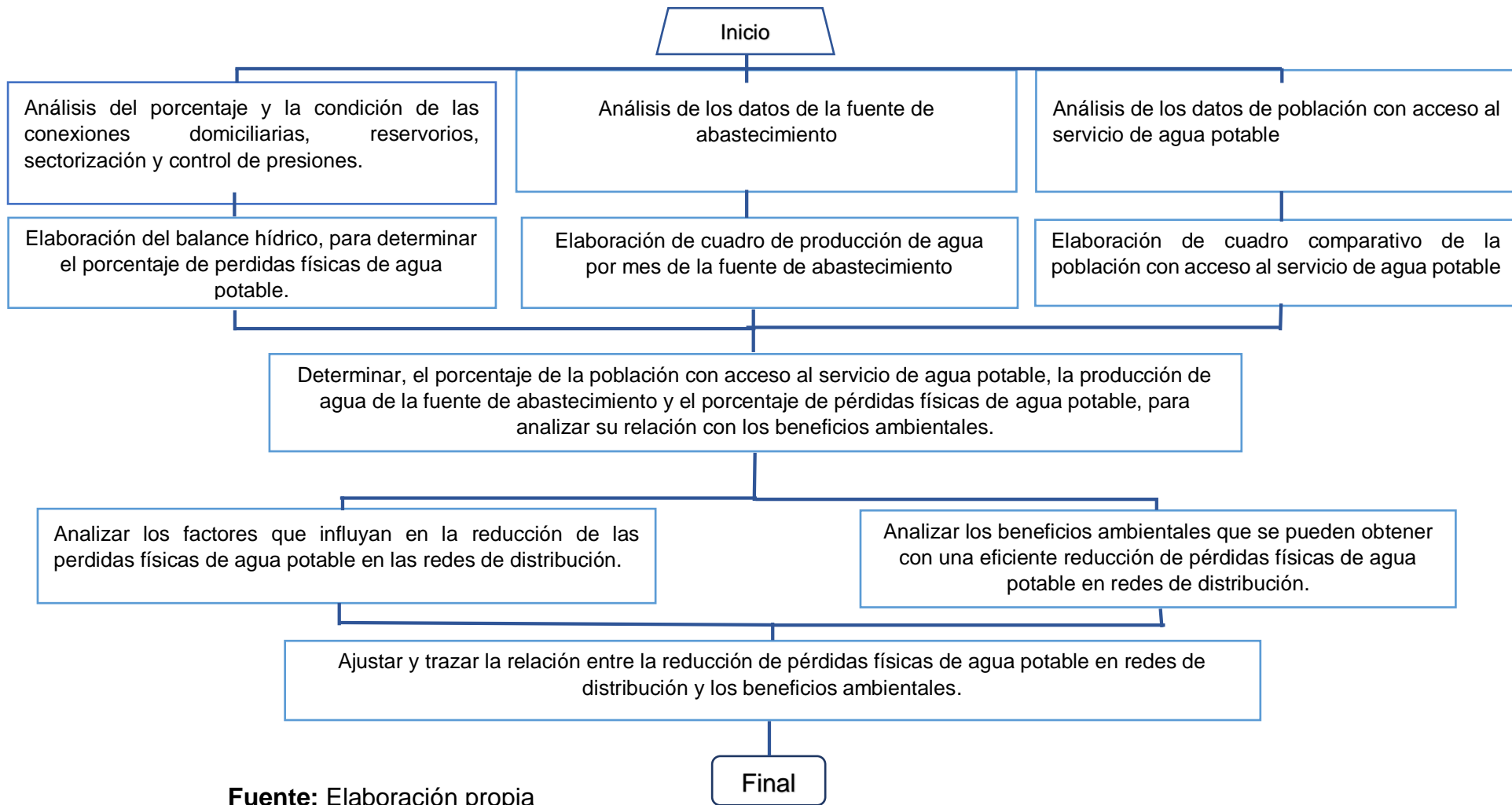
ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	MARCO CONCEPTUAL	MARCO OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD					
General	General	General	V1 "Reducción de Pérdidas de agua potable"										
¿En qué medida la reducción de pérdidas físicas en redes de distribución de agua potable del circuito R-20 Sabandía 2019 nos otorgara beneficios ambientales?	Determinar en qué medida la reducción de pérdidas físicas en redes de distribución de agua potable del circuito R-20 Sabandía 2019, nos otorgara beneficios ambientales	Con una eficiente reducción de pérdidas físicas en redes de distribución de agua potable del circuito R-20 Sabandía 2019 se obtiene beneficios ambientales.							(RAMÍREZ 2017) Se entiende como pérdida en un sistema de distribución de agua potable cuando el volumen total de agua que es entregada a los consumidores no es facturado, debido a que no es registrada por los medidores domiciliarios.	Para Determinar en qué medida la reducción de pérdidas físicas en redes de distribución de agua potable del circuito R-20 Sabandía 2019, nos otorgara beneficios ambientales se utilizaron los datos de informes de mediciones de los micromedidores y macromedidores del sistema de distribución de agua potable, asimismo se analizó los datos de conexiones clandestinas, metros columna de agua reservorios, sectorización y control de presiones en circuitos.	CONEXIONES DOMICILIARIAS	- Conexiones regulares - Conexiones Irregulares - Conexiones Clandestinas	%
											RESERVORIOS	Reboses	Metros cúbicos
											SECTORIZACIÓN	- Circuitos	%
											CONTROL DE PRESIONES	- Presión	Bar
Específicos	Específicos	Específicos	V2 "beneficios Ambientales"										
¿Cuál es el porcentaje de pérdidas físicas en la red de distribución de agua potable de Sabandía 2019?	Determinar el porcentaje de pérdidas físicas en la red de distribución de agua potable de Sabandía 2019	El porcentaje de pérdidas de agua potable en redes de distribución de agua potable del circuito R-20 Sabandía 2019 se relaciona directamente con la obtención de beneficios ambientales							(La ley general del ambiente, ley 28611), reconoce que los recursos naturales y demás componentes del ambiente cumplen funciones que permiten mantener las condiciones de los ecosistemas y del ambiente, generando beneficios que se aprovechan sin que medie retribución o compensación. Por ello, señala que el Estado deberá establecer mecanismos para valorizar, retribuir y mantener la provisión de dichos servicios ambientales.)	Para evaluar los beneficios ambientales se utilizarán datos de la fuente de abastecimiento de agua (ubicación, cantidad), y las zonas con servicio de agua potable abastecidas por la fuente	FUENTE DE ABASTECIMIENTO	- Cantidad de agua producida	Metros Cúbicos
¿Cuál es el porcentaje adecuado de pérdidas físicas en redes de distribución de agua potable?	Calcular el porcentaje óptimo aproximado de pérdidas físicas en redes de distribución de agua potable del circuito R-20 Sabandía 2019												
¿Qué factores influyen en el incremento de las pérdidas físicas en redes de distribución de agua potable?	Determinar cuáles son los factores que influyen en el incremento de las pérdidas físicas en redes de distribución de agua potable	Los factores que influyen en el incremento de las pérdidas de agua potable del circuito R-20 Sabandía 2019 se relaciona directamente con la obtención de beneficios ambientales									POBLACIÓN	Con servicio de agua potable	%
¿Qué beneficios ambientales se pueden obtener de la aplicación de un Plan de Reducción de Pérdidas físicas de Agua Potable en Redes de Distribución del circuito R-20 Sabandía 2019?	Elaborar un Plan de Reducción de Pérdidas físicas de Agua Potable en Redes de Distribución del circuito R-20 Sabandía 2019 y como la implementación de este nos otorgara beneficios ambientales					Sin servicio de agua potable	%						

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Diagrama de flujo para extraer la correlación entre la reducción de pérdidas de agua potable y los beneficios ambientales



Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Instrumentos de recolección de datos para la reducción de pérdidas de agua potable.

 **Análisis de consumos y perdidas físicas de agua potable**

CONSUMOS Y PERDIDAS DE AGUA POTABLE POR MES SITEMA DE DISTRIBUCION R-20 SABANDIA 2019																											
	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE		TOTAL		
	CONEXIONE	CONSUMO	CONEXIONE	CONSUMO	CONEXIONE	CONSUMO	CONEXIONE	CONSUMO	CONEXIONE	CONSUMO	CONEXIONE	CONSUMO	CONEXIONE	CONSUMO	CONEXIONE	CONSUMO	CONEXIONE	CONSUMO	CONEXIONE	CONSUMO	CONEXIONE	CONSUMO	CONEXIONE	CONSUMO	CONEXIONE	CONSUMO	
CONSUMO FACTURADO MEDIDO																											
CONSUMO FACTURADO NO MEDIDO																											
CONSUMO NO FACTURADO MEDIDO																											
CONSUMO NO FACTURADO NO MEDIDO																											
CONSUMOS NO AUTORIZADOS																											
IMPRECISION EN LA MEDICION QUIEBRE POR RECLAMOS																											
PERDIDAS EN CONDUCCIONES Y REBOSES																											
PERDIDAS Y REBOSES DE RESERVORIOS																											
PERDIDAS EN ARRANQUES																											

Fuente: Elaboración propia

✚ Factores que influyen en las pérdidas físicas de agua potable en redes de distribución

FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS PERDIDAS FISICAS DE AGUA POTABLE		
	Cantidad	Porcentaje
CONEXIONES DOMICILIARIAS		
Conexiones Irregulares		
Conexiones Regulares		
Conexiones Clandestinas		
total		
RESERVORIOS	Existen reboses	caudal
Reboses		
SECTORIZACION	Existe Sectorizacion	cantidad
Circuitos		
CONTROL DE PRESIONES	existe informacion de presiones	Promedios
Presion zona alta		
Presion zona media		
Presion zona baja		

Fuente: Elaboración Propia

 **Balance Hídrico**

Volumen de Entrada al Sistema de Distribución (1)	Consumos Autorizados (5)	Consumos Autorizados Facturados (4')	Consumos Facturados Medidos (2)	Agua Facturada (2')	
			Cosumos Facturados No-medidos (2)		
	Pérdidas (6) = (1) - (5)	Consumos Autorizados No Facturados (4')	Consumos No-Facturados medidos (4)	Agua No Facturada ANF (*) (3)=(1)-(2)	
		Pérdidas Comerciales (7')	Consumos No-Facturados No-medidos (4)		
		Pérdidas Físicas (8) = (6) - (7')	Consumos No-autorizados (7)		Impresición en la Medición (7)
					Pérdidas en Conducciones y Reboses (9)
					Pérdidas y reboses de reservorios (9)
		Pérdidas en arranques (matriz-MAP) (9)			
Volumen de Entrada al Sistema de Distribución (m3/año)	Consumos Autorizados (m3/año)	Consumos Autorizados No (m3/año)	Consumos Facturados Medidos	Agua Facturada (m3/año)	
			Consumos Facturados No-medidos		
	Pérdidas (m3/año)	Consumos Autorizados No (m3/año)	Consumos No-Facturados medidos	Agua No Facturada ANF (m3/año)	
			Consumos No-Facturados No-medidos		
		Pérdidas Comerciales	Consumos No-autorizados		
	Pérdidas Físicas (m3/año)		Impresición en la Medición		
			Pérdidas en Conducciones y Reboses		
			Pérdidas y reboses de reservorios		
			Pérdidas en arranques (matriz-MAP)		

Fuente: (Asociación internacional del agua IWA)

Anexo 4: Instrumentos de recolección de datos para determinar los Beneficios Ambientales

Producción de la fuente de abastecimiento por mes año 2019

PRODUCCION DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO POR MES AÑO 2019												
FUENTE DE ABASTECIMIENTO	Enero	Febrero	marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Cantidad de agua producida por mes												

Fuente: Elaboración propia

Porcentaje de población con o sin acceso al servicio de agua potable

POBLACION CON O SIN ACCESO AL SERVICIO DE AGUA POTABLE		
POBLACION	Cantidad	Porcentaje
Con servicio de agua potable		
Sin servicio de agua potable		
total		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Expediente para validar los instrumentos de medición a través de juicio de expertos

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor (a):

Presente:

Asunto: “Validación de instrumento a través de Juicio de expertos”

Me es grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo alumno del Taller de elaboración de tesis de la Universidad Cesar Vallejo, en la sede de Lima Este, y siendo requisito la validación de los instrumentos con las cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación, gracias a la cual optaré el grado académico de Ingeniero Ambiental.

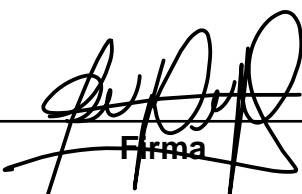
El título de mi proyecto de investigación es “**BENEFICIOS AMBIENTALES DE LA REDUCCIÓN DE PERDIDAS DE AGUA POTABLE EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO R-20 SABANDÍA - AREQUIPA 2019**”, y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas ambientales y/o investigación ambiental.

El expediente de validación, adjunto al presente, contiene:

1. **Anexo N°01:** Matriz de operacionalización.
2. **Anexo N°02:** Diagrama de flujo para extraer la correlación entre los beneficios ambientales y la reducción de las pérdidas de agua potable en las redes de distribución.
3. **Anexo N°03:** Instrumentos de recolección de datos para determinar los beneficios ambientales de la reducción de pérdidas de agua potable.
4. **Anexo N°04:** Instrumentos de recolección de datos para reducción de pérdidas de agua potable mediante el balance hídrico.
5. **Anexo N°05:** Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.


Firma

Apellidos y Nombres: Mendoza Mendoza, José Luis

DNI: 29711278

ANEXO N°06: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres del validador. MURILLO NÚÑEZ LIUDMILA ESTELA

1.2. Cargo e institución donde labora: PROFESIONAL EVALUACION PROYECTOS EN SEDAPAR S.A

1.3. Especialidad del validador: INGENIERIA /GERENCIA PUBLICA

1.4. Nombre del instrumento: Beneficios Ambientales de la Reducción de pérdidas de agua potable.

1.5. Título de la investigación:

“BENEFICIOS AMBIENTALES DE LA REDUCCION DE PERDIDAS DE AGUA POTABLE EN LA RED DE DISTRIBUCION CIRCUITO R-20 SABANDIA - AREQUIPA 2019”

1.6. Autor del instrumento: José Luis Mendoza Mendoza

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.					95
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.				80	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				80	
4. Organización	Existe una organización lógica.					90
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				75	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					95
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.				75	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					95
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					90
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						86.5

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

✚ Primera variable: Reducción de Pérdidas de agua potable

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Conexiones Domiciliarias	Conexiones Irregulares Conexiones Regulares Conexiones Clandestinas	X		
Reservorios	Reboses	X		
Sectorización	Circuitos	X		
Control de Presiones	Presiones	X		

✚ Segunda Variable: Beneficios Ambientales

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Fuente de Abastecimiento	Cantidad de agua producida (m3)	X		
Población	Población con o sin servicio de agua potable	X		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: **86.5** %

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
() El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Arequipa, 10 de Febrero de 2021


Firma del experto informante

DNI N°: 29521756

Teléfono N° 959432117

ANEXO N°05: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: MORMONTOY GONZALES, DANTE
- 1.2. Cargo e institución donde labora: SEDAPAR S.A.
- 1.3. Especialidad del validador: INGENIERIA / GERENCIA PUBLICA
- 1.4. Nombre del instrumento: Beneficios Ambientales de la Reducción de pérdidas de agua potable.
- 1.5. Título de la investigación:
"BENEFICIOS AMBIENTALES DE LA REDUCCION DE PERDIDAS DE AGUA POTABLE EN LA RED DE DISTRIBUCION CIRCUITO R-20 SABANDIA - AREQUIPA 2019"
- 1.6. Autor del instrumento: José Luis Mendoza Mendoza

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.					95
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.				75	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				80	
4. Organización	Existe una organización lógica.					90
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				80	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					95
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones				75	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					90
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						86



III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

↓ Primera variable: Reducción de Pérdidas de agua potable

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Conexiones Domiciliarias	Conexiones Irregulares Conexiones Regulares Conexiones Clandestinas	X		
Reservorios	Reboses	X		
Sectorización	Circuitos	X		
Control de Presiones	Presiones	X		


↓ Segunda Variable: Beneficios Ambientales

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Fuente de Abastecimiento	Cantidad de agua producida (m3)	X		
Población	Población con o sin servicio de agua potable	X		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: **86%** %

- (X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
() El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Arequipa, 12 de febrero de 2021


Firma del experto informante

DNI N°: 23858790

Teléfono N° 959226436



ANEXO N°05: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Tejada Diaz Alejandra Evarista
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Consultora
- 1.3. Especialidad del validador: Magíster
- 1.4. Nombre del instrumento: Beneficios Ambientales de la Reducción de pérdidas de agua potable.
- 1.5. Título de la investigación:
"BENEFICIOS AMBIENTALES DE LA REDUCCION DE PERDIDAS DE AGUA POTABLE EN LA RED DE DISTRIBUCION CIRCUITO R-20 SABANDIA - AREQUIPA 2019"
- 1.6. Autor del instrumento: José Luis Mendoza Mendoza

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.					95
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.				75	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				80	
4. Organización	Existe una organización lógica.					90
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				80	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					95
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.				75	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					90
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					90
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						86



III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

⚡ Primera variable: Reducción de Pérdidas de agua potable

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Conexiones Domiciliarias	Conexiones Irregulares Conexiones Regulares Conexiones Clandestinas	X		
Reservorios	Reboses	X		
Sectorización	Circuitos	X		
Control de Presiones	Presiones	X		

⚡ Segunda Variable: Beneficios Ambientales

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Fuente de Abastecimiento	Cantidad de agua producida (m3)	X		
Población	Población con o sin servicio de agua potable	X		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 86 %

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.

() El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Arequipa, 12 de Febrero de 2020

Firma del experto informante

DNI N°: 40238576 Teléfono N° 959750055



Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, MENDOZA MENDOZA JOSE LUIS egresado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulado: Beneficios Ambientales de la Reducción de Pérdidas de Agua Potable en la Red de Distribución Circuito R-20 Sabandía - Arequipa 2019, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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.

Lima, 20 de Marzo de 2021

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
<p>MENDOZA MENDOZA JOSE LUIS</p> <p>DNI: 29711278</p> <p>ORCID: 0000-0002-4464-5252</p>	