



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**NIVEL DE AFECTACIÓN DEL AGUA POTABLE NO  
CONTABILIZADA EN EL ABASTECIMIENTO POBLACIONAL DE  
AGUA EN LA CIUDAD DE AYAVIRI – MELGAR – PUNO - 2023**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**JHON ADERLY MEDRANO LUQUE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



## Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**NIVEL DE AFECTACIÓN DEL AGUA POTABLE NO CONTABILIZADA EN EL ABASTECIMIENTO POBLACIONAL DE AGUA EN LA CIUDAD DE AYAVIRI - MELGAR - PUNO - 2023**

AUTOR

**JHON ADERLY MEDRANO LUQUE**

RECuento DE PALABRAS

**27002 Words**

RECuento DE CARACTERES

**131617 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**129 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**7.4MB**

FECHA DE ENTREGA

**May 29, 2024 10:32 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**May 29, 2024 10:34 AM GMT-5**

### ● 9% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

  
Ing. Samuel Huagusto Cáceres  
DOCENTE UNIVERSITARIO  
COD. UNA N° 2007537

VOSO  
  
29 mayo 2024  
Ing. Jaime Medina Leiva  
DOCENTE UNIVERSITARIO  
COD. UNA N° 910546  
SUBDIRECCION INVESTIGACION EPIC  
FICA-UNA

Resumen



## DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a Dios, quien ha sido mi guía constante, brindándome dirección en el buen camino, fortaleciéndome para seguir adelante y otorgándome la determinación para enfrentar los obstáculos.

A mi madre Graciela Luque Valeriano por su incansable esfuerzo, dedicación y apoyo incondicional en la búsqueda de mis objetivos, impulsándome a convertirme en un hombre de bien.

A mi amado padre, quien ahora descansa en el cielo, su legado perdura en mi corazón y en cada paso que doy en esta trayectoria académica. Su amor continúa inspirándome a superar cualquier desafío y alcanzar mis sueños con valentía.

A mis hermanos y amigos quienes, con palabras de aliento y ánimo constante, contribuyeron de manera invaluable en mi formación, siendo un motor que me impulsó a perseverar y alcanzar este logro.

**Jhon Aderly Medrano Luque**



## AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarme fortaleza y coraje permitiéndome alcanzar esta meta en mi vida profesional.

A mis padres por la confianza inquebrantable y el apoyo constante a lo largo de estos años de estudio y haber contribuido en cumplir este objetivo.

Al Ing. Samuel Huaquisto Cáceres por los consejos y enseñanzas compartidas en esta etapa profesional.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por brindarme siempre su orientación con profesionalismo ético, por cada una de sus valiosos aportes en el desarrollo del presente proyecto.

**Jhon Aderly Medrano Luque**



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>15</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>18</b>
1.2.1. Pregunta general.....	18
1.2.2. Preguntas específicas .....	18
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>1.4. OBJETIVOS .....</b>	<b>20</b>
1.4.1. Objetivo general.....	20
1.4.2. Objetivos específicos .....	20
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
<b>2.1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>23</b>



2.2.1. Agua contabilizada o agua facturada .....	23
2.2.2. Agua no facturada o agua no contabilizada .....	24
2.2.3. Población actual .....	24
2.2.4. Población futura .....	25
2.2.4.1. Método Geométrico .....	25
2.2.5. Conexión domiciliaria.....	25
2.2.6. Agua potable .....	26
2.2.7. Abastecimiento de agua potable .....	26
2.2.7.1. Red de distribución. ....	26
2.2.8. Dotación de agua.....	27
2.2.9. Consumo de agua potable .....	27
2.2.9.1. Consumo doméstico.....	28
2.2.9.2. Consumo público .....	28
2.2.9.3. Consumo industrial. ....	28
2.2.9.4. Consumo comercial.....	28
2.2.9.5. Consumo autorizado. ....	28
2.2.9.6. Consumo no autorizado. ....	29
2.2.9.7. Consumo no medido facturado .....	29
2.2.9.8. Consumo medido facturado .....	29
2.2.10. Estimación de consumos medidos autorizados .....	29
2.2.11. Estimación de consumo de cuota fija.....	30
2.2.12. Volumen de agua que ingresa al sistema (agua producida) .....	30
2.2.13. Perdidas de Agua Potable.....	30
2.2.14. Balance de agua .....	30
2.2.15. Medida de volúmenes y caudales.....	31



2.2.15.1. Macromedición .....	31
2.2.15.2. Micromedición .....	32
2.2.16. Sectorización en redes de distribución de agua potable.....	32
2.2.17. Criterios de sectorización en RDAP .....	33
2.2.18. Nivel de eficiencia .....	36
<b>2.3. MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>38</b>
2.3.1. Nivel de afectación de agua potable no contabilizada .....	38
2.3.2. Criterios de sectorización para la localidad .....	38
2.3.2.1. Topografía. ....	38
2.3.2.2. Características geográficas.....	38
2.3.2.3. Frontera del sector.....	38
2.3.2.4. Tamaño de los sectores .....	39
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
<b>3.1. TIPO, DISEÑO, NIVEL Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>40</b>
<b>3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....</b>	<b>40</b>
3.2.1. Población de estudio .....	40
3.2.2. Muestra de estudio .....	41
<b>3.3. PERIODO DE MUESTREO .....</b>	<b>42</b>
<b>3.4. DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO.....</b>	<b>43</b>
<b>3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS .....</b>	<b>44</b>
3.5.1. Técnicas .....	44
3.5.2. Instrumentos.....	44
3.5.2.1. Medidor Electromagnético a batería .....	47
3.5.2.2. Micromedidores .....	49



3.5.2.3. Software AutoCAD y Microsoft Excel .....	49
<b>3.6. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO.....</b>	<b>50</b>
3.6.1. Primera fase: Objetivos, teoría y constructo .....	50
3.6.2. Segunda fase: Validación juicio de expertos.....	50
3.6.3. Tercera fase: Prueba piloto.....	50
3.6.4. Cuarta fase: Validación psicométrica .....	51
<b>3.7. PROCEDIMIENTO .....</b>	<b>51</b>
3.7.1. Sectorización.....	51
3.7.1.1. Según los criterios topográficos .....	52
3.7.1.2. Según las características geográficas y Frontera del sector .....	53
3.7.1.3. Según el criterio de tamaño de sectores .....	54
3.7.1.4. Selección de conexiones domiciliarias para el estudio .....	56
3.7.2. Medición de caudal de agua producido por las PTAP.....	67
3.7.3. Medición de volumen de agua de consumo .....	73
3.7.3.1. Recopilación de datos mensuales.....	74
3.7.3.2. Recopilación de datos diarios .....	77
3.7.4. Medición del agua potable no contabilizada.....	85
3.7.5. Nivel de afectación.....	87
3.7.5.1. Recolección de datos bibliográfico .....	88
3.7.5.2. Análisis de referencias bibliográficas .....	90

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1. SECTORIZACIÓN .....</b>	<b>92</b>
<b>4.2. MEDICIÓN DE VOLUMEN DE AGUA PRODUCIDO POR LA PTAP .....</b>	<b>96</b>
4.2.1. Histograma del volumen mensual producido por la PTAP.....	99



4.2.2. Histograma del volumen diario producido por la PTAP.....	101
<b>4.3. MEDICIÓN DE VOLUMEN DE AGUA DE CONSUMO .....</b>	<b>102</b>
4.3.1. Histograma del volumen de agua de consumo por meses .....	104
4.3.2. Histograma del volumen de agua de consumo diario .....	105
4.3.2.1. Histograma de consumo de agua diario por sectores.....	107
4.3.2.2. Consumo de agua de conexiones sin micromedidor.....	108
<b>4.4. MEDICIÓN DEL AGUA POTABLE NO CONTABILIZADA.....</b>	<b>109</b>
<b>4.5. NIVEL DE AFECTACIÓN.....</b>	<b>113</b>
<b>4.6. DISCUSIÓN.....</b>	<b>114</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>116</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>117</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>118</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>127</b>

**TEMA:** Agua potable no contabilizada en el abastecimiento poblacional

**ÁREA:** Hidráulica

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Hidráulica y medio ambiente

Fecha de sustentación de Tesis: 04 de junio del 2024



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Conexión domiciliaria activas e Inactivas ..... 40
Tabla 2	Estudios destacados sobre patrones de consumo ..... 42
Tabla 3	Rango de cotas de las zonas baja, media y alta..... 52
Tabla 4	Número de conexiones domiciliarias por zonas ..... 55
Tabla 5	Selección de muestras según el tipo de vivienda ..... 57
Tabla 6	Lista de conexiones domiciliarias seleccionadas ..... 58
Tabla 7	Número de conexiones domiciliarias de estudio por Sectores..... 60
Tabla 8	Valores cuantiles en el área de estudio..... 60
Tabla 9	Promedio de habitantes por hogar según sectores ..... 61
Tabla 10	Recopilación de datos obtenidos de las encuestas N°1 ..... 61
Tabla 11	Recopilación de datos obtenidos de las encuestas N°2..... 63
Tabla 12	Correlación según los grupos de edad ..... 65
Tabla 13	Correlación según la condición de ocupación ..... 66
Tabla 14	Correlación según la condición de construcción predominante ..... 66
Tabla 15	Correlación según la condición de categoría de la vivienda..... 67
Tabla 16	Registro mensual de lecturas de los macromedidores ..... 70
Tabla 17	Registro diario de lecturas de los macromedidores ..... 71
Tabla 18	Población administrada en la localidad por la EPS ..... 72
Tabla 19	Proyección de población administrada al 2023 ..... 73
Tabla 20	Consumo mensual de agua de las conexiones de estudio ..... 75
Tabla 21	Clasificación de conexiones domiciliaria con o sin micromedidor ..... 76
Tabla 22	Registro de datos de consumo diario N°01 ..... 77



Tabla 23	Registro de datos de consumo diario N°02.....	79
Tabla 24	Registro de datos de consumo diario N°03.....	80
Tabla 25	Registro de datos de consumo diario N°04.....	82
Tabla 26	Volumen de producción y consumo diario de agua .....	85
Tabla 27	Volumen de producción y consumo mensual de agua .....	87
Tabla 28	Índice de Pérdidas en redes de distribución.....	88
Tabla 29	Calificación de la gestión de un abastecimiento en función .....	90
Tabla 30	Índice de Pérdidas según el nivel de afectación.....	91
Tabla 31	Número de conexiones domiciliarias por categoría.....	92
Tabla 32	Análisis del volumen de agua producido mensualmente.....	97
Tabla 33	Análisis del volumen de agua producido diariamente .....	98
Tabla 34	Volumen de agua producido por la PTAP por habitante .....	99
Tabla 35	Resumen estadístico del volumen de agua de consumo mensual .....	103
Tabla 36	Resumen estadístico del volumen de agua de consumo diario .....	103
Tabla 37	Volumen de consumo mensual y diario .....	104
Tabla 38	Consumo doméstico de viviendas sin micromedición.....	109
Tabla 39	ANC mensual de diciembre 2022 a Julio de 2023.....	109
Tabla 40	Porcentaje y volumen de ANC diaria por habitante.....	110
Tabla 41	Porcentaje de volumen de agua no contabilizado .....	112
Tabla 42	Nivel de afectación de ANC .....	113



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Formato de control de consumo de Agua .....	45
Figura 2 Formato de control de volumen de agua producido por la PTAP .....	45
Figura 3 Formato de cuestionario.....	46
Figura 4 Notificación de autorización de toma de muestras .....	47
Figura 5 Transmisor SIEMENS .....	48
Figura 6 Sensor SIEMENS.....	48
Figura 7 Micromedidor .....	49
Figura 8 Delimitación en sectores por topografía .....	53
Figura 9 Delimitación en sectores por características geográficas.....	54
Figura 10 Delimitación de la ciudad de Ayaviri en cuatro sectores .....	56
Figura 11 Ubicación del Medidor Electromagnético 03 .....	68
Figura 12 Ubicación del Medidor Electromagnético 02. ....	68
Figura 13 Ubicación del Medidor Electromagnético 05 .....	69
Figura 14 Ubicación Medidor Electromagnético 01 .....	69
Figura 15 Lectura de micromedidor en la conexión domiciliaria 3554 .....	84
Figura 16 Lecturas de micromedidores en la conexión domiciliaria 7010 .....	84
Figura 17 Límites del sector A .....	93
Figura 18 Límites del sector B .....	94
Figura 19 Límites del sector C .....	95
Figura 20 Límites del sector D .....	96
Figura 21 Histograma de volumen de agua producida por mes .....	99
Figura 22 Media mensual de volumen de agua producido por habitante.....	100



Figura 23	Histograma mensual del volumen de agua producido .....	101
Figura 24	Media diaria de volumen de agua producido por habitante .....	102
Figura 25	Histograma de volumen de consumo de agua por meses .....	104
Figura 26	Media de volumen de consumo de agua .....	105
Figura 27	Histograma diario de volumen de consumo de agua .....	106
Figura 28	Media diaria de volumen de consumo de agua .....	107
Figura 29	Histograma del Promedio de Consumo de Agua por Sectores .....	108
Figura 30	Histograma mensual agua no contabilizada.....	110
Figura 31	Agua no contabilizada diaria en litros y en porcentaje .....	112
Figura 32	Media del porcentaje de ANC diario y mensual .....	113



## ACRÓNIMOS

ANC:	Agua no Contabilizada.
ANF:	Agua no Facturada.
EPS:	Empresa Prestadora de Servicios.
hab:	Habitantes.
IANC:	Índice de Agua no Contabilizada.
INEI:	Instituto Nacional de Estadística e Informática.
lts:	Litros
l/d:	Litro por día.
l/hab/día:	Litro por habitante y por día.
l/hab/mes:	Litro por habitante y por mes.
l/s:	Litro por segundo.
m <sup>3</sup> /mes:	Metro cúbico por mes.
m <sup>3</sup> /día:	Metro cúbico por día.
PTAP:	Planta de Tratamiento de Agua Potable.
RDAP:	Redes de Distribución de Agua Potable.
SRL:	Sociedad de Responsabilidad Limitada.
SUNASS:	Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.



## RESUMEN

En los últimos años, la gestión eficiente del recurso hídrico se ha vuelto crucial, especialmente para las empresas prestadoras de servicios de saneamiento. El presente estudio se enfoca en la problemática de las pérdidas de agua potable, centrándose en la ciudad de Ayaviri y la E.P.S. Aguas del Altiplano S.R.L., con lo que se busca estimar el nivel de afectación del agua potable no contabilizada en el abastecimiento poblacional. La presente investigación se estructura en base a una necesidad creciente de gestionar los recursos hídricos de manera sostenible, enfrentando desafíos como el aumento de la demanda y los costos asociados a la distribución del agua. La metodología aplicada involucra una sectorización de la zona de estudio, el registro de muestras con el uso de micromedidores para identificar volúmenes de agua de consumo, macromedidores para identificar volúmenes de agua producido por las PTAP con un tiempo de recolección diario y mensual por 31 días y 8 meses y la estimación del agua potable no contabilizada. Los resultados revelan que el porcentaje de pérdidas de agua potable es del 41.69 % con un impacto significativo en la disponibilidad de agua para los usuarios. La sectorización permitió una optimización de los datos, estimando volúmenes de agua consumidos y producidos. Se estimó que el nivel de afectación de las pérdidas de agua no contabilizada en una escala de nivel alto, afectando la disponibilidad del recurso para la población. En conclusión, este estudio destaca la importancia de abordar las pérdidas en la red de distribución. Los resultados obtenidos contribuyen a la comprensión y gestión eficiente del recurso hídrico en la ciudad de Ayaviri, ofreciendo una base para futuras investigaciones y acciones para mejorar la disponibilidad de agua potable.

**Palabras clave:** Agua no registrada, Agua no contabilizada, Micromedición, Macromedición, Perdidas de agua potable.



## ABSTRACT

In recent years, the efficient management of water resources has become crucial, especially for sanitation service companies. This study focuses on the issue of potable water losses, specifically in the city of Ayaviri and the company E.P.S. Aguas del Altiplano S.R.L., aiming to estimate the level of impact of unaccounted-for water in the population's supply. The research is structured based on the growing need to manage water resources sustainably, addressing challenges such as increasing demand and the costs associated with water distribution. The applied methodology involves sectorizing the study area, recording samples using micro-meters to identify consumption water volumes, macro-meters to identify water volumes produced by the PTAP with daily and monthly collection times over 31 days and 8 months, and estimating the unaccounted-for potable water. The results reveal that the percentage of potable water losses is 41.69%, significantly impacting the availability of water for users. The sectorization allowed for optimization of the data, estimating volumes of consumed and produced water. It was estimated that the level of impact of unaccounted-for water losses is high, affecting the availability of the resource for the population. In conclusion, this study highlights the importance of addressing losses in the distribution network. The results contribute to the understanding and efficient management of water resources in the city of Ayaviri, providing a basis for future research and actions to improve potable water availability.

**Keywords:** Unregistered water, Unaccounted water, Micrometering, Macrometering, Potable water losses.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua, siendo esencial para la vida y el progreso de cualquier nación, necesita ser gestionada para el beneficio de todos los ciudadanos, esto requiere asumir responsabilidades en términos de registrarla correctamente, preservarla y garantizar su uso apropiado (Martínez y Villalejo, 2018). Las empresas prestadoras de Servicio de agua potable cumplen una parte esencial en su labor de gestionar el agua potable para la ciudadanía el cual mejora la calidad de vida de las personas. El suministro de agua potable se compone principalmente de estructuras de captación, línea de conducción, estructura de almacenamiento, línea de alimentación y red de distribución (López Alegría, 2002). A lo largo de estos procesos, se presentan diferencias en los volúmenes de agua que ingresa al sistema y el agua que se factura para la empresa, estas son conocidas como pérdidas de agua (Granifo Roudergue, 2019).

La situación descrita también afecta a la EPS Aguas del Altiplano S.R.L., es precisamente a partir de esta problemática que surge la presente investigación, la cual se enfocara en estimar el nivel de afectación del agua potable no contabilizada en el abastecimiento poblacional en la ciudad de Ayaviri. El incremento en los niveles de agua no contabilizada puede reflejar pérdidas operacionales y/o comerciales que generan un impacto significativo en la estabilidad financiera de las Empresas Prestadoras a través de la disminución de ingresos, la pérdida de recursos hídricos y un aumento en los costos operacionales.



## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.2.1. Pregunta general

¿Puede estimarse el nivel de afectación del agua potable no contabilizada en el abastecimiento poblacional de agua en la ciudad de Ayaviri - Melgar – Puno?

### 1.2.2. Preguntas específicas

- a) ¿Cómo se puede mejorar la eficiencia en el cálculo del consumo de agua mediante el desarrollo de la sectorización de la zona de estudio?
- b) ¿Cómo puede estimarse el volumen de agua producidos por las PTAP mediante el uso de macromedidores que evidencie la cantidad de agua suministrado por los reservorios a la red de distribución de agua potable?
- c) ¿Cómo puede estimarse el volumen de consumo de agua en campo mediante el uso de micromedidores en las conexiones domiciliarias que evidencia la cantidad de agua consumido por los usuarios?
- d) ¿Cómo puede estimarse el volumen de agua no contabilizada en el sistema de abastecimiento poblacional de agua potable en la ciudad de Ayaviri?

## 1.3. JUSTIFICACIÓN

En el presente estudio de investigación se estima el nivel de afectación del agua potable no contabilizada en el abastecimiento poblacional de agua, estimando el agua potable no contabilizada en el sistema de abastecimiento poblacional. En la actualidad, a nivel global, se observa una competencia por el aprovechamiento diversificado del agua, principalmente impulsada por las necesidades de la población, la energía y la agricultura (Martínez y Villalejo, 2018). El agua no contabilizada es un desafío constante en los



sistemas de suministro de las empresas encargadas de proporcionar el servicio de agua potable (Alvarado y Cauna, 2019).

El problema de las pérdidas de agua en el suministro de agua potable es ahora un fenómeno global. Esto genera considerables pérdidas económicas, pero su impacto va más allá, afectando tanto a la sociedad como al medio ambiente (Navarrete Chenche, 2023).

El consumo mundial de agua ha aumentado seis veces en el último siglo y continúa creciendo a una tasa constante del 1% cada año, impulsado por el crecimiento demográfico, el desarrollo económico y los cambios en los hábitos de consumo (UNESCO, 2020). Es fundamental plantear soluciones integrales con un enfoque equitativo que asegure una adecuada gobernanza del agua (Cedeño et al., 2021).

Es esencial destinar recursos no solo a construir nuevas infraestructuras, sino también a mantener y operar las ya existentes, con el objetivo de aumentar su eficacia y disminuir la pérdida de agua (UNESCO, 2020).

Mejorar la eficacia en el uso del agua y disminuir el consumo excesivo y las pérdidas del recurso contribuyen a reducir el consumo de energía y, por ende, las emisiones de gases de efecto invernadero se ven reducidas (UNESCO, 2020). Los proveedores del servicio de agua potable deben invertir tiempo y recursos en identificar y disminuir la cantidad de agua no registrada o no contabilizada (Cedeño et al., 2021).

El presente estudio de investigación permite obtener nuevos conocimientos científicos sobre el agua no contabilizada, que se analiza y cuantifica con la finalidad de complementar a la línea de investigación.



## 1.4. OBJETIVOS

### 1.4.1. Objetivo general

Estimar el nivel de afectación del agua potable no contabilizada en el abastecimiento poblacional de agua en la ciudad de Ayaviri.

### 1.4.2. Objetivos específicos

- a) Desarrollar la sectorización de la zona de estudio según la topografía, números de conexiones domiciliarias y distribución de la red de abastecimiento para incrementar la eficiencia de cálculos de consumo de agua.
- b) Estimar el volumen de agua producidos por las PTAP mediante el uso de macromedidores que evidencie la cantidad de agua suministrado por los reservorios a la red de distribución de agua potable.
- c) Estimar el volumen de consumo de agua en campo mediante el uso de micromedidores en las conexiones domiciliarias que evidencia la cantidad de agua consumido por los usuarios.
- d) Estimar el volumen de agua no contabilizada en el sistema de abastecimiento poblacional de agua potable en la ciudad de Ayaviri.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES

Rosero Armijo (2019) de la Universidad de las Fuerzas Armadas realizó la tesis “Agua potable no contabilizada en el Cantón Pangua y programa de control de pérdidas” para la obtención del grado de magíster. Se tiene como objetivo determinar el agua potable no contabilizada y elaborar un programa para su control. Concluye que el índice de agua no registrada en el sistema de suministro de agua potable es del 67,90 %. Esta cifra denota las pérdidas técnicas y comerciales durante el período correspondiente al año 2017.

Gracia Mancera (2022) de la Universidad Católica de Colombia realizó una investigación titulada “Análisis del impacto al IANC del municipio de Cajicá durante la implementación de la medición de consumo de agua por tecnología de telemetría”. El objetivo general es evaluar la medición de consumo de agua potable usando telemetría y reducir el índice de agua no contabilizada. En los resultados concluye que las variables de capacidad de medición extra exhiben un crecimiento constante cuando se acumulan, mostrando una relación inversamente proporcional con el comportamiento del IANC, que tiende a decrecer en igual medida.

Chávez Sánchez (2022) de la Universidad Nacional de Cajamarca realizó la tesis “Estimación del agua potable no facturada en el sistema de distribución de las urbanizaciones Cajamarca y Ramón Castilla”. El objetivo general es estimar la cantidad de agua no registrada en el sistema de suministro de agua potable. Concluye que el índice de agua no contabilizada en un sistema completo de tuberías de asbesto cemento (AC) es 21.50 % del volumen total distribuido.



Arana y Cueva (2022) de la Universidad Privada Antenor Orrego realizó la tesis “Plan de micromedición para disminuir el alto índice de agua no facturada (ANF)”. Su objetivo general es elaborar un plan de micromedición con el propósito de reducir el elevado porcentaje de agua no registrada. Concluye que el índice de agua no contabilizada es de 46.15 %. y con el plan se busca reducir en un 5.90 % el ANF.

Gamboa Cerna (2019) de la Universidad Nacional de Ingeniería realizó la tesis “Instalación de medidores y su evaluación en zonas sin micromedición”. El objetivo particular es incrementar la cobertura de suministro de agua en áreas sin micromedición y con horarios limitados. Concluye que uno de los beneficios obtenidos es la cantidad de agua no registrada disminuyó del 42 % antes de la instalación de medidores al 35 % tras la implementación de la micromedición.

Huayllas Barzola (2018) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos realizó la tesis “Evaluación de parámetros hidráulicos de la red de agua para propiciar la reducción de la tasa de agua no facturada”. El objetivo general es evaluar los aspectos hidráulicos de la red de agua, con el propósito de favorecer la disminución de la tasa de agua no registrada. Concluye que, en febrero de 2013, la tasa de agua no facturada fue del 38.20 %, aumentando a 42.93 % en agosto debido a una marcada reducción en el agua facturada. Sin embargo, esta tasa disminuyó en meses posteriores, alcanzando 27.27 % en enero de 2014.

Cruzate Cabrejos (2019) de la Universidad Tecnológica del Perú realizó la investigación titulada “Propuesta de estrategias para la disminución del indicador de agua no contabilizada (ANC) y control de fugas”. Tiene como objetivo general plantear enfoques para mejorar la eficiencia del recurso e identificar las pérdidas técnicas que resultan del uso inadecuado de este recurso, concluye que, con la Implementación de la



sectorización y control de fugas, logramos una disminución del 10 % en el índice de Agua No Facturada (ANF) durante el primer año.

Laura Castillo (2015) de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, realizó la tesis “Optimización del consumo medido de agua potable en la ciudad de Puno”. El objetivo general es evaluar el impacto financiero del porcentaje de subregistro en los usuarios sometidos a micromedición entre 2008 y 2012. Concluye que los hallazgos de la investigación muestran una importante pérdida económica debido al subregistro de los micromedidores en la EPS EMSAPUNO, alcanzando un total de S/.329,123.06 nuevos soles por año.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. Agua contabilizada o agua facturada**

Se refiere al volumen en metros cúbicos que la Empresa Prestadora factura, y que está destinado para el suministro de agua potable a la población que dispone del servicio. Esto abarca tanto a usuarios con conexiones domiciliarias como a aquellas que utilizan fuentes públicas como piletas. (Arana y Cueva, 2022).

Se trata del volumen de agua proporcionado con éxito al cliente y por el cual se emite una factura, contribuyendo a los ingresos de la empresa de agua. Esta cantidad refleja el consumo permitido que se factura, considerado dentro de un contexto financiero. (Alvarado y Cauna, 2019).

### 2.2.2. Agua no facturada o agua no contabilizada

El concepto de Agua No Facturada (ANF) representa uno de los desafíos más persistentes en los sistemas de abastecimiento de agua. Este término se refiere al agua que se produce pero que se pierde o no se registra en el sistema para fines de facturación (Huayllas Barzola, 2018).

Se trata del volumen de agua generado, pero no incluido en la facturación a los usuarios. Se expresa como un porcentaje de la cantidad total de agua producida. Esto engloba pérdidas de agua debido a fugas en la red, mediciones insuficientes, asignaciones inadecuadas de consumos, usos no autorizados y gastos relacionados con procesos, como el lavado de filtros en plantas de tratamiento de agua potable (Chávez Sánchez, 2022).

El agua no contabilizada se refiere a la cantidad total de agua que ingresa al sistema de suministro de agua desde una planta de tratamiento, conocida como "volumen de entrada del sistema". menos la cantidad total de agua autorizada para su uso, denominada "consumo autorizado" (1) (Ayad et al., 2021).

$$ANC = Vol. de entrada del sistema - Consumo autorizado fact. (1)$$

### 2.2.3. Población actual

Se trata de la población que está presente al momento de llevar a cabo el estudio del proyecto, este grupo de personas permite realizar un análisis de las condiciones actuales del proyecto (Paredes Ponluisa, 2020).



#### 2.2.4. Población futura

Se trata de la estimación de la población requerida para realizar los cálculos necesarios. Esta cifra se determinará mediante métodos estadísticos específicos (Medina Pico, 2022).

##### 2.2.4.1. Método Geométrico

Aguirre (como se citó en Paredes Ponluisa, 2020) Este método refleja de manera más precisa el crecimiento de la población, ya que se apoya en un incremento proporcional en cada período, de forma similar al principio del interés compuesto, expresado mediante la siguiente ecuación.

$$Pf = Pa * (1 + r)^n \quad (2)$$

En donde:

Pf: Población futura.

Pa: Población actual.

r: Tasa de crecimiento geométrico.

n: Período de diseño (años).

#### 2.2.5. Conexión domiciliaria

Tramo de tubería comprendido entre la red de distribución y la caja de registro de alcantarillado, incluida esta última (Arana y Cueva, 2022).

La conexión domiciliaria abarca desde la unión con la tubería principal hasta el punto donde se entrega al usuario, incorporando también la caja de conexión (Anchapuri y Quispe, 2018).



### **2.2.6. Agua potable**

Se refiere al agua que, al cumplir con los estándares establecidos en las normativas en términos de sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas, es considerada adecuada para el consumo humano. Puede emplearse directamente como bebida, en la preparación de alimentos o para fines de higiene personal (Chávez Sánchez, 2022).

Se refiere al agua segura para el consumo humano, que está exenta de sustancias nocivas que puedan causar enfermedades, para considerarse potable, el agua debe satisfacer estándares físicos, químicos, microbiológicos, biológicos y radiológicos establecidos (Paredes y Tipán, 2017).

### **2.2.7. Abastecimiento de agua potable**

Se trata de un conjunto de actividades que incluyen la captación, tratamiento, transporte, almacenamiento y distribución del agua, con el objetivo de asegurar un suministro adecuado en términos de calidad y cantidad para todos los usuarios (Medina Pico, 2022).

Una construcción que posibilita el resguardo de agua potable, con el propósito de asegurar el suministro a la red de distribución y mantener una presión de servicio apropiada (Arana y Cueva, 2022).

#### **2.2.7.1. Red de distribución.**

Agüero (como se citó en Paredes Ponluisa, 2020) comprende una serie de conductos de varios tamaños instalados en las vías principales de una población específica, estos conductos incluyen válvulas, grifos y otros



dispositivos, y su función es proporcionar agua potable a los usuarios a través de conexiones domiciliarias.

#### **2.2.8. Dotación de agua.**

Se refiere a la cantidad de agua que una persona utiliza en un día para cubrir sus necesidades, influenciada por varios factores como la ubicación geográfica, la situación económica y el propósito de uso, ya sea doméstico, comercial o industrial (Medina Pico, 2022).

Es la cantidad de agua asignada a cada individuo para cubrir sus necesidades personales promedio en un día durante todo el año. Se calcula dividiendo la demanda total entre la población estimada. (Chávez Sánchez, 2022).

#### **2.2.9. Consumo de agua potable**

El volumen de agua de consumo se refiere a la cantidad de agua que los usuarios reciben en sus tomas, ya sea que esta cantidad esté registrada o no por el proveedor del servicio, independientemente de si se mide o no (a través de cuotas fijas) (CONAGUA, 2019).

El consumo de agua potable en cada comunidad está influenciado por diversos elementos, tales como el clima, las características hidrológicas, la categorización de los usuarios, las prácticas locales y la actividad económica (Paredes y Tipán, 2017).



#### **2.2.9.1. Consumo doméstico**

Este uso comprende el agua empleada en hogares para actividades como el consumo humano, el uso en sanitarios, la cocina, la higiene personal, entre otros (Paredes y Tipán, 2017).

#### **2.2.9.2. Consumo público**

Este uso corresponde al volumen de agua utilizado en construcciones e infraestructuras de uso público, tales como escuelas, hospitales, mercados, parques, jardines públicos, limpieza de calles, piscinas, servicios contra incendios, entre otros (Paredes y Tipán, 2017).

#### **2.2.9.3. Consumo industrial.**

Este tipo de consumo se refiere al uso de agua en empresas, fábricas y hoteles, y está determinado por la cantidad y el tamaño de las industrias presentes en la región (Paredes y Tipán, 2017).

#### **2.2.9.4. Consumo comercial.**

Se trata del agua empleada por individuos en establecimientos comerciales o centros de servicios durante sus actividades comerciales (Paredes y Tipán, 2017).

#### **2.2.9.5. Consumo autorizado.**

Se refiere a la cantidad de agua utilizada por los clientes registrados y otras entidades autorizadas, considerando tanto la medición como la no medición. Esto abarca tanto el consumo autorizado que se factura como aquel que no se factura. (Alvarado y Cauna, 2019).



#### **2.2.9.6. Consumo no autorizado.**

Se hace alusión a la extracción de agua sin consentimiento, lo cual resulta en pérdidas considerables y se manifiesta de múltiples maneras, tales como robos de agua, conexiones clandestinas, alteración de medidores por parte de los usuarios, así como la sustracción ilegal desde las tuberías contra incendios (Alvarado y Cauna, 2019).

#### **2.2.9.7. Consumo no medido facturado**

Corresponde al volumen de agua no medido, aunque se registra en el sistema contable y genera una factura de pago. Esto abarca el consumo en hogares, negocios e industrias. (Alvarado y Cauna, 2019).

#### **2.2.9.8. Consumo medido facturado**

Cantidad de agua medida que se anota en el sistema de contabilidad y por la cual se genera una factura de pago, englobando el uso en hogares, negocios e industrias (Alvarado y Cauna, 2019).

#### **2.2.10. Estimación de consumos medidos autorizados**

Esta actividad implica calcular la cantidad de agua utilizada por los clientes que tienen instalado un medidor domiciliario (a los que se les hace lectura con una frecuencia determinada) y que están inscritos en el registro de usuarios, y abarca tanto usuarios residenciales como comerciales, industriales y especiales (CONAGUA, 2019).



### **2.2.11. Estimación de consumo de cuota fija**

Según CONAGUA (2019) La medición de consumos de cuota fija permite determinar si hay errores en la asignación de volumen de consumo mensual por parte del proveedor de servicios a los usuarios que no disponen de un micromedidor. Esta evaluación se lleva a cabo de tres maneras distintas:

- Revisión de los consumos históricos registrados en las conexiones con micromedidor.
- Inspección de los registros de consumo en campo en los micromedidores instalados.
- Examen de los registros en campo en los nuevos micromedidores calibrados.

### **2.2.12. Volumen de agua que ingresa al sistema (agua producida)**

La cantidad de agua que se distribuye desde una planta de tratamiento hacia la red de suministro de agua (Ayad et al., 2021).

### **2.2.13. Perdidas de Agua Potable**

La cantidad de agua que se pierde desde el punto de abastecimiento hasta el medidor del cliente debido a diversas causas. Puede ser calculada como la disparidad entre el volumen de entrada al sistema y el consumo permitido, incluyendo pérdidas perceptibles y reales. (Alvarado y Cauna, 2019).

### **2.2.14. Balance de agua**

Se obtiene al contrastar durante un período específico el volumen de agua suministrado a una zona de abastecimiento con el volumen de consumo medido



al 100 % de los usuarios en esa zona, durante el mismo lapso de tiempo. (Alvarado y Cauna, 2019).

El propósito de un balance hídrico es monitorear y registrar minuciosamente cada elemento de agua que se agrega o se elimina de un sistema de suministro de agua durante un período específico, de esta manera, un balance hídrico pretende identificar todos los aspectos relacionados con el consumo y las pérdidas de agua utilizando un formato estándar (Condor Gaspar, 2022).

### **2.2.15. Medida de volúmenes y caudales**

Para asegurar una adecuada gestión entre la producción, consumo y facturación del suministro de agua potable, las entidades públicas implementan sistemas de medición del consumo. Estos sistemas de medición se clasifican en macromedición y micromedición (Paredes y Tipán, 2017).

#### **2.2.15.1. Macromedición**

Se refiere a una serie de actividades cuyo objetivo es comprender y calcular los caudales y volúmenes de agua generados y distribuidos en los sistemas de suministro de agua, esto también incluye el registro de los niveles de agua en los depósitos de almacenamiento y la presión en las tuberías de agua (Alvarado y Cauna, 2019).

La macro medición consiste en la cuantificación del volumen de agua captado, tratado, transportado y distribuido, y se lleva a cabo mediante dispositivos de medición a gran escala llamados macromedidores (Paredes y Tipán, 2017).



### **2.2.15.2. Micromedición**

Consiste en una serie de actividades que posibilitan la comprensión de los volúmenes de agua utilizados por los usuarios. La medición constituye el fundamento para la elaboración de facturas. (Alvarado y Cauna, 2019).

La micromedición se encarga de medir la cantidad de agua utilizada por los usuarios con el propósito de establecer los montos a facturar (Paredes y Tipán, 2017).

### **2.2.16. Sectorización en redes de distribución de agua potable**

La sectorización implica la creación de áreas del sistema de distribución de agua que pueden ser separadas usando válvulas o tuberías cortadas, con el objetivo de mejorar la administración de la demanda y la eficiencia en la distribución. Esta práctica es vital para aumentar la resiliencia, ya que permite ajustar el suministro en respuesta a situaciones de escasez de agua o problemas. El nivel de sectorización se determina por la cantidad de áreas con aislamiento en el sistema. (Castañeda Sánchez et al., 2022).

La sectorización implica fragmentar una Red de Distribución de Agua Potable en áreas más pequeñas y menos complicadas, con el fin de facilitar una administración simplificada en aspectos relacionados con la evaluación, planificación y control de esta red de suministro de agua potable. (Laucelli et al., 2016).

Según CONAGUA como se citó en (Fragoso Sandoval et al., 2016) La sectorización se refiere a la creación de áreas de suministro autónomas pero



interdependientes dentro de una red de distribución; básicamente, implica dividir la red en múltiples subredes más pequeñas para simplificar su gestión y funcionamiento.

#### **2.2.17. Criterios de sectorización en RDAP**

Según Rosero Armijo (2019) La sectorización debe considerar los siguientes aspectos:

- Presión. La sectorización no debe afectar la presión del servicio. Esto se logra mediante la construcción de una red de distribución cerrada.
- Calidad del agua. La sectorización busca distribuir el agua potable de manera óptima sin comprometer su calidad. Para lograrlo, se evita la formación de puntos finales en la red, permitiendo un flujo ininterrumpido y previniendo la pérdida de agentes desinfectantes y la acumulación de sedimentos.
- Sectores. Los sectores se forman mediante extensiones de red que permiten detectar fugas tempranas.
- Caracterización de circuitos. Los circuitos se crean basados en consumos similares según categorías. Los sectores deben ser fácilmente identificables y tener límites hidráulicos bien definidos según la topografía.
- Monitoreo. La sectorización tiene como propósito controlar el suministro de agua potable mediante la división en circuitos. Se usan accesorios y equipos para facilitar el monitoreo efectivo.

Según Campbell (como se citó en Vegas Niño 2023) para realizar la sectorización de una RDAP, se requiere un conocimiento exhaustivo de la topografía del área (incluyendo zonas de presión), las características geográficas



(como vías de ferrocarril, avenidas principales, ríos, barrancas, entre otras), así como la ubicación y el impacto de elementos clave, y es necesario entender la geometría de la red, identificar los grandes consumidores y comprender el funcionamiento operativo del sistema en su conjunto.

Según Morrison et al (como se citó en Vegas Niño 2023) con respecto al tamaño de los sectores, la Asociación Internacional del Agua sugiere que oscile entre 500 y 3000 conexiones o tomas domiciliarias.

Según Morrison et al (como se citó en Martins Alves, 2020) los criterios principales y más comunes que generalmente se emplean en cada sistema de distribución para establecer los sectores son los siguientes:

- Se debe encontrar un equilibrio entre el costo económico de las pérdidas por fugas y la inversión requerida para su reparación, considerando que hay un nivel mínimo de fugas inevitables (fugas de fondo).
- El tamaño de los sectores variará según las características de la red y el nivel de precisión deseado en la detección de fugas.
- Los componentes de los sectores deben tener características similares, preferiblemente siendo homogéneos en términos de estructuras (residencial, industrial, comercial, etc.).
- Se debe evitar que la diferencia de altitudes dentro de un sector supere los 30 metros para garantizar una uniformidad adecuada en las presiones.
- Es importante prevenir la formación de zonas muertas de agua durante la sectorización. Si es necesario, se deben considerar la instalación de desagües.
- La presión en el sector debe mantenerse dentro de los límites establecidos por las regulaciones locales. En caso de presiones excesivas, se puede gestionar



la presión dentro del sector mediante válvulas reductoras o aumentando el diámetro de algunas líneas de conducción para reducir la pérdida de carga.

- Es necesario reducir al mínimo el número de válvulas de cierre o de frontera entre sectores.
- Dado que la formación de sectores implica una pérdida de resiliencia, se debe intentar mantener las presiones dentro de los valores adecuados para garantizar la confiabilidad de la red.
- En la medida de lo posible, cada sector debe contar con un solo medidor de caudal, lo que reduce los costos de mantenimiento y simplifica el balance de caudales del sector.

Según Ochoa y Bourguet 2001 como se citó en (Fragoso Sandoval et al., 2016) los principios que guían la subdivisión en sectores se basan en la infraestructura existente y en las variaciones de presión en diferentes áreas durante la operación normal antes del inicio del proceso. Esto conduce a una propuesta inicial de sectorización, seguida por ajustes que pueden llevarse a cabo siguiendo las siguientes recomendaciones:

- Por lo general, se sugiere establecer entre 1 y 5 sectores por cada (1 km<sup>2</sup>); sin embargo, en áreas con una alta densidad poblacional, el número de sectores podría aumentar a entre 10 y 15 hectáreas. Algunos especialistas determinan el tamaño de los sectores en función del número de conexiones o usuarios.
- Independientemente de la recomendación elegida para definir el tamaño de los sectores, este debe ajustarse a la disposición geométrica de la red, considerando especialmente las condiciones operativas existentes y la conveniencia de tener un punto de suministro. Es prudente contar siempre con



una fuente de alimentación alternativa, aunque permanezca cerrada y se utilice solo en situaciones de emergencia.

- Se debe procurar minimizar las fluctuaciones de presión dentro de cada sector, manteniendo una uniformidad de presión que oscile entre 15 y 50 mca, correspondientes a la presión mínima dinámica y máxima estática, respectivamente.
- Es recomendable verificar regularmente las velocidades del flujo de agua, las cuales deben situarse entre 0,6 y 2,0 metros por segundo para garantizar un funcionamiento eficiente del sistema.

Según Salguero Barceló (2021) los criterios de sectorización de un diseño tradicional, no se han establecido criterios estándar para definir cada sectorización o sector específico. Sin embargo, existen diversas recomendaciones al respecto: Orografía, tamaño, Patrones de consumo similares, Numero de tuberías de suministro, otras infraestructuras urbanas, volumen incontrolado fugado, calidad de agua y presiones mínimas de servicio y capacidad frente a incendios, no obstante, existen otras recomendaciones menos presentes, pero no por ello menos importantes.

En relación al tamaño de los sectores, Ferrari siguiendo las indicaciones de Farley y Morrison et al cómo se citó en (Salguero Barceló, 2021) definen un intervalo de acometidas por sector que oscila entre 500 y 5000.

#### **2.2.18. Nivel de eficiencia**

La eficiencia física calculada mediante la Ecuación 3 representa principalmente la capacidad de un sistema de suministro para distribuir el agua

desde la red hasta los usuarios y la cantidad de fugas presentes, el valor de la eficiencia física no proporciona una representación precisa del estado de deterioro de las tuberías, conexiones domiciliarias y otros componentes del sistema (CONAGUA, 2019).

$$n_{física} = \frac{Vol_{consumido}}{Vol_{suminitro}} * 100 \quad (3)$$

Donde:

$n_{física}$  = eficiencia física

$Vol_{consumido}$  = cantidad de agua, medida o no (cuota fija), que reciben los usuarios en sus tomas, estén o no registradas por el organismo operador

$Vol_{suminitro}$  = cantidad de agua producida o extraída de las fuentes de abastecimiento

En términos técnicos, la eficiencia física se relaciona con la forma en que el agua se mantiene dentro del sistema de suministro, y se determina como un porcentaje que indica cómo se conserva (Tapia Aviles, 2019).

La medición se realiza mediante el agua no registrada, que es el porcentaje de agua que se pierde, se roba o se consume sin pago, este indicador se conoce como eficiencia física, obtenido restando el porcentaje de agua no contabilizada de uno (1 - agua no contabilizada); o dividiendo el agua facturada entre el agua producida (Briseño et al., 2018)



## **2.3. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.3.1. Nivel de afectación de agua potable no contabilizada**

El término 'nivel' se define como una medida de una cantidad con respecto a una escala específica (Real Academia Española, n.d., definición 3). Por otro lado, la 'afectación' se refiere a la relación o implicación que tiene algo con alguien (Real Academia Española, n.d., definición 4).

En este contexto, el nivel de afectación de ANC para este estudio se evalúa mediante la medición del porcentaje de agua potable no contabilizada o no facturada, la cual repercute en la población en diferentes escalas: bajo, moderado, alto y crítico.

### **2.3.2. Criterios de sectorización para la localidad**

En base a el análisis del marco teórico, los criterios de sectorización para en la localidad son las siguientes:

#### **2.3.2.1. Topografía.**

La diferencia de altitudes dentro de un sector supere los 30 metros para garantizar una uniformidad adecuada en las presiones

#### **2.3.2.2. Características geográficas**

Como vías de ferrocarril y avenidas principales.

#### **2.3.2.3. Frontera del sector**

Se debe reducir al mínimo el número de válvulas de cierre o de frontera entre sectores.



#### **2.3.2.4. Tamaño de los sectores**

la Asociación Internacional del Agua sugiere que oscile entre 500 y 5000 conexiones o tomas domiciliarias.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. TIPO, DISEÑO, NIVEL Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Este estudio tiene como objetivo estimar el impacto del agua potable no contabilizada en el sistema de abastecimiento poblacional de agua de la ciudad de Ayaviri. Se trata de una investigación de tipo básica, enfocada en comprender el fenómeno del agua potable no contabilizada. Utilizamos un enfoque descriptivo y una metodología de investigación cuantitativa, con un diseño no experimental.

#### 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

##### 3.2.1. Población de estudio

Para la presente investigación, se ha incluido la totalidad de la población abastecida, como se detalla en la Tabla 1, a través del sistema de suministro de agua potable gestionado por la EPS Aguas del Altiplano.

**Tabla 1**

*Conexión domiciliaria activas e Inactivas*

<b>Conexión domiciliaria</b>	<b>Activos</b>	<b>Inactivos</b>
Con micromedición	711	12
Sin micromedición	6,203	1,049
<b>Total</b>	<b>6,914</b>	<b>1,061</b>

Nota: Datos obtenidos de la información brindada por la empresa E.P.S. Aguas del Altiplano, con corte en el mes de enero del 2023.

### 3.2.2. Muestra de estudio

Para calcular la muestra de estudio se utilizan técnicas estadísticas, empleando el muestreo probabilístico para una población finita.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad (4)$$

En donde:

n = Tamaño de muestra.

N = Tamaño de la población.

$Z_{\alpha}$  = Parámetro estadístico determinado por el nivel de confianza.

e = Máximo error de estimación aceptado.

p = Probabilidad de ocurrencia del evento estudiado.

q = Probabilidad de no ocurrencia del evento estudiado (q = 1- p).

En la presente investigación se considera en la ecuación (4) una población de N = 7975 conexiones domiciliarias entre activos e inactivos, con un error de estimación máximo aceptado de e = 15 % = 0.15, con un nivel de confianza del 95 % el parámetro estadístico  $Z_{\alpha}$  es igual a 1.96, Dado que la probabilidad de que ocurra el evento estudiado no se conoce, se considera p = 50 % = 0.50, de manera similar, dado que la probabilidad de que no ocurra el evento estudiado tampoco se conoce, se considera q = 50 % = 0.50.

$$n = \frac{7975 * 1.96^2 * 0.50 * 0.50}{0.15^2 * (7975 - 1) + 1.96^2 * 0.50 * 0.50}$$

$$n = 42.46 \text{ conexiones domiciliarias}$$

En ese sentido, el tamaño de muestra de estudio para esta investigación se trabaja con 43 conexiones domiciliarias.

### 3.3. PERIODO DE MUESTREO

Lo óptimo sería llevar a cabo los registros durante un ciclo anual completo para asegurar la inclusión de las fluctuaciones estacionales; dado que esto no siempre es posible, se sugiere un período mínimo de cuatro semanas para obtener un análisis de consumo que sea estadísticamente relevante (EURAMET, 2021).

El usuario debe elegir un periodo de recolección de datos, estipulado en días en este caso, con una recomendación mínima de 30 días; durante este tiempo, el sistema recopilará datos de consumo, número de usos y promedios de consumo por estación (Lopera Gañan, 2020).

Ramos et al. (2019) presenta la Tabla 2 que recopila los principales estudios realizados sobre patrones de consumo, con detalles sobre la duración, el tamaño de la muestra y los resultados obtenidos.

**Tabla 2**

*Estudios destacados sobre patrones de consumo*

Referencia	Ciudad y País	Duración	Tamaño de muestra	Resultados
<u>Mayer P.W. y De Oreo W.B. 1999 (Socarrás 2015)</u>	USA y Canadá	4 semanas, 2 verano, 2 invierno	1,188	Caracterización y cuantificación de los consumos.
<u>Loh M. y Coghlan P. 2003 (Socarrás 2015)</u>	Perth, Australia	17 meses	120	Caracterización y cuantificación de los consumos.
<u>Roberts P. 2005 (Socarrás 2015)</u>	Yarra Valley, Australia	4 semanas, 2 verano, 2 invierno	100	Caracterización y cuantificación de los consumos.
<u>Tzatchkov et al. (2005)</u>	Culiacán, México	101 días	3	Caracterización y cuantificación de los consumos.

Referencia	Ciudad y País	Duración	Tamaño de muestra	Resultados
<u>Iglesias P.L. 2006</u> (Socarrás 2015)	No declarado	12 días	2	Patrones de consumo Volumen de pérdidas aparentes.
<u>Heinrich (2007)</u>	Kapiti Coast, New Zealand	4 meses verano, 4 meses invierno	12	Caracterización y cuantificación de los consumos.
<u>Cubillo et al.</u> (2008)	Madrid, España	1 año	292	Caracterización y cuantificación de los consumos.
<u>Bastida 2009</u> (Socarrás 2015)	Bogota, Colombia	2 semanas	349	Caracterización y cuantificación de los consumos.
<u>Beal and Stewart.</u> (2011)	SEQ, Australia	Junio 2010, Dic 2010 a Feb 2011, Junio 2011	252	Cuantificación y caracterización de los consumos.
<u>Granados S.I.</u> 2013 (Socarrás 2015)	La Habana, Cuba	4 semanas	3	Curvas de consumo clasificados. Volumen de pérdidas aparentes
<u>De Oreo et al.</u> (2016)	USA, Canadá	12 días	762	Caracterización y cuantificación de los consumos, actualización.

Nota: La duración de muestreo es variable según los estudios principales sobre patrones de consumo.

Fuente: (Ramos et al., 2019)

Para el presente estudio de investigación, se realizaron mediciones diarias durante un período de 31 días calendario, desde el 31 de diciembre de 2022 hasta el 31 de enero de 2023. Además, se llevaron a cabo mediciones mensuales durante un período de ocho meses, desde diciembre de 2022 hasta julio de 2023, para estimar el volumen de consumo de agua potable.

### 3.4. DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO

La Empresa Prestadora de Servicios Aguas del Altiplano es responsable de la gestión del abastecimiento poblacional y alcantarillado de la ciudad de Ayaviri.



El área de estudio se encuentra ubicada en el distrito de Ayaviri, perteneciente a la provincia de Melgar, en el departamento de Puno. Este territorio constituye el ámbito geográfico donde se desarrolla la investigación.

La investigación se centrará en Ayaviri, abordando la sectorización de las conexiones domiciliarias. Este estudio se ha llevado a cabo teniendo en cuenta las condiciones y datos actualizados hasta el año 2023. Con el fin de estimar el nivel de afectación de agua potable no contabilizada en la ciudad de Ayaviri. Ver Anexo 7.

### **3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

#### **3.5.1. Técnicas**

En este estudio se utilizó un enfoque de análisis situacional y observación experimental para recopilar datos. Estos datos fueron procesados con el fin de obtener la estimación del nivel de afectación de agua no contabilizada en la ciudad de Ayaviri.

#### **3.5.2. Instrumentos**

En este estudio se emplearon diversos programas informáticos para procesar la información recopilada. Entre los softwares utilizados se encuentran Microsoft Excel, Microsoft Word, AutoCAD 2022. Además, durante el trabajo de campo se utilizaron diferentes instrumentos para recolectar datos como:

- Hojas de registro de datos, cuestionarios, se utilizó el software Excel para realizar cálculos y procesar la información obtenida durante la investigación.





### Figura 3

#### Formato de cuestionario

  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE INVESTIGACION: NIVEL DE AFECTACION DEL AGUA POTABLE NO CONTABILIZADA EN EL  
ABASTECIMIENTO POBLACIONAL DE AGUA EN LA CIUDAD DE AYAVIRI - MELGAR - PUNO 2022.

ENTREVISTADOR/A: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

**1. DATOS DE LA ZONA DE ESTUDIO**

PAIS : \_\_\_\_\_  
DEPARTAMENTO : \_\_\_\_\_  
PROVINCIA : \_\_\_\_\_  
DISTRITO : \_\_\_\_\_  
ZONA DE ESTUDIO : \_\_\_\_\_

**2. DATOS DE USUARIO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LA ZONA EN ESTUDIO**

URBANIZACION : \_\_\_\_\_  
MANZANA : \_\_\_\_\_  
LOTE : \_\_\_\_\_  
CODIGO DE CONEXIÓN : \_\_\_\_\_

**3. DATOS DE LA VIVIENDA**

**3.1 LA VIVIENDA ESTA:**

A. Ocupada

B. Desocupada

3. Con uso temporal

4. Abandonada o cerrada

5. Otros

**3.2. TIPO DE VIVIENDA**

1. Vivienda Unifamiliar

2. Vivienda Multifamiliar

**3.3 MATERIAL DE CONSTRUCCION PREDOMINANTE**

1. Material Noble

2. Material Rustico

3. Mixto

**3.4. NUMERO DE NIVELES DE LA VIVIENDA**

**3.5. CATEGORIA DE LA VIVIENDA**

1. Comercial

2. Domestico

3. Estatal

4. Industrial

5. Social

**4. EL AGUA QUE USA ESTA VIVIENDA PROVIENE PRINCIPALMENTE DE:**

A. RED PUBLICA

B. POZO

C. CAMION REPARTIDOR

D. RIO, VERTIENTE, CANAL. LAGO, ETC

**5. POR LO GENERAL HASTA QUE HORA CUENTA CON SERVICIO DE AGUA POTABLE**

**5. CUANTAS PERSONAS RESIDEN EN ESTA VIVIENDA?**

**6. PERSONAS RESIDENTES**

A. NIÑOS

B. JOVENES

C. ADULTOS

**7. TIENE MICROMEDIDOR DE AGUA POTABLE**

SI  NO

Nota: La figura se muestra el cuestionario utilizado para la obtención de datos de los usuarios.

Fuente: Adaptado de (Anchapuri y Quispe, 2018)

## Figura 4

### *Notificación de autorización de toma de muestras*



**NOTIFICACIÓN**

SEÑOR : SR(A). MAMANI TIPO IVAN DAVID

DOMICILIARIO : AV. LOS INCAS N° 426

CODIGO DE USUARIO : 0007121

Estimado usuario, por medio de la presente hacemos de su conocimiento que, en coordinación con el área comercial de la EPS Aguas del Altiplano, comunico a Ud. que a partir del mes de diciembre por un periodo de 31 días calendario, se estará efectuando lecturas diarias de consumo de agua en su conexión domiciliaria, por lo que instamos a brindarnos las facilidades de tomar lectura en su medidor de agua de su caja de registro.

Así mismo comunicamos que las lecturas en el medidor son para fines de investigación para un proyecto de Tesis con código 2022-188 y expresamos las disculpas del caso por las molestias causadas.

NOTIFICADO : .....

RECIBIDO POR : .....

OBSERVACIONES : .....

.....

.....

Nota: La figura muestra el documento que se utilizó para la notificación a los 43 usuarios de estudio previo a la toma de muestras en cada punto.

### **3.5.2.1. Medidor Electromagnético a batería**

Dispositivo necesario para medir caudal y registro de volúmenes de Agua Producido por la PTAP que ingresan al Sistema de abastecimiento

de agua potable, verificando in situ volúmenes de agua acumulado en la PTAP.

### Figura 5

*Transmisor SIEMENS*



Nota: La imagen muestra el Transmisor marca SIEMENS Modelo MAG8000 y marca valores en  $m^3$  y lt/s. Ver Anexo 6.

### Figura 6

*Sensor SIEMENS*



Nota: La imagen muestra el sensor marca SIEMENS Modelo MAG8000 IP68 el cual está instalado en la tubería. Ver Anexo 6.

### 3.5.2.2. Micromedidores

Dispositivo para medir pequeñas escalas de volúmenes de consumo de agua de las conexiones domiciliarias verificada in situ volúmenes en cajas de medidor.

#### Figura 7

*Micromedidor*



Nota: En la imagen se muestra un micromedidor instalado en una conexión domiciliaria.

### 3.5.2.3. Software AutoCAD y Microsoft Excel

Se utilizó el software AutoCAD para el desarrollo de planos, la sectorización y ubicación de las conexiones domiciliarias. Y el software Excel con el propósito de crear hojas de cálculo, formatos de seguimiento al control de volúmenes y procesamiento de datos.



### **3.6. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

Según (Soriano Rodríguez, 2014) en el desarrollo y validación de un cuestionario es necesario considerar los siguientes aspectos.

#### **3.6.1. Primera fase: Objetivos, teoría y constructo**

Cualquier herramienta debe recopilar datos que estén directamente vinculados con los objetivos del proyecto. Obtener información irrelevante para los fines de la investigación, además de ser incómodo para quienes responden, consumirá tiempo en su procesamiento y complicará el análisis de datos posterior (Soriano Rodríguez, 2014) Ver anexo 12.

#### **3.6.2. Segunda fase: Validación juicio de expertos**

En esta fase se someterá a la evaluación de expertos. Estos expertos son individuos cuya especialización, experiencia profesional, académica o de investigación relacionada con el tema les capacita para valorar el contenido (Soriano Rodríguez, 2014). Al realizar la evaluación de expertos del cuestionario las preguntas fueron validadas Ver anexo 12.

#### **3.6.3. Tercera fase: Prueba piloto**

Basándose en los resultados del análisis de concordancia entre los jueces expertos, se procede a una segunda redacción de los ítems que formarán parte del instrumento. Este instrumento será administrado en una prueba piloto, cuya muestra puede ser seleccionada mediante un muestreo probabilístico simple al azar (Soriano Rodríguez, 2014) Ver anexo 12.



### **3.6.4. Cuarta fase: Validación psicométrica**

Para la prueba de consistencia interna se utilizó la prueba estadística de Kuder Richardson KR-20 (variable cualitativa dicotómica).

Al realizar el análisis de Kuder Richardson KR-20 del cuestionario marca 0.818 el cual se interpreta que se encuentra en una escala buena. Ver anexo 12.

## **3.7. PROCEDIMIENTO**

### **3.7.1. Sectorización**

Para la sectorización hidráulica se ha llevado a cabo considerando cuidadosamente los siguientes aspectos fundamentales.

- Plano de catastro de la ciudad de Ayaviri. Ver anexo 10.
- Plano de la red de distribución del sistema de abastecimiento poblacional. Ver anexo 10.
- Plano topográfico de la ciudad de Ayaviri. Ver anexo 10.
- Puntos de interconexión principal de la Red. Ver anexo 10.
- Número de conexiones domiciliarias, proporcionado por la EPS Aguas del Altiplano.

Para la delimitación de sectores se ha realizado teniendo en cuenta los siguientes criterios para la localidad.

- Topografía.
- Características geográficas.
- Frontera del sector.
- Tamaño de sectores.

Equipos utilizados:

- Laptop.
- Planos.
- Microsoft Excel.
- Software AutoCAD 2022.

Se inicio el trabajo de gabinete utilizando el Software AutoCAD, donde se comenzó a sectorizar la zona de estudio según los criterios de sectorización para la localidad de Ayaviri.

### 3.7.1.1. Según los criterios topográficos

La localidad de Ayaviri, según el plano topográfico, está situada entre las cotas de 3880 y 3940 metros sobre el nivel del mar. En este sentido, se ha delimitado en tres zonas: baja, media y alta, como se muestra en la Tabla 3 y la Figura 8.

**Tabla 3**

*Rango de cotas de las zonas baja, media y alta*

N°	Zona	Rango de cotas (msnm)
1	Baja	3,880 – 3,900
2	Media	3,900 – 3,920
3	Alta	3,920 – 3,940

Nota: Delimitación en zonas baja, media y alta de acuerdo con las cotas del terreno según el plano topográfico.

**Figura 8**

*Delimitación en sectores por topografía*



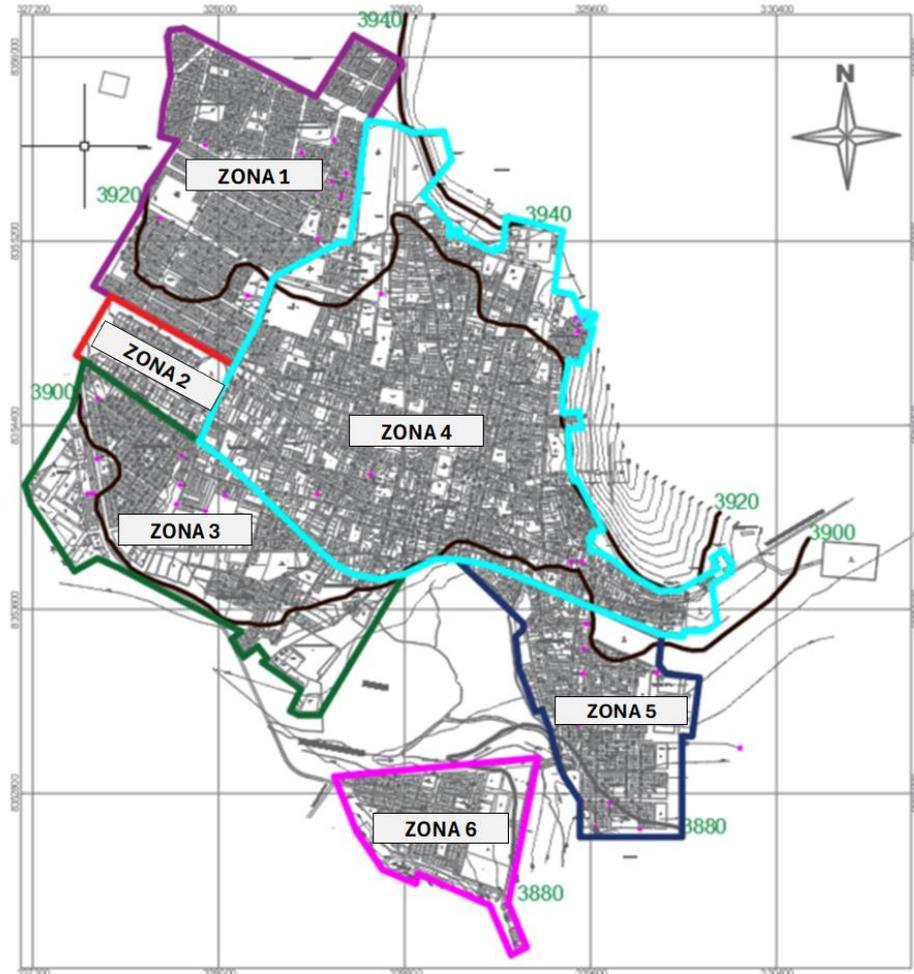
Nota: La diferencia de cotas entre de las curvas de nivel que divide las zonas es de 20 msnm.

### 3.7.1.2. Según las características geográficas y Frontera del sector

A partir de las principales avenidas, vías de ferrocarril y ríos se definen los límites de los sectores, teniendo en cuenta el número de válvulas de cierre en las fronteras. A partir de este criterio, se ha delimitado la sectorización en seis zonas, como se muestra en la Figura 9.

**Figura 9**

*Delimitación en sectores por características geográficas*



Nota: En la figura se muestra la delimitación de sectores en base a la característica geográfica y las fronteras del sector.

### **3.7.1.3. Según el criterio de tamaño de sectores**

Se recomienda que el número de conexiones domiciliarias oscile entre 500 y 5000. Sin embargo, al analizar las seis zonas obtenidas previamente, se observa en la Tabla 4 que tanto la Zona 6 como la Zona 2 no cumplen con este criterio.

**Tabla 4**

*Número de conexiones domiciliarias por zonas*

<b>Zona</b>	<b>N° de conexiones domiciliarias activas</b>
Zona 1	668
Zona 2	230
Zona 3	858
Zona 4	4,017
Zona 5	791
Zona 6	350

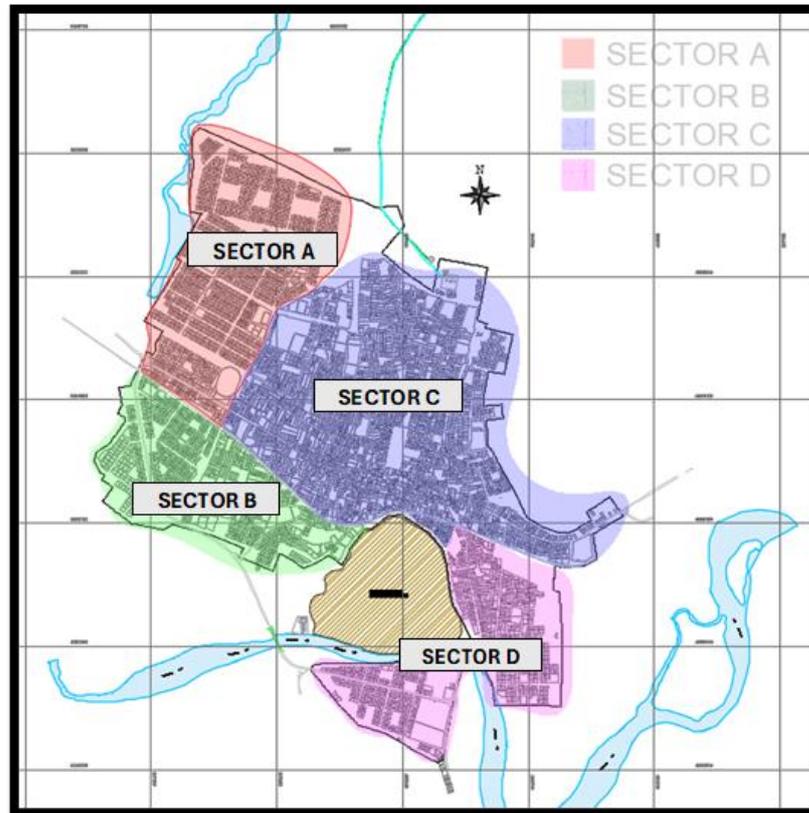
Nota: La sectorización se delimitó en seis zonas según las características geográficas y las fronteras de cada sector.

Por consiguiente, se procede a agrupar las zonas 1 y 2, representándolas como el Sector A, así como las zonas 5 y 6, las cuales se identifican como el Sector D. De manera similar, la zona 3 se asigna al Sector B y la zona 4 al Sector C, garantizando así el cumplimiento del criterio de tamaño de sectores, tal como se muestra en la Figura 10. En resumen, la sectorización se detalla de la siguiente manera:

- Sector A: Z1 + Z2
- Sector B: Z3
- Sector C: Z4
- Sector D: Z5 + Z6

**Figura 10**

*Delimitación de la ciudad de Ayaviri en cuatro sectores*



Nota: La figura presenta la división de los cuatro sectores identificados como Sector A, Sector B, Sector C y Sector D.

Posteriormente, se llevó a cabo el trabajo de campo y gabinete, donde se materializaron todas las acciones planificadas.

#### **3.7.1.4. Selección de conexiones domiciliarias para el estudio**

Según Schumann et al. (2021) Se recomienda emplear el informe accesible sin costo (EURAMET, 2021) como una guía para identificar los criterios a considerar al seleccionar las zonas para la recolección de datos.

Es fundamental asegurar la correlación de los datos recopilados para desarrollar modelos y estadísticas que reflejen con precisión la

medición del agua en entornos domésticos del mundo real (EURAMET, 2021).

Es crucial documentar la siguiente información en cada instancia de uso para establecer una relación entre los resultados y las instalaciones, así como identificar qué tipo de uso de agua podría causar resultados atípicos (EURAMET, 2021). Esta información incluye: Cantidad de residentes, país y ciudad de residencia, características de la vivienda y sistema o fuente de abastecimiento de agua.

Para asegurar la imparcialidad en la selección de un objeto de medición, es esencial emplear métodos estadísticos confiables. En la siguiente sección se presenta un enfoque probabilístico diseñado para promover una selección justa de las conexiones domiciliarias según (EURAMET, 2021).

En primer lugar, se requiere obtener la distribución relativa según los distintos tipos de viviendas dentro del área de interés Tabla 5. Esta información se obtuvo del portal estadístico del INEI.

**Tabla 5**

*Selección de muestras según el tipo de vivienda*

Descripción	Tipo de vivienda			Total	
	Unifamiliar		Multifamiliar		
Distribución en la ciudad de Ayaviri	5,462	84.26 %	1020	15.74 %	6,482
Cantidad de conexiones domiciliarias en estudio	36.23	84.26 %	6.77	15.74 %	
	36		7		43

Nota: De la muestra de estudio se estima que 36 son de vivienda unifamiliares y 7 viviendas multifamiliares. Elaboración propia según la base de datos del INEI.

Para la selección de la muestra, se emplea un muestreo probabilístico para la población finita, logrando obtener una muestra representativa compuesta por 43 conexiones domiciliarias. Es importante destacar que, aunque se aplica la inferencia estadística en el cálculo del tamaño de la muestra, la selección de las conexiones domiciliarias se lleva a cabo con un respaldo estadístico siguiendo las recomendaciones del informe de EURAMET y se muestra en la Tabla 6. Esta elección se basa para obtener lecturas diarias del marcador del micromedidor en las viviendas seleccionadas.

**Tabla 6**

*Lista de conexiones domiciliarias seleccionadas*

<b>N°</b>	<b>Código de conexión</b>	<b>Sector</b>	<b>Hab</b>
1	7121	C	4
2	6893	C	3
3	6946	C	2
4	7292	C	2
5	7015	A	4
6	7311	A	7
7	7102	C	1
8	6975	A	7
9	6923	A	4
10	7124	A	3
11	6916	A	4
12	6901	A	3
13	6895	A	4
14	7153	B	3
15	7229	B	4



<b>N°</b>	<b>Código de conexión</b>	<b>Sector</b>	<b>Hab</b>
16	6995	B	1
17	7086	B	4
18	7295	B	5
19	7100	B	2
20	4125	C	1
21	2910	C	3
22	6517	C	2
23	3919	C	2
24	7250	C	1
25	3554	C	4
26	2733	C	2
27	1415	C	1
28	7010	C	5
29	7252	C	3
30	1115	C	3
31	6910	C	4
32	6904	C	3
33	7000	C	3
34	7035	D	5
35	7001	D	5
36	4372	C	1
37	5119	D	2
38	4047	D	2
39	6933	C	3
40	4431	D	6
41	3999	D	7
42	5026	D	4
43	17	C	4

Nota: Lista de conexiones domiciliarias se selecciona teniendo en cuenta la distribución según el tipo de vivienda y recomendación del informe de EURAMET.

Las conexiones domiciliarias en estudio están distribuidas en los distintos sectores según se indica en la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Número de conexiones domiciliarias de estudio por Sectores*

Nº	Sector	Número de conexiones domiciliarias	Hab. total
1	A	8	36
2	B	6	19
3	C	22	57
4	D	7	31
	Total	43	143

Nota: Conexiones domiciliarias de estudio por sectores y número de habitantes en base a las encuestas aplicadas.

En el área de medición de las conexiones domiciliarias, asumiendo una distribución uniforme, se seleccionan los sectores que se sitúan dentro del rango intercuantil (valores entre el cuantil 25 y 75). Estos valores se detallan en la Tabla 8.

**Tabla 8**

*Valores cuantiles en el área de estudio*

Parámetro	Área de suministro				
	min	Q25	Q50	Q75	máx.
Tamaño del hogar (persona/hogar)	1.00	2.24	3.38	4.59	17.00

Nota: Los valores del rango intercuantil se encuentran (mayor a 2.24 personas y menor que 4.59 personas por hogar), el cálculo se realizó base de datos del portal estadístico del INEI. Ver Anexo 9.

Ahora verificamos que si las conexiones domiciliarias seleccionadas se encuentran dentro de los rangos intercuantiles de la Tabla 9.

**Tabla 9**

*Promedio de habitantes por hogar según sectores*

Sectores del Área de Estudio	Tamaño del hogar (persona/hogar)	Rango intercuantil (cumple/no cumple)
A	4.5	Cumple
B	3.16	Cumple
C	2.59	Cumple
D	4.42	cumple

Nota: Los cuatro sectores se encuentran entre los rangos intercuantiles de la Tabla 8, el cálculo del tamaño del hogar se realizó en base a las encuestas realizadas.

En la Tabla 10 y Tabla 11 muestra el resumen de datos recopilados de las muestras seleccionadas.

**Tabla 10**

*Recopilación de datos obtenidos de las encuestas N°1*

N°	Código de conexión	Datos de la vivienda				
		¿La vivienda esta?	Tipo de Vivienda	Material de Const.	Numero de Niveles	Categoría de la Viv.
1	6975	1	2	2	2	2
2	7124	1	1	1	2	2
3	7015	1	1	1	1	2
4	7035	1	2	2	2	2
5	6923	1	2	1	2	2
6	6916	1	1	1	2	2
7	7311	1	1	1	2	2
8	6901	1	1	1	1	2
9	6895	1	1	1	2	2



N°	Código		Datos de la vivienda			
	de conexión	¿La vivienda esta?	Tipo de Vivienda	Material de Const.	Numero de Niveles	Categoría de la Viv.
10	6946	1	1	2	1	2
11	3999	1	2	2	2	2
12	7010	1	1	1	2	2
13	6904	1	1	2	1	2
14	7292	1	1	1	1	2
15	3554	1	2	1	2	2
16	4431	1	2	2	2	2
17	7000	1	1	1	2	2
18	5026	1	1	1	2	2
19	3919	1	1	1	2	2
20	4047	1	1	1	2	2
21	7153	1	1	1	2	2
22	7121	1	1	1	2	2
23	7001	1	1	1	2	2
24	6910	1	1	1	2	2
25	4125	1	1	1	3	2
26	7229	1	1	1	3	2
27	6893	1	1	1	2	2
28	7100	1	1	1	1	2
29	5119	1	1	1	1	2
30	2733	1	1	1	3	2
31	6995	1	1	1	2	2
32	1115	1	1	1	1	1
33	7295	1	1	1	1	2
34	7252	1	1	1	2	2
35	7086	1	1	2	1	2
36	1415	1	1	2	2	2
37	4372	1	1	1	2	2
38	6933	1	1	1	3	2
39	6517	1	1	2	2	1
40	2910	1	1	2	1	2

N°	Código de conexión	Datos de la vivienda				
		¿La vivienda esta?	Tipo de Vivienda	Material de Const.	Numero de Niveles	Categoría de la Viv.
41	7102	1	1	1	2	2
42	17	1	2	1	1	1
43	7250	1	1	1	2	2

Nota: Recopilación de datos obtenidos mediante las encuestas según: ¿La vivienda esta? - (1) Ocupada (2) Desocupada. Tipo de vivienda: (1) Vivienda unifamiliar (2) Vivienda multifamiliar (3) Mixto. Material de Construcción predominante: (1) Material Noble (2) Material rustico (3) Mixto. Categoría de la vivienda: (1) Comercial (2) Domestico (3) Estatal (4) Industrial (5) Social. Ver anexo 8.

**Tabla 11**

*Recopilación de datos obtenidos de las encuestas N°2*

N°	Código de conexión	El agua que usa esta vivienda	Hora servicio de agua potable	¿Cuántas personas residen?	Personas Residentes			Tiene micromedidor
					Niños	Jóvenes	Adultos	
1	6975	1	10:00	7	3	0	4	1
2	7124	1	9:00	3	0	1	2	1
3	7015	1	7:00	4	1	0	3	1
4	7035	1	10:00	5	2	0	3	1
5	6923	1	9:00	4	1	1	2	1
6	6916	1	10:00	4	0	1	3	1
7	7311	1	8:00	7	2	3	2	1
8	6901	1	9:00	3	1	0	2	1
9	6895	1	12:00	4	0	3	1	1
10	6946	1	10:00	2	0	1	1	1
11	3999	1	0:00	7	0	2	5	1
12	7010	1	12:00	5	3	0	2	1
13	6904	1	12:00	3	2	0	1	1
14	7292	1	10:00	2	0	1	1	1



N°	Código de conexión	El agua que usa esta vivienda	Hora servicio de agua potable	¿Cuántas personas residen?	Personas Residentes			Tiene micromedidor
					Niños	Jóvenes	Adultos	
15	3554	1	11:00	4	0	0	4	1
16	4431	1	0:00	6	0	0	6	1
17	7000	1	11:00	3	2	0	1	1
18	5026	1	0:00	4	2	0	2	1
19	3919	1	10:00	2	0	0	2	1
20	4047	1	16:00	2	0	0	2	1
21	7153	1	10:00	3	2	0	1	1
22	7121	1	10:00	4	1	0	3	1
23	7001	1	11:00	5	4	0	1	1
24	6910	1	9:30	4	2	0	2	1
25	4125	1	11:00	1	0	0	1	1
26	7229	1	11:00	4	2	0	2	1
27	6893	1	9:00	3	0	2	1	1
28	7100	1	10:00	2	0	0	2	1
29	5119	1	9:00	2	0	0	2	1
30	2733	1	14:00	2	0	0	2	1
31	6995	1	10:00	1	0	0	1	1
32	1115	1	9:00	3	0	1	2	1
33	7295	1	10:30	5	3	0	2	1
34	7252	1	10:00	3	1	1	1	1
35	7086	1	10:30	4	2	0	2	1
36	1415	1	10:00	1	0	1	0	1
37	4372	1	11:00	1	0	1	0	1
38	6933	1	9:00	3	0	0	3	1
39	6517	1	11:00	2	0	0	2	1

N°	Código de conexión	El agua que usa esta vivienda	Hora servicio de agua potable	¿Cuántas personas residen?	Personas Residentes			Tiene micromedidor
					Niños	Jóvenes	Adultos	
40	2910	1	10:00	3	0	0	3	1
41	7102	1	10:00	1	0	0	1	1
42	17	1	10:00	4	2	0	2	1
43	7250	1	10:00	1	0	0	1	1

Nota: Agua que usa esta vivienda proviene principalmente de: (1) Red pública (2) Pozo (3) Camión repartidor (4) Río, Vertiente, camal, lago, Etc. Tiene micromedidor de agua potable: (1) Si (2) No. Ver Anexo 8.

En la Tabla 12, se verifica la correlación entre la recolección de datos del área de estudio y las conexiones domiciliarias seleccionadas, considerando el grupo de edad.

**Tabla 12**

*Correlación según los grupos de edad*

Grupos de edad	Área de estudio		Conexiones domiciliarias de estudio	
Niños	4,641	21.23 %	38	26.57 %
Jóvenes	6,400	29.28 %	19	13.29 %
Adultos	10,818	49.49 %	86	60.14 %
Correlación de Pearson			0.85	

Nota: Según los grupos de edad, el método de Pearson muestra una correlación de 0.99, lo cual sugiere que existe una correlación muy alta. Ver Anexo 9.

En la Tabla 13, se verifica la correlación entre la recolección de datos del área de estudio y las conexiones domiciliarias seleccionadas, considerando la condición de ocupación.

**Tabla 13***Correlación según la condición de ocupación*

Condición de ocupación	Área de estudio		Conexiones domiciliarias de estudio	
Ocupada, con personas presentes	5,462	73.02 %	38	88.37 %
Ocupada, Con personas ausentes y de uso ocasional	1,436	19.20 %	05	11.63 %
Desocupada	582	7.78 %	0	0.00 %
Correlación de Pearson	0.99			

Nota: Según la condición de ocupación, el método de Pearson muestra una correlación de 0.99, lo cual sugiere que existe una correlación muy alta. Ver Anexo 9.

En la Tabla 14, se verifica la correlación entre la recolección de datos del área de estudio y las conexiones domiciliarias seleccionadas, considerando el material de construcción predominante.

**Tabla 14***Correlación según la condición de construcción predominante*

Material de construcción predominante en las paredes	Área de estudio		Conexiones domiciliarias de estudio	
Material noble	2,223	40.70 %	33	76.74 %
Material rústico	3,202	58.62 %	10	23.26 %
Otro	37	0.68 %	0	0.00 %
Correlación de Pearson	0.49			

Nota: Según la condición de ocupación, el método de Pearson muestra una correlación de 0.49, lo cual sugiere una correlación moderada. Ver Anexo 9.

En la Tabla 15, se verifica la correlación entre la recolección de datos del área de estudio y las conexiones domiciliarias seleccionadas, considerando la categoría de la vivienda.

**Tabla 15**

*Correlación según la condición de categoría de la vivienda*

Categoría de la vivienda	Área de estudio		Conexiones domiciliarias de estudio	
Doméstico	6,426	92.94 %	40	93.02 %
Comercial	450	6.51 %	3	6.98 %
Estatal	28	0.40 %	0	0.00 %
Industrial	8	0.12 %	0	0.00 %
Social	2	0.03 %	0	0.00 %
Correlación de Pearson			0.99	

Nota: Según la condición de categoría de la vivienda, el método de Pearson muestra una correlación de 0.99, lo cual sugiere que existe una correlación muy alta. Ver Anexo 9.

### **3.7.2. Medición de caudal de agua producido por las PTAP.**

Para la medición se ha llevado a cabo utilizando los siguientes instrumentos:

- 04 medidores electromagnéticos a batería.
- Formato de registro de datos en los macromedidores.
- Materiales y otros.

En el desarrollo de estudio el trabajo de gabinete se realizó utilizando el software AutoCAD 2022 para identificar los puntos de ubicación del Caudalímetro, considerando preferentemente en los puntos de Ingreso al sistema de abastecimiento poblacional es decir puntos de salida de los Reservorios existentes.

**Figura 11**

*Ubicación del Medidor Electromagnético 03*



Nota: En la figura se muestra la sala de llaves de Reservorio R1 en donde esta ubicado el Medidor Electromagnético 03.

**Figura 12**

*Ubicación del Medidor Electromagnético 02.*



Nota: En la figura se muestra la sala de llaves de Reservorio R2 en donde está ubicado el Medidor Electromagnético 02.

**Figura 13**

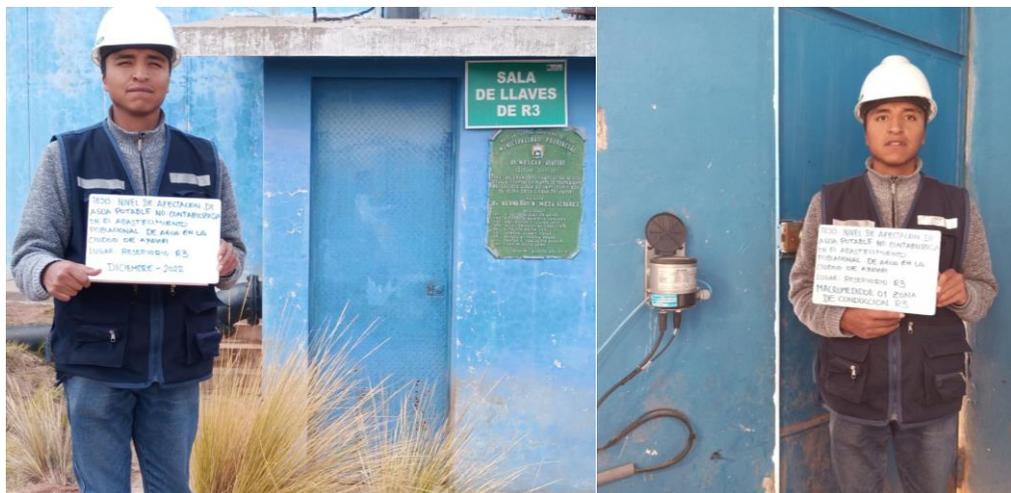
**Ubicación del Medidor Electromagnético 05**



Nota: En la figura se muestra la sala de llaves de Reservorio R2 en donde está ubicado el Medidor Electromagnético 05.

**Figura 14**

**Ubicación Medidor Electromagnético 01**



Nota: En la figura se muestra la sala de llaves de Reservorio R3 en donde está ubicado el Medidor Electromagnético 01.

Se realizó una verificación de los horarios de cierre de válvulas en la Planta de Tratamiento de Agua potable, para poder tomar los datos de muestra de tal

manera que se pueda registrar el caudal de ingreso diario al sistema de distribución de abastecimiento poblacional.

El medidor Electromagnético cuenta con un sistema automatizado de almacenamiento de datos, asimismo posee un convertidor de caudal a volumen de agua registrando en tiempo real. Los datos se registraron en la ficha de registro de manera diaria, después del cierre de válvulas de los Reservorios, estos datos fueron registrados de manera mensual y diaria como se muestra en la Tabla 16 y Tabla 17 respectivamente.

**Tabla 16**

*Registro mensual de lecturas de los macromedidores*

Fecha	Macromedidor 01		Macromedidor 02		Macromedidor 05		Macromedidor 03	
	Zona de Conducción a reservorio R3		Zona de Conducción a reservorio R2		Zona de Aducción a reservorio R2		Zona de Aducción a reservorio R1	
	Hora	Lectura	Hora	Lectura	Hora	Lectura	Hora	Lectura
30/11/2022	15:16	2'942,605.9	15:28	1'768,011.7	15:28	326,206.18	15:35	1'181,951.3
31/12/2022	11:33	3'073,680.7	11:18	1'823,541.4	11:18	326,206.91	11:16	1'196,016.4
31/01/2023	11:23	3'200,387.6	11:10	1'877,777.7	11:10	326,207.95	11:27	1'211,951.4
28/02/2023	10:23	3'302,556.3	10:20	1'920,931.9	10:20	333,825.01	10:31	1'236,824.8
31/03/2023	11:03	3'408,951.2	10:59	1'969,378.7	11:00	343,826.82	10:57	1'274,386.3
30/04/2023	10:36	3'508,428.7	10:41	2'014,258.7	10:40	352,843.25	10:47	1'306,300.8
31/05/2023	10:43	3'635,250.1	11:26	2'064,185.6	11:25	354,983.95	10:19	1'325,129.9
30/06/2023	10:20	3'747,035.7	10:08	2'111,291.8	10:00	354,985.05	10:06	1'341,983.5
31/07/2023	10:23	3'865,537.0	10:19	2'161,511.0	10:19	354,986.86	10:17	1'357,176.7

Nota: La Tabla muestra el registro mensual de lecturas de los cuatro macromedidores ubicados en las salas de llaves de los reservorios R1, R2 y R3. Ver Anexo 2.



**Tabla 17**

*Registro diario de lecturas de los macromedidores*

Fecha	Macromedidor 01		Macromedidor 02		Macromedidor 05		Macromedidor 03	
	Zona de Conducción a reservorio R3		Zona de Conducción a reservorio R2		Zona de Aducción a reservorio R2		Zona de Aducción a reservorio R1	
	Hora	Lectura Actual	Hora	Lectura Actual	Hora	Lectura Actual	Hora	Lectura Actual
31/12/2022	11:33	3'073,680.70	11:18	1'823,541.40	11:18	326,206.91	11:16	1'196,016.40
01/01/2023	11:33	3'078,081.60	11:20	1'825,304.00	11:20	326,206.97	11:17	1'196,505.40
02/01/2023	11:20	3'082,207.30	11:17	1'827,154.70	11:18	326,206.97	11:16	1'197,030.40
03/01/2023	11:27	3'087,706.30	11:19	1'828,744.20	11:20	326,206.97	11:32	1'197,728.30
04/01/2023	11:39	3'092,032.80	11:22	1'830,477.70	11:23	326,207.00	11:21	1'198,202.10
05/01/2023	11:28	3'096,209.30	11:17	1'832,286.50	11:17	326,207.00	11:15	1'198,662.00
06/01/2023	12:18	3'100,379.30	12:08	1'834,018.70	12:08	326,207.03	12:06	1'199,323.50
07/01/2023	11:19	3'104,940.00	11:16	1'835,970.60	11:16	326,207.10	11:14	1'200,434.40
08/01/2023	11:18	3'109,036.20	11:15	1'837,737.10	11:15	326,207.24	11:13	1'201,123.10
09/01/2023	11:42	3'113,069.10	11:18	1'839,577.40	11:18	326,207.31	11:16	1'201,770.10
10/01/2023	11:28	3'116,840.80	11:20	1'841,230.90	11:20	326,207.31	11:17	1'202,318.80
11/01/2023	11:08	3'121,303.50	11:05	1'842,830.60	11:05	326,207.33	11:03	1'202,805.40
12/01/2023	11:31	3'125,290.90	11:19	1'844,617.70	11:19	326,207.65	11:17	1'203,151.80
13/01/2023	11:38	3'129,245.90	11:35	1'846,358.60	11:35	326,207.66	11:34	1'203,732.10
14/01/2023	11:47	3'133,375.10	11:42	1'848,016.20	11:42	326,207.71	11:56	1'204,244.00
15/01/2023	11:19	3'137,184.50	11:15	1'849,850.20	11:17	326,207.71	11:17	1'204,695.20
16/01/2023	11:23	3'140,980.90	11:14	1'851,716.80	11:14	326,207.71	11:10	1'205,121.40
17/01/2023	11:28	3'144,867.40	11:14	1'853,435.90	11:14	326,207.71	11:12	1'205,654.00
18/01/2023	11:26	3'148,809.70	11:17	1'855,116.70	11:17	326,207.76	11:15	1'206,193.00
19/01/2023	11:27	3'152,577.90	11:16	1'856,857.60	11:17	326,207.88	11:14	1'206,433.40
20/01/2023	11:29	3'156,296.60	11:14	1'858,528.80	11:14	326,207.88	11:13	1'206,784.10
21/01/2023	11:24	3'160,302.80	11:14	1'860,368.80	11:14	326,207.88	11:12	1'207,161.70
22/01/2023	11:22	3'164,149.10	11:12	1'862,182.00	11:13	326,207.88	11:11	1'207,572.20
23/01/2023	11:27	3'168,234.00	11:24	1'864,089.80	11:24	326,207.88	11:22	1'207,943.70
24/01/2023	12:38	3'172,422.00	12:35	1'865,817.00	12:35	326,207.89	12:34	1'208,457.80
25/01/2023	11:22	3'176,052.70	11:18	1'867,605.10	11:19	326,207.89	11:17	1'208,919.90

Fecha	Macromedidor 01		Macromedidor 02		Macromedidor 05		Macromedidor 03	
	Zona de Conducción a reservorio R3		Zona de Conducción a reservorio R2		Zona de Aducción a reservorio R2		Zona de Aducción a reservorio R1	
	Hora	Lectura Actual	Hora	Lectura Actual	Hora	Lectura Actual	Hora	Lectura Actual
26/01/2023	11:24	3'180,091.60	11:21	1'869,365.40	11:22	326,207.90	11:20	1'209,407.60
27/01/2023	11:01	3'184,075.30	10:50	1'870,973.70	10:50	326,207.92	10:48	1'209,923.30
28/01/2023	11:29	3'188,169.60	11:23	1'872,633.40	11:24	326,207.95	11:22	1'210,396.50
29/01/2023	11:24	3'192,099.00	11:21	1'874,352.90	11:21	326,207.95	11:19	1'210,876.10
30/01/2023	11:23	3'196,325.30	11:26	1'876,143.50	11:26	326,207.95	11:08	1'211,397.90
31/01/2023	11:23	3'200,387.60	11:10	1'877,777.70	11:10	326,207.95	11:27	1'211,951.40

Nota: Recopilación de lecturas diarias de los cuatro macromedidores ubicadas en las salas de llaves de los reservorios R1, R2 y R3. Ver Anexo 3.

Por otro lado, para estimar el número de habitantes que viven en la ciudad de Ayaviri en la fecha de estudio, se obtuvieron datos del portal estadístico del INEI como se observa en la Tabla 18.

**Tabla 18**

*Población administrada en la localidad por la EPS*

Año	Población administrada
2018	22,247
2019	22,501
2020	22,758
2021	23,017
2022	23,280

Nota: Población administrada en la localidad por la EPS Aguas del Altiplano SRL, en base a los datos recopilados de los Informes (Sunass, 2023).

Para estimar el número de habitantes abastecidas con agua potable en el año 2023 se calculó con el método geométrico, empleando una tasa de crecimiento  $r = 0.011411$ . El resultado de este se muestra en la Tabla 19.

**Tabla 19**

*Proyección de población administrada al 2023*

Año	Población administrada	Tasa de crecimiento
2018	22,247	-
2019	22,501	1.1417 %
2020	22,758	1.1422 %
2021	23,017	1.1381 %
2022	23,280	1.1426 %
<b>2023</b>	<b>23,546</b>	<b>1.1411 %</b>

Nota: Proyección de Población administrada en la localidad por la EPS Aguas del Altiplano SRL, en base a los datos recopilados de Informes (Sunass, 2023).

### **3.7.3. Medición de volumen de agua de consumo**

Para la medición se ha llevado a cabo utilizando documentación y formatos de registro:

- Ficha de encuesta
- Ficha de registro de datos.
- Notificación de autorización de toma de muestras.
- Software AutoCAD 2022.
- Materiales otros.

Durante el desarrollo del estudio, se llevó a cabo el trabajo de gabinete utilizando el software AutoCAD 2022 para identificar los puntos de ubicación de las conexiones domiciliarias. Estos datos fueron seleccionados para formar una muestra representativa, considerando la sectorización realizada. Posteriormente, se realizó la notificación de autorización para llevar a cabo la toma de muestras y



la recolección de datos mediante encuestas, con el objetivo de obtener información de las conexiones domiciliarias.

### 3.7.3.1. Recopilación de datos mensuales

El volumen consumido implica la suma de los volúmenes registrados por los servicios medidos (asumiendo que los medidores reflejan el consumo real) y una estimación del volumen utilizado para aquellos con una tarifa fija como método de facturación (Tzatchkov et al., 2014).

Morote Seguido (2017) en Londres, se registró una disminución en el consumo promedio por persona cuando aumentó el tamaño de las familias, mientras que en otros lugares se ha observado que el consumo per cápita aumenta con el número de miembros en la familia.

Mazzanti y Montini; March y Saurí; March Et Al. (como se citó en Villar Navascués, 2017) es frecuente emplear los registros de consumo de agua consolidados a nivel municipal, ya que generalmente son proporcionados de esta manera por las compañías encargadas del suministro.

Los datos utilizados para la recolección de datos mensuales en este estudio han sido proporcionados por la EPS Aguas del Altiplano Puno SRL previa autorización Ver Anexo 7. La información proporcionada y analizada incluye lo siguiente:

- Volumen suministrado mensual de las conexiones domiciliarias seleccionadas (m<sup>3</sup>) (diciembre 2022 – julio 2023) Tabla 20.



- Número de conexiones domiciliarias conectadas a la red (diciembre 2022 – julio 2023) Tabla 21.
- Número de conexiones domiciliarias con consumo 0 conectadas a la red (diciembre 2022 – julio 2023).
- Número de conexiones domiciliarias por categoría de la vivienda (diciembre 2022 – julio 2023).

**Tabla 20**

*Consumo mensual de agua de las conexiones de estudio*

N°	Código de conexión	Consumo (m <sup>3</sup> ) (diciembre 2022 – julio 2023)							
		Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
1	17	19.00	11.00	14.00	11.00	11.00	12.00	14.00	13.00
2	2733	28.00	7.00	33.00	32.00	33.00	35.00	32.00	40.00
3	4125	2.00	3.00	5.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
4	6893	8.00	11.00	8.00	6.00	6.00	6.00	5.00	8.00
5	6895	9.00	9.00	13.00	11.00	14.00	11.00	10.00	10.00
6	6901	0.00	6.00	0.00	0.00	3.00	8.00	11.00	7.00
7	6904	0.00	6.00	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00	5.00
8	6910	9.00	14.00	10.00	13.00	8.00	7.00	9.00	6.00
9	6916	6.00	8.00	6.00	8.00	7.00	8.00	6.00	9.00
10	6923	8.00	6.00	6.00	8.00	10.00	10.00	9.00	8.00
11	6933	6.00	4.00	1.00	3.00	4.00	4.00	3.00	3.00
12	6946	1.00	3.00	1.00	1.00	2.00	4.00	0.00	0.00
13	6975	13.00	14.00	12.00	12.00	13.00	11.00	9.00	11.00
14	6995	8.00	6.00	10.00	8.00	7.00	6.00	8.00	12.00
15	7000	9.00	7.00	15.00	10.00	8.00	8.00	14.00	5.00
16	7001	23.00	11.00	18.00	22.00	20.00	20.00	13.00	16.00
17	7010	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00
18	7015	6.00	6.00	4.00	5.00	4.00	17.00	7.00	6.00
19	7035	8.00	10.00	9.00	10.00	9.00	9.00	10.00	9.00
20	7086	11.00	7.00	7.00	3.00	10.00	18.00	16.00	15.00
21	7100	9.00	7.00	9.00	4.00	6.00	5.00	6.00	9.00
22	7102	6.00	8.00	3.00	5.00	5.00	5.00	2.00	8.00
23	7121	10.00	16.00	7.00	7.00	7.00	6.00	8.00	7.00
24	7124	5.00	4.00	6.00	8.00	6.00	5.00	6.00	6.00
25	7153	23.00	9.00	5.00	8.00	8.00	8.00	11.00	9.00

N°	Código de conexión	Consumo (m <sup>3</sup> ) (diciembre 2022 – julio 2023)							
		Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
26	1415	4.00	3.00	3.00	4.00	2.00	1.00	3.00	3.00
27	2910	16.00	16.00	11.00	11.00	8.00	10.00	11.00	13.00
28	4372	2.00	3.00	2.00	2.00	0.00	2.00	1.00	1.00
29	4431	15.00	17.00	11.00	11.00	12.00	12.00	14.00	16.00
30	7229	14.00	14.00	10.00	12.00	14.00	12.00	11.00	13.00
31	7250	12.00	4.00	19.00	9.00	14.00	8.00	6.00	16.00
32	7252	3.00	13.00	5.00	15.00	10.00	6.00	7.00	4.00
33	7292	3.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00
34	7295	6.00	9.00	23.00	14.00	15.00	8.00	9.00	11.00
35	7311	14.00	13.00	12.00	16.00	13.00	14.00	17.00	13.00
36	1115	0.00	48.00	19.00	20.00	20.00	23.00	28.00	33.00
37	3554	4.00	5.00	5.00	6.00	4.00	5.00	7.00	4.00
38	5026	11.00	10.00	2.00	10.00	5.00	9.00	10.00	11.00
39	3919	4.00	4.00	2.00	7.00	5.00	4.00	9.00	7.00
40	3999	14.00	13.00	8.00	9.00	14.00	13.00	11.00	9.00
41	4047	12.00	10.00	8.00	9.00	8.00	11.00	17.00	19.00
42	5119	8.00	9.00	9.00	11.00	9.00	7.00	21.00	9.00
43	6517	23.00	24.00	23.00	25.00	27.00	28.00	24.00	26.00

Nota: Datos de consumo mensual de agua de las conexiones domiciliarias seleccionadas desde el mes de diciembre del 2022 a Julio del 2023. Fuente: Extraído de base de datos de la EPS Aguas del Altiplano

**Tabla 21**

*Clasificación de conexiones domiciliaria con o sin micromedidor*

Tipos	Medido	No medido	Total
Comercial	247	203	450
Domestico	437	5,989	6,426
Estatal	20	8	28
Industrial	7	1	8
Social	0	2	2
<b>Total</b>	<b>711</b>	<b>6,203</b>	<b>6,914</b>

Nota: Conexiones domiciliarias con o sin micromedidor según el tipo de consumo, las conexiones domiciliarias con micromedidor representan un 9.72 % del total. Fuente: Extraído de base de datos de la EPS Aguas del Altiplano.

### 3.7.3.2. Recopilación de datos diarios

Las lecturas diarias de los micromedidores de las conexiones domiciliarias se realizaron in situ, mediante visitas a cada conexión domiciliaria Ver Anexo 4. Es importante resaltar que estos datos fueron recabados exclusivamente de las conexiones domiciliarias seleccionadas para este estudio Tabla 22, Tabla 23, Tabla 24 y Tabla 25.

**Tabla 22**

*Registro de datos de consumo diario N°01*

N°	Código de conexión	Fecha de Lectura							
		S	D	L	M	M	J	V	S
		31 - dic	01 - ene	02 - ene	03 - ene	04 - ene	05 - ene	06 - ene	07 - ene
1	7121	554.897	555.609	555.882	556.210	556.735	557.111	557.432	558.327
2	6893	487.336	487.853	488.165	488.519	489.203	489.656	490.133	490.672
3	6946	107.869	108.218	108.525	108.932	109.129	109.348	109.665	109.870
4	7292	220.061	220.067	220.155	220.222	220.278	220.369	220.441	220.533
5	7015	371.162	371.803	372.115	372.307	372.524	372.788	373.375	373.613
6	7311	494.342	494.864	495.610	496.535	496.682	496.931	497.505	498.150
7	7102	584.152	584.627	585.175	585.830	586.280	586.522	587.166	587.589
8	6975	833.345	834.429	834.878	835.311	835.534	836.399	836.841	837.418
9	6923	496.492	496.577	497.021	497.112	497.567	497.765	497.911	498.762
10	7124	382.165	383.042	383.043	383.076	383.095	383.673	383.682	383.752
11	6916	445.008	445.531	445.535	445.641	446.621	447.858	447.859	448.008
12	6901	436.563	436.596	436.645	436.688	436.779	436.916	436.933	436.935
13	6895	878.478	878.885	879.172	879.245	879.799	880.408	881.152	881.825
14	7153	650.997	651.413	652.009	652.278	652.597	653.279	653.553	654.066
15	7229	572.509	573.392	573.395	574.543	574.919	575.627	576.135	576.892
16	6995	790.261	790.266	790.754	791.470	791.479	791.479	792.258	793.604
17	7086	551.425	551.807	552.047	552.435	552.655	552.945	553.350	553.728
18	7295	342.556	343.036	343.547	343.616	343.784	344.027	344.645	345.392
19	7100	229.548	230.009	230.054	230.091	230.317	230.569	231.214	231.641



N°	Código de conexión	Fecha de Lectura							
		S	D	L	M	M	J	V	S
		31 - dic	01 - ene	02 - ene	03 - ene	04 - ene	05 - ene	06 - ene	07 - ene
20	4125	244.535	244.749	244.825	244.926	245.131	245.219	245.345	245.457
21	2910	1,264.268	1,265.215	1,265.676	1,266.235	1,267.150	1,267.805	1,268.426	1,269.539
22	6517	1,377.526	1,378.605	1,379.095	1,379.631	1,380.740	1,381.576	1,382.362	1,383.291
23	3919	272.966	273.188	273.267	273.332	273.476	273.668	273.797	273.989
24	7250	318.254	318.485	318.925	319.128	319.169	319.316	319.489	319.687
25	3554	234.349	234.625	234.972	235.057	235.121	235.383	235.627	236.042
26	2733	3,172.934	3,173.668	3,175.280	3,176.244	3,176.287	3,176.469	3,176.882	3,178.408
27	1415	224.254	224.425	224.538	224.638	224.816	224.908	225.044	225.388
28	7010	266.087	266.234	266.365	266.504	266.622	266.805	267.014	267.261
29	7252	388.859	389.380	389.572	390.084	390.162	390.187	390.268	390.337
30	1115	978.976	980.327	980.878	981.372	982.626	983.175	983.527	984.236
31	6910	314.378	314.833	315.117	315.473	315.677	316.195	316.748	318.430
32	6904	234.412	234.469	234.715	234.828	234.868	234.895	235.112	235.398
33	7000	163.887	164.433	165.085	165.637	165.980	166.305	167.013	167.667
34	7035	492.551	492.903	493.261	493.447	493.962	494.118	494.497	495.141
35	7001	679.794	680.159	680.335	680.857	681.115	681.992	682.319	683.064
36	4372	401.256	401.439	401.725	401.865	401.956	402.049	402.243	402.468
37	5119	950.157	950.678	951.727	952.259	952.546	952.794	953.067	953.568
38	4047	919.845	920.012	920.269	920.368	920.453	920.802	921.001	921.125
39	6933	255.119	255.315	255.552	255.698	255.801	255.925	256.055	256.344
40	4431	697.620	697.978	698.296	699.643	700.094	700.704	700.856	701.308
41	3999	849.198	849.741	850.184	850.633	851.017	851.438	851.785	852.333
42	5026	693.090	693.544	693.985	694.190	694.522	694.708	695.005	695.260
43	17	933.365	934.175	934.832	935.685	936.314	936.859	937.588	938.172

Nota: Registró de datos de consumo diario por Conexión domiciliaria del 31 de diciembre a 7 de enero del 2023. Ver Anexo 4.



**Tabla 23**

*Registro de datos de consumo diario N°02*

N°	Código de conexión	Fecha de Lectura							
		D	L	M	M	J	V	S	D
		08 - ene	09 - ene	10 - ene	11 - ene	12 - ene	13 - ene	14 - ene	15 - ene
1	7121	559.000	559.115	559.362	559.889	560.047	560.180	561.017	561.689
2	6893	491.183	491.395	491.966	492.149	492.450	492.922	493.153	493.776
3	6946	110.200	110.225	110.225	110.248	110.248	110.248	110.248	110.329
4	7292	220.553	220.641	220.709	220.890	220.968	221.061	221.234	221.267
5	7015	374.054	374.117	374.301	374.388	374.524	374.847	374.854	374.960
6	7311	498.860	499.493	500.314	500.491	501.122	501.172	501.603	502.265
7	7102	587.860	588.050	588.135	588.541	588.825	589.034	589.390	589.833
8	6975	838.441	838.874	839.558	839.558	840.319	840.641	841.044	842.111
9	6923	498.834	498.912	499.031	499.415	499.585	499.627	500.412	500.462
10	7124	384.535	384.536	384.551	384.563	384.590	385.311	385.383	385.383
11	6916	448.518	448.518	448.519	449.340	450.448	450.448	450.561	450.561
12	6901	436.953	436.986	437.039	437.123	437.238	437.253	437.265	437.280
13	6895	882.308	882.523	882.898	882.929	883.242	883.282	883.307	883.565
14	7153	654.473	654.698	654.845	654.866	655.029	655.143	655.233	655.293
15	7229	577.765	577.765	578.889	579.265	579.949	580.377	581.153	582.002
16	6995	793.621	793.704	794.106	794.108	794.109	794.117	794.117	794.120
17	7086	554.167	554.293	554.505	554.525	554.581	554.620	554.667	554.692
18	7295	345.392	345.392	346.490	346.557	346.702	346.804	346.925	347.065
19	7100	232.115	232.391	233.004	233.149	233.317	233.446	233.619	233.914
20	4125	245.572	245.753	245.837	246.215	246.319	246.379	246.505	246.691
21	2910	1,270.557	1,270.985	1,271.301	1,272.081	1,272.404	1,272.805	1,273.495	1,273.882
22	6517	1,384.585	1,384.955	1,385.844	1,386.621	1,387.127	1,387.798	1,388.567	1,389.635
23	3919	274.169	274.177	274.188	274.208	274.382	274.567	274.686	274.836
24	7250	319.855	319.988	320.125	320.253	320.426	320.686	320.734	320.832
25	3554	236.128	236.232	236.257	236.327	236.562	236.613	236.701	236.920
26	2733	3,179.038	3,179.060	3,179.098	3,179.123	3,179.139	3,179.172	3,179.209	3,179.257
27	1415	225.455	225.616	225.721	225.797	225.881	225.985	226.035	226.106
28	7010	267.390	267.491	267.634	267.795	268.020	268.304	268.412	268.528



N°	Código de conexión	Fecha de Lectura							
		D	L	M	M	J	V	S	D
		08 - ene	09 - ene	10 - ene	11 - ene	12 - ene	13 - ene	14 - ene	15 - ene
29	7252	390.832	391.015	391.513	391.581	392.077	392.162	392.572	392.651
30	1115	985.086	985.787	986.437	986.868	987.361	988.482	988.817	989.733
31	6910	318.880	319.168	319.515	319.687	320.243	320.740	322.553	322.837
32	6904	235.415	235.649	235.752	235.795	235.800	235.852	236.098	236.114
33	7000	168.273	168.907	169.465	169.925	170.200	170.830	170.830	170.830
34	7035	495.530	495.881	496.028	496.543	496.677	497.056	497.562	497.940
35	7001	683.617	683.834	684.429	684.611	684.832	685.395	685.873	686.127
36	4372	402.591	402.725	402.833	402.917	403.018	403.143	403.265	403.268
37	5119	954.118	955.107	955.247	955.582	955.894	956.436	956.524	956.629
38	4047	921.689	921.835	921.929	921.965	922.221	922.322	922.477	922.623
39	6933	256.481	256.506	256.522	256.547	256.657	256.745	256.902	256.969
40	4431	701.550	701.878	702.316	702.836	703.194	703.498	703.709	704.033
41	3999	852.878	853.164	853.431	853.807	854.343	854.865	855.378	855.834
42	5026	695.744	695.990	696.255	696.805	697.098	697.562	698.295	698.540
43	17	938.482	938.705	938.924	939.573	939.762	940.016	940.285	940.702

Nota: En la figura se muestra la recopilación de datos de consumo diario por conexión domiciliar del 8 de al 15 de enero del 2023. Ver Anexo 4.

## Tabla 24

### Registro de datos de consumo diario N°03

N°	Código de conexión	Fecha de Lectura							
		L	M	M	J	V	S	D	L
		16 - ene	17 - ene	18 - ene	19 - ene	20 - ene	21 - ene	22 - ene	23 - ene
1	7121	561.900	562.161	562.389	562.564	562.702	563.578	563.602	564.558
2	6893	494.013	494.219	494.786	495.123	495.292	495.581	495.891	496.122
3	6946	110.350	110.350	110.350	110.350	110.369	110.402	110.467	110.523
4	7292	221.378	221.423	221.498	221.559	221.655	221.736	221.752	221.834
5	7015	375.155	375.390	375.485	375.639	376.200	376.229	376.511	376.583
6	7311	502.630	503.207	503.207	503.266	503.941	504.587	504.967	505.316
7	7102	589.971	590.115	590.376	590.535	590.621	591.022	591.124	591.205
8	6975	842.111	842.724	842.848	843.315	843.588	844.497	844.874	844.874



N°	Código de conexión	Fecha de Lectura							
		L	M	M	J	V	S	D	L
		16 - ene	17 - ene	18 - ene	19 - ene	20 - ene	21 - ene	22 - ene	23 - ene
9	6923	500.811	500.892	501.025	501.137	501.273	501.421	501.500	501.500
10	7124	385.383	385.392	385.395	385.993	385.996	386.086	386.677	386.677
11	6916	450.561	450.561	450.561	450.561	450.561	451.351	451.376	451.376
12	6901	437.310	437.559	437.588	437.594	437.606	437.710	437.710	439.663
13	6895	883.843	883.918	884.168	884.965	885.172	885.478	885.533	886.102
14	7153	655.917	656.018	656.364	656.503	656.757	657.255	657.619	657.932
15	7229	582.452	582.452	582.795	583.282	583.704	584.485	584.785	584.785
16	6995	794.510	795.190	795.251	795.254	795.259	795.259	795.282	795.581
17	7086	555.089	555.429	555.513	555.603	555.945	556.123	556.166	556.295
18	7295	347.455	347.825	347.948	348.088	348.325	348.556	348.769	348.894
19	7100	234.054	234.252	234.363	234.556	235.279	235.691	235.766	235.814
20	4125	246.746	246.848	247.039	247.127	247.251	247.352	247.463	247.554
21	2910	1,274.412	1,274.619	1,274.946	1,275.220	1,275.677	1,276.126	1,276.400	1,277.325
22	6517	1,390.027	1,390.576	1,391.616	1,392.435	1,393.224	1,394.018	1,394.865	1,395.464
23	3919	274.906	274.982	275.111	275.297	275.421	275.587	275.757	275.858
24	7250	320.953	320.985	321.025	321.162	321.248	321.425	321.534	321.647
25	3554	237.236	237.282	237.355	237.617	237.850	238.228	238.253	239.004
26	2733	3,179.294	3,179.350	3,179.373	3,179.419	3,179.443	3,179.450	3,179.503	3,179.520
27	1415	226.214	226.235	226.287	226.381	226.455	226.614	226.685	226.795
28	7010	268.534	268.758	268.927	269.036	269.242	269.566	269.587	269.730
29	7252	392.836	393.344	393.849	393.854	393.926	394.004	394.492	394.673
30	1115	990.250	990.731	991.890	992.434	992.638	992.835	993.655	994.025
31	6910	323.187	323.336	323.522	324.060	324.372	324.551	324.725	325.214
32	6904	236.331	236.428	236.490	236.496	236.684	236.940	236.946	237.154
33	7000	170.830	170.830	170.830	170.830	170.830	170.830	170.830	170.830
34	7035	498.494	498.887	499.025	499.079	499.398	499.772	500.110	500.478
35	7001	686.375	686.524	686.974	687.482	687.694	688.437	688.778	688.982
36	4372	403.365	403.419	403.439	403.439	403.526	403.605	403.714	403.768
37	5119	956.922	957.449	957.623	957.886	958.147	958.363	958.883	958.922
38	4047	922.848	922.962	923.038	923.385	923.582	923.679	924.336	924.512
39	6933	257.112	257.163	257.239	257.334	257.451	257.641	257.700	257.898



N°	Código de conexión	Fecha de Lectura							
		L	M	M	J	V	S	D	L
		16 - ene	17 - ene	18 - ene	19 - ene	20 - ene	21 - ene	22 - ene	23 - ene
40	4431	704.846	705.138	705.737	706.050	706.417	706.488	707.420	707.762
41	3999	856.301	856.740	857.129	857.433	857.854	858.412	858.832	859.276
42	5026	699.010	699.232	699.823	700.112	700.276	700.590	700.748	701.162
43	17	940.804	941.008	941.385	941.638	941.990	942.180	942.309	942.560

Nota: En la figura se muestra el registro de datos de consumo diario por Conexión domiciliar del 16 de enero al 23 de enero del 2023. Ver Anexo 4.

**Tabla 25**

*Registro de datos de consumo diario N°04*

N°	Código de conexión	Fecha de Lectura							
		M	M	J	V	S	D	L	M
		24 - ene	25 - ene	26 - ene	27 - ene	28 - ene	29 - ene	30 - ene	31 - ene
1	7121	564.951	565.088	565.171	565.492	565.835	565.842	565.977	566.050
2	6893	496.444	496.613	496.927	497.310	497.890	498.102	498.434	498.826
3	6946	110.595	110.595	110.623	110.642	110.642	110.642	110.864	110.864
4	7292	221.902	221.947	221.987	222.054	222.197	222.198	222.257	222.302
5	7015	376.763	377.571	377.727	377.798	377.850	377.955	378.079	378.079
6	7311	505.951	506.327	506.877	506.877	507.488	507.929	508.804	508.806
7	7102	591.522	591.568	591.654	591.775	591.911	592.012	592.389	592.445
8	6975	845.309	845.512	846.356	846.892	847.261	847.743	847.743	848.225
9	6923	501.589	501.717	501.817	501.912	502.145	502.153	502.220	502.861
10	7124	386.720	386.748	386.752	386.793	386.826	387.654	387.654	387.661
11	6916	451.474	452.071	452.071	452.071	452.071	452.565	452.565	452.565
12	6901	439.663	439.663	439.664	439.683	439.758	439.778	441.977	442.478
13	6895	886.148	886.739	887.418	888.098	888.853	889.351	889.742	889.814
14	7153	658.209	658.452	659.168	659.824	659.966	660.057	660.334	660.600
15	7229	585.163	585.176	586.376	586.376	587.046	587.046	587.047	588.326
16	6995	796.118	796.142	796.144	796.883	799.549	799.565	800.108	800.409
17	7086	556.482	556.485	556.586	557.428	557.658	557.856	558.177	558.374
18	7295	349.145	349.414	349.983	350.544	350.565	351.188	351.512	351.743
19	7100	236.020	236.495	236.700	236.764	237.132	237.575	237.805	237.986



N°	Código de conexión	Fecha de Lectura							
		M	M	J	V	S	D	L	M
		24 - ene	25 - ene	26 - ene	27 - ene	28 - ene	29 - ene	30 - ene	31 - ene
20	4125	247.683	247.878	247.949	248.031	248.053	248.069	248.082	248.092
21	2910	1,277.894	1,278.169	1,278.526	1,278.636	1,278.911	1,279.985	1,280.352	1,280.755
22	6517	1,396.224	1,397.254	1,397.767	1,398.784	1,399.394	1,399.791	1,400.524	1,401.733
23	3919	275.970	276.098	276.196	276.460	276.648	276.770	277.027	277.489
24	7250	321.753	321.828	321.881	321.969	322.060	322.245	322.416	322.501
25	3554	239.028	239.028	239.051	239.249	239.291	239.300	240.162	240.183
26	2733	3,179.557	3,179.557	3,179.626	3,180.013	3,181.421	3,181.949	3,183.635	3,184.492
27	1415	226.875	226.949	226.992	227.065	227.128	227.289	227.429	227.505
28	7010	269.862	269.950	270.143	270.331	270.563	270.635	270.781	270.913
29	7252	395.099	395.171	395.671	395.785	396.114	396.186	396.379	396.939
30	1115	994.373	994.680	995.164	995.482	996.195	996.653	996.846	997.953
31	6910	325.752	325.863	326.092	326.449	326.811	327.265	327.541	327.892
32	6904	237.287	237.321	237.323	237.365	237.569	237.573	237.772	237.805
33	7000	170.830	170.830	170.851	171.570	172.195	172.741	172.803	173.192
34	7035	500.589	500.911	501.170	501.572	502.222	502.291	502.789	503.241
35	7001	689.411	689.657	690.456	690.743	691.521	694.821	695.052	695.480
36	4372	403.842	403.895	403.928	404.062	404.133	404.172	404.338	404.501
37	5119	958.964	958.981	958.982	959.371	959.963	960.186	960.610	960.933
38	4047	924.633	924.716	924.812	924.931	925.127	925.207	925.291	925.669
39	6933	258.025	258.144	258.193	258.253	258.409	258.438	258.538	258.667
40	4431	709.407	709.837	710.356	710.534	710.916	711.113	711.268	712.518
41	3999	859.734	860.139	860.583	860.894	861.457	861.973	862.363	862.749
42	5026	701.382	701.719	701.809	702.092	702.346	702.839	702.914	703.239
43	17	942.620	942.945	943.138	943.317	943.486	943.729	944.074	944.210

Nota: En la figura se muestra el registro de datos de consumo diario por Conexión domiciliaria del 24 de enero al 31 de enero del 2023. Ver Anexo 4.

**Figura 15**

*Lectura de micromedidor en la conexión domiciliaria 3554*



Nota: En la figura se muestra el registro de lectura del micromedidor en la conexión domiciliaria identificada con el código 3554.

**Figura 16**

*Lecturas de micromedidores en la conexión domiciliaria 7010*



Nota: En la figura se muestra el registro de lecturas de los micromedidores en la conexión domiciliaria identificada con el código 7010.

### 3.7.4. Medición del agua potable no contabilizada

Para la medición del ANC se ha llevado a cabo utilizando la siguiente información:

- Datos descritos en el (Ítem 3.2.2)
- Datos descritos en el (Ítem 3.2.3)

En el desarrollo de estudio el trabajo de gabinete se realizó utilizando el software Microsoft Excel para recopilar y ordenar los datos obtenidos, este fue elaborado utilizando datos obtenidos en campo durante el estudio y datos proporcionados por la EPS Aguas del Altiplano, así mismo se debe tener en cuenta que se trabajó con la estimación de la población al 2023 Tabla 19. la información resumida del periodo de 31 días (1 de enero – 31 enero 2023) se muestra en la Tabla 26 y del periodo de 8 meses (diciembre 2022 – julio 2023) se presenta en la Tabla 27.

**Tabla 26**

*Volumen de producción y consumo diario de agua*

<b>Fecha</b>	<b>Volumen producido diario (l/hab/día)</b>	<b>Volumen de consumo diario (l/hab/día)</b>
Ene-01	207.68	160.84
Ene-02	197.52	151.45
Ene-03	263.18	137.65
Ene-04	203.87	113.14
Ene-05	196.91	117.76
Ene-06	205.20	145.07
Ene-07	240.88	199.67
Ene-08	203.22	147.21



<b>Fecha</b>	<b>Volumen producido diario (l/hab/día)</b>	<b>Volumen de consumo diario (l/hab/día)</b>
Ene-09	198.76	89.36
Ene-10	183.49	105.54
Ene-11	210.20	91.02
Ene-12	184.07	88.74
Ene-13	192.61	94.93
Ene-14	197.11	101.33
Ene-15	180.95	95.38
Ene-16	179.33	93.87
Ene-17	187.68	86.33
Ene-18	190.32	87.36
Ene-19	170.25	82.87
Ene-20	172.83	79.05
Ene-21	186.18	103.24
Ene-22	180.79	86.10
Ene-23	189.26	108.49
Ene-24	199.70	95.88
Ene-25	173.82	77.18
Ene-26	192.25	74.63
Ene-27	191.09	110.53
Ene-28	193.98	176.73
Ene-29	187.25	102.68
Ene-30	201.65	145.18
Ene-31	196.03	129.15

Nota: Se detalla el volumen diario de agua producido por las PTAP y el volumen de agua de consumo, basado en la recolección de datos en campo. Ver Anexo 5.

**Tabla 27**

*Volumen de producción y consumo mensual de agua*

<b>Fecha</b>	<b>Volumen producido mensual (l/hab/mes)</b>	<b>Volumen de consumo mensual (l/hab/mes)</b>
Diciembre	6,164.13	3,621.01
Enero	6,058.05	3,322.81
Febrero	5,718.98	3,529.48
Marzo	6,538.61	3,471.20
Abril	5,963.15	3,352.72
Mayo	6,276.7	3,354.25
Junio	5,463.36	3,648.03
Julio	5,678.09	4,099.54

Nota: Se detalla el volumen mensual de agua producido por las PTAP y el volumen de agua de consumo, basado en la recolección de datos en campo.

### **3.7.5. Nivel de afectación**

Para la clasificación de Nivel de afectación se ha llevado a cabo utilizando la siguiente información:

- Bibliografía recopilada.
- Análisis de información.

La evaluación del nivel de afectación se realiza para comprender la discrepancia en relación con los estados situacionales a nivel mundial a nivel de Latino América y Nacional. Al obtener este análisis, obtendremos una visión clara de nuestra situación actual y podremos identificar los aspectos más críticos.

### 3.7.5.1. Recolección de datos bibliográfico

Las autoridades encargadas de la regulación han establecido el nivel de pérdidas admisibles en un 30 % del total de agua producida. (Ramírez Cardona, 2014)

En la propuesta de Gilles, mencionada por Medina (2011), se sugiere una metodología para comparar el Índice de Gestión estimado como porcentaje con el Índice Estructural de Perdidas (ILI por sus siglas en Ingles). Esta metodología se aplica mientras el ILI es adoptado de manera universal como el índice definitivo, y este se presenta en detalle en la Tabla 28. (Espinosa Jiménez et al., 2019).

**Tabla 28**

*Índice de Pérdidas en redes de distribución*

Índice de Pérdidas (%)	Índice Lineal de Perdidas		Evaluación cualitativa	Observación
	m <sup>3</sup> /Km/h	m <sup>3</sup> /Km/d		
< 3	< 0,06	< 1,44	Muy pocas	Inevitables
3 a 10	0,06 a 0,25	1,44 a 6,00	Pocas	Redes nuevas, muy buen mantenimiento
10 a 15	0,25 a 0,40	6,00 a 9,60	Medias	Se puede alcanzar con medios técnicos adecuados
15 a 30	0,40 a 1,00	9,60 a 24,00	Elevadas	bajo nivel de mantenimiento
30 a 50	1,00 a 2,00	24 a 48	Muy elevadas	Mantenimiento muy limitado
> 50	>2,00	>48	Demasiado altas	inaceptable

Nota: Índice de perdidas representado en porcentaje y índice lineal de perdidas. Fuente: (Espinosa Jiménez et al., 2019).



El porcentaje de pérdidas físicas se describe como la proporción entre la cantidad de agua perdida debido a fugas y la cantidad de agua suministrada. Este índice se establece mediante investigaciones que involucran mediciones de consumo y otras actividades de campo, un nivel óptimo de eficiencia física se encuentra por debajo del 15%, mientras que entre el 15 % y el 20 % se considera aceptable, y por encima del 20 % se considera insatisfactorio (Tzatchkov et al., 2014). Las consecuencias financieras de este problema no solo afectan a la empresa, sino que también repercuten en la sociedad en general (Olivares y Sandoval, 2008).

Es importante destacar que alcanzar una pérdida de líquido del 0 % no es viable ni desde un punto de vista técnico ni financiero. Sin embargo, de acuerdo con estándares internacionales, se sugiere que un sistema de control eficaz debería limitar la pérdida de líquido a un máximo del 15 % (Monforte García et al., 2012).

Según Campaña y Ortega (2016) los sistemas que registran un nivel de Agua No Contabilizada del 10 % se consideran eficientes, lo cual es común en países desarrollados. Aquellos con porcentajes entre el 10 % y el 20 % también se consideran eficientes. Sin embargo, se establece un límite superior aceptable del 25 %, según lo indicado por el Banco Mundial. Por encima de este umbral, se señalan deficiencias en la gestión operativa y comercial de una empresa.

Por lo general, se considera aceptable un rango de 15 a 25 por ciento para el nivel de ANC. Cualquier nivel de pérdidas mayor requeriría

una atención específica y la implementación de medidas correctivas (Pérez de la Torre, 2018).

La eficiencia total del sistema, representada por  $\eta_s$ , se define como la proporción entre el flujo registrado y el flujo total inyectado, su manejo podría ser evaluado de la siguiente manera Tabla 29 (Cabrera et al., 1999).

**Tabla 29**

*Calificación de la gestión de un abastecimiento en función*

Escala	Calificación
$ns > 0.9$	Excelente
$0.8 < ns < 0.9$	Muy bueno
$0.7 < ns < 0.8$	Bueno
$0.6 < ns < 0.7$	Regular
$0.5 < ns < 0.6$	Malo
$0.5 < ns$	Inaceptable

Nota: La eficiencia total de gestión o la eficiencia física se califica desde Excelente hasta inaceptable. Fuente: (Cabrera et al., 1999).

### 3.7.5.2. Análisis de referencias bibliográficas

Se crea una representación visual en forma de cuadro que mostraban todas las estaciones divididas según el Nivel de Afectación como se muestra en la Tabla 30. Esto permitirá observar en qué nivel de afectación se encuentra el Sistema de abastecimiento poblacional de Agua potable, con relación a los valores calculados para la ciudad de Ayaviri.

**Tabla 30**

*Índice de Pérdidas según el nivel de afectación*

ANC (%)	Observación	Nivel de afectación
< 15	Estos sistemas se consideran eficientes (Monforte García et al., 2012; Tzatchkov et al., 2014).	bajo
15 a 25	Estos sistemas se consideran aceptables (Campaña y Ortega, 2016; Pérez de la Torre, 2018).	moderado
25 a 50	Estos sistemas se consideran con deficiencias en la gestión operativa y comercial (Campaña y Ortega, 2016).	alto
> 50	Estos sistemas se consideran inaceptables ((Espinosa Jiménez et al., 2019); Cabrera et al., 1999).	critico

Nota: Escala de medición para estimar el nivel de afectación según el índice de pérdidas.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la investigación actual se propuso estimar el volumen de agua no contabilizada en el sistema de abastecimiento poblacional de la ciudad de Ayaviri. A continuación, se exponen los resultados obtenidos según los objetivos establecidos y la metodología empleada.

#### 4.1. SECTORIZACIÓN

Se llevó a cabo la división del catastro en 4 sectores, garantizando el cumplimiento de los criterios de una adecuada sectorización, dando como resultado los sectores A, B, C y D. En la Tabla 31 podemos apreciar el número de conexiones domiciliarias activas que, según la sectorización, se presenta por categorías de consumo. Podemos observar que el mayor número de conexiones se encuentra en el sector C y la mayoría de las conexiones pertenecen a la categoría de uso doméstico.

**Tabla 31**

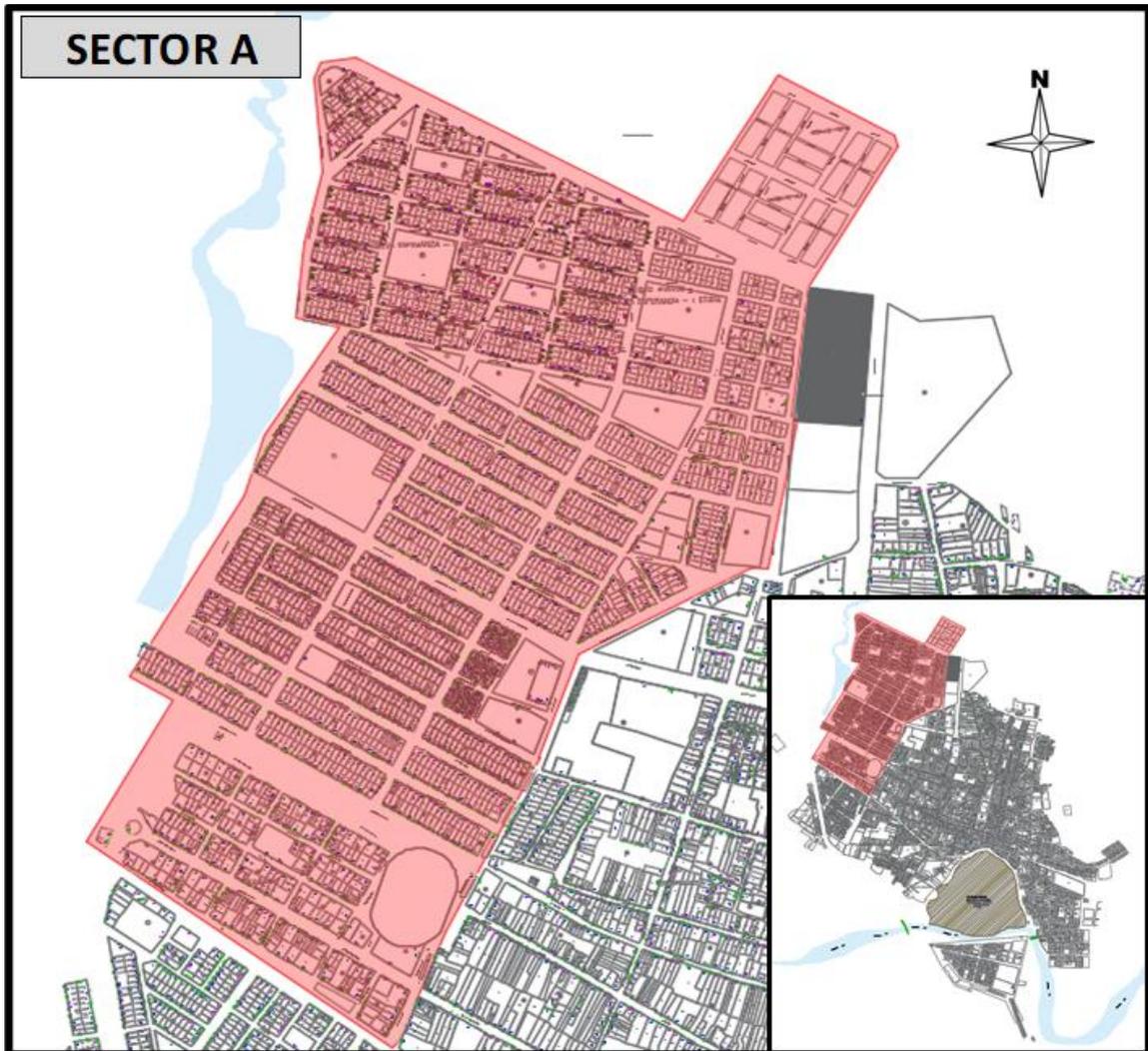
*Número de conexiones domiciliarias por categoría*

Categoría	N° de Conexiones				Total
	Sector A	Sector B	Sector C	Sector D	
Domestico	858	827	3,650	1,091	6,426
Comercial	33	31	340	46	450
Estatad	0	1	23	4	28
Industrial	1	0	7	0	8
Social	0	0	0	2	2
<b>Total</b>	<b>892</b>	<b>859</b>	<b>4,020</b>	<b>1,143</b>	<b>6,914</b>

Nota: Comparación de número de conexiones domiciliarias entre sectores según su categoría de consumo en base a la recopilación de datos EPS y la sectorización.

**Figura 17**

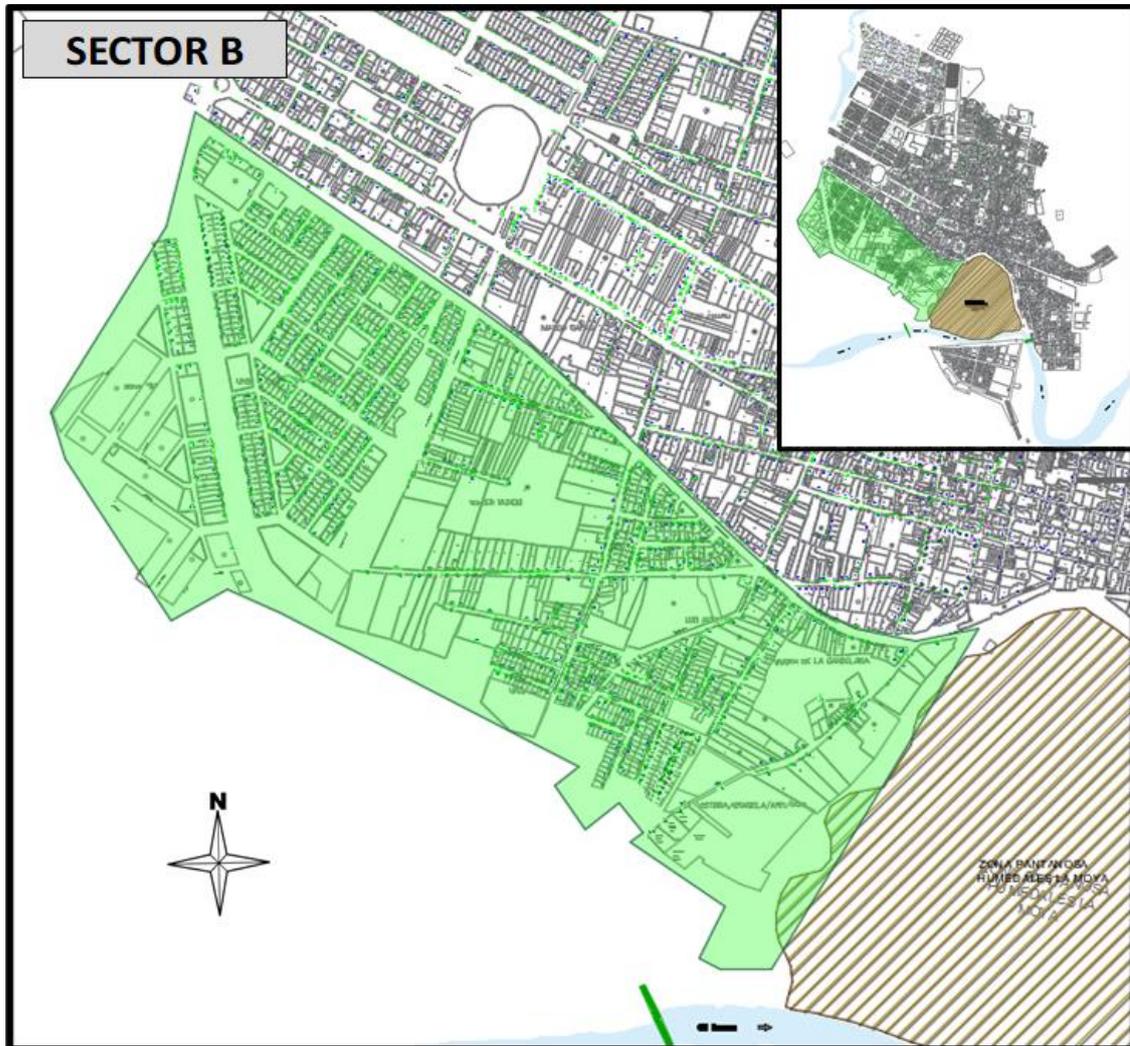
*Límites del sector A*



Nota: En la imagen se muestra los límites del Sector A, el cual está delimitado en el Norte por la Av. Circunvalación, en el Sur por la Av. Tupac Amaru, en el Este por la Av. Santa Rosa, Av. Jose abelardo quiñones, Av. Benavides, y en el Oeste por la Av. Industrial, Av. Espinar, Psj. Las Mercedes.

## Figura 18

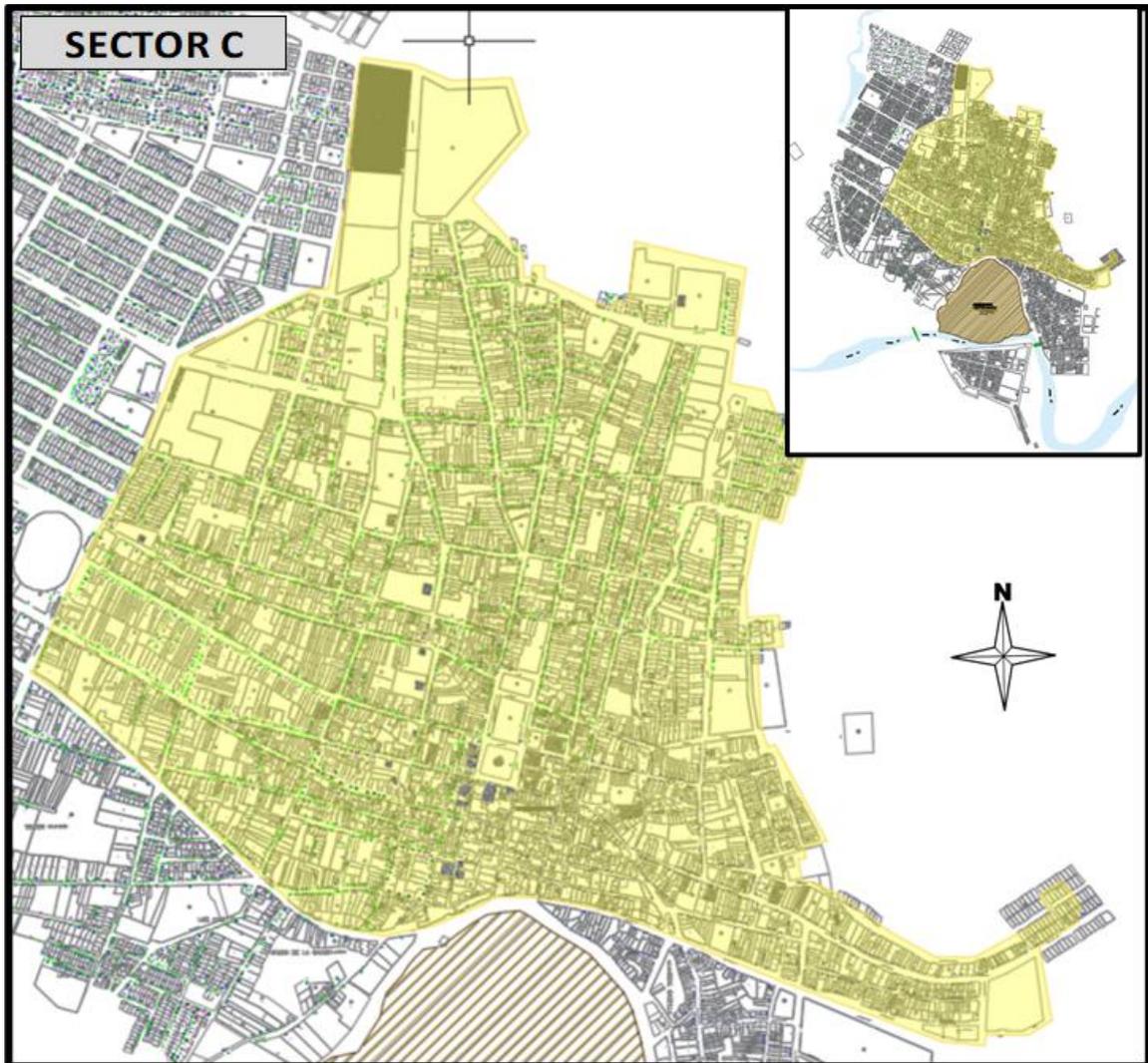
### *Límites del sector B*



Nota: En la imagen se muestra los límites del Sector B, el cual está delimitado en el Norte por la Av. Tupac Amaru, en el Sur por el Psj. N. 9, Av. Industrial, en el Este por una Calle que aun esta sin nombre y en el Oeste por el Jr. Los Incas.

## Figura 19

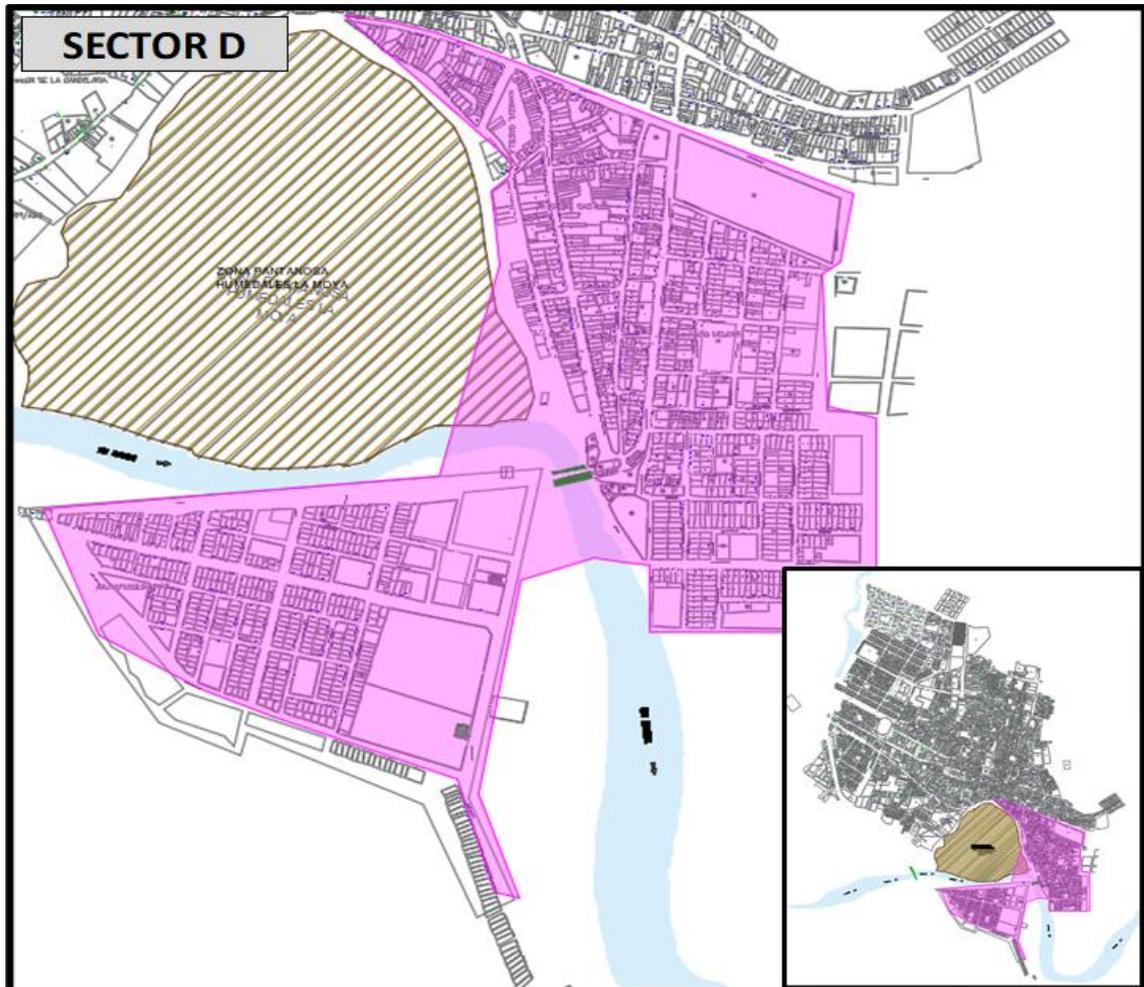
### *Límites del sector C*



Nota: En la imagen se muestra los límites del Sector C, el cual está delimitado en el Norte por la Av. Circunvalación, en el Sur por la Av. Tupac Amaru, en el Este por el Jr. Adolfo Sánchez, Prolg. Jose B. Alcedo, y en el Oeste por la Av. Santa Rosa, Av. Jose Abelardo quiñones, Av. Benavides.

**Figura 20**

*Límites del sector D*



Nota: En la imagen se muestra los límites del Sector D, el cual está delimitado en el Norte por la Av. Tupac Amaru, Av. El Sol, en el Sur por el Av. Circunvalación, en el Este por Av. Balsapata, Calle sin nombre, Jr. Grafico de las Leyes, y en el Oeste por el Jr. Pizarro, Jr. Los Manantiales.

#### **4.2. MEDICIÓN DE VOLUMEN DE AGUA PRODUCIDO POR LA PTAP**

Se identifico como único punto de abastecimiento poblacional a la ciudad de Ayaviri la salida de la PTAP del Sector Circunvalación, ubicado entre las calles Circunvalación y Jirón Santa Cruz.

Para cuantificar la medición del volumen de agua producido por la PTAP, se utilizó 04 medidores electromagnéticos a batería marca SIEMENS Modelo MAG8000,

el agua potable producida por el Reservorio R3 es igual al volumen registrado en el macromedidor 01 menos el macromedidor 02 más el macromedidor 05 Ver Anexo 10.5.

Se resume en la Tabla 32, las tendencias centrales de cada uno de los volúmenes producidos por los reservorios en un periodo de recopilación de datos de 8 meses, desde el mes de diciembre del año 2022 hasta el mes de Julio del 2023.

**Tabla 32**

*Análisis del volumen de agua producido mensualmente*

	Volumen de Agua producido por R3	Volumen de Agua producido por R2	Volumen de Agua producido por R1	Volumen de Agua producido
N	Valido	8.00	8.00	8.00
	perdidos	0.00	1.00	2.00
Media	69,776.56	49,187.41	21,903.18	140,867.15
Mediana	68,116.91	49,186.85	17,841.35	141,525.69
Desviación estándar	5,420.51	4,262.14	8,711.72	8,284.24
Varianza	29'381,980.35	18'165,815.83	75'894,064.06	68'628,678.98
Coefficiente de variación	7.77 %	8.67 %	39.77 %	5.88 %
Rango	15,421.27	12,375.50	23,496.40	25,317.91
Mínimo	63,613.93	43,154.20	14,065.10	128,640.30
Máximo	79,035.20	55,529.70	37,561.50	153,958.21

Nota: Resumen estadístico del volumen de agua producido por la PTAP en base a la recopilación de datos mensuales.

Se resume en la Tabla 33, las tendencias centrales de cada uno de los volúmenes producidos por los reservorios en un periodo de tomas de datos de 31 días, del mes de enero del año 2023.

**Tabla 33***Análisis del volumen de agua producido diariamente*

	Volumen de Agua producida por R3	Volumen de Agua producida por R2	Volumen de Agua producida por R1	Volumen de Agua producida	
<b>N</b>	<b>Valido</b>	31.00	31.00	31.00	31.00
	<b>perdidos</b>	0.00	1.00	2.00	3.00
<b>Media</b>	2,337.79	1,749.56	514.03	4,601.39	
<b>Mediana</b>	2,275.00	1,740.90	489.00	4,535.31	
<b>Desviación estándar</b>	368.85	90.77	149.60	434.41	
<b>Varianza</b>	136,046.64	8,239.01	22,381.20	188,708.21	
<b>Coefficiente de Variación</b>	15.78 %	5.19 %	29.10 %	9.44 %	
<b>Rango</b>	2,066.90	362.40	870.50	2,188.18	
<b>Mínimo</b>	1,842.60	1,589.50	240.40	4,008.72	
<b>Máximo</b>	3,909.50	1,951.90	1,110.90	6,196.90	

Nota: Resumen estadístico del volumen de agua producido por la PTAP en base a la recopilación de datos diarios.

Según los datos de la Tabla 32, las Plantas de Tratamiento de Agua Potable produjeron un volumen promedio mensual de 140,867.15 m<sup>3</sup>. Además, en la Tabla 33 se detalla el promedio diario de volumen para el mes de enero, alcanzando 4,601.39 m<sup>3</sup> por día.

Al considerar una población de 23,546 habitantes en el año 2023, se concluyó que el volumen de agua producido por las PTAP por cada habitante es de 195.42 litros por día y 5,982.64 litros por mes, como se ilustra en la Tabla 34.

**Tabla 34**

*Volumen de agua producido por la PTAP por habitante*

Descripción	Volumen producido al mes (m <sup>3</sup> /mes)	Volumen producido al día (m <sup>3</sup> /día)	Habitantes (Hab)	Producción de agua por habitante al mes (l/hab/mes)	Producción de agua por habitante al día (l/hab/día)
PTAP	140,867.15	4,601.39	23,546	5,982.64	195.42

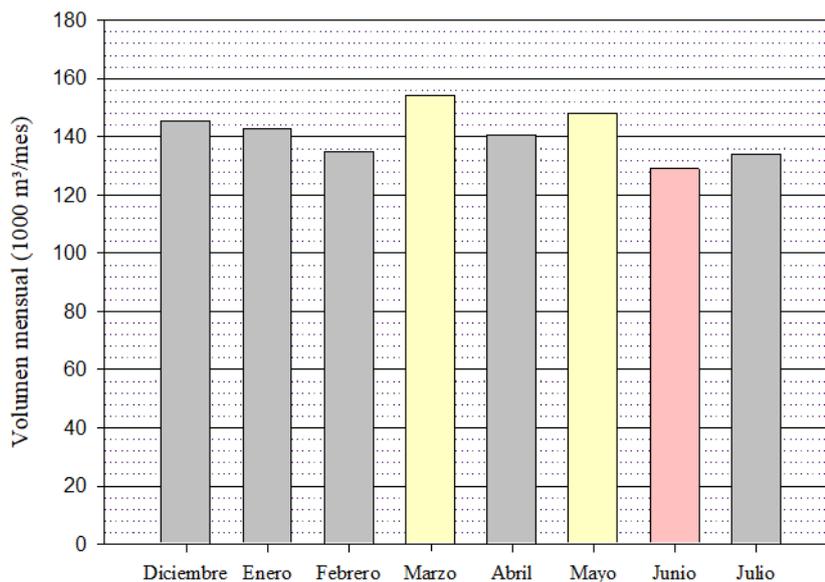
Nota: Volumen de agua promedio de suministro de agua producido por habitante en base a la recolección de datos diarios y mensuales.

#### 4.2.1. Histograma del volumen mensual producido por la PTAP

Según se muestra en la figura 21, se observa que hay dos meses con un volumen de agua significativamente más alto en los meses de marzo y mayo, con volúmenes de 153,958.21 m<sup>3</sup> y 147,791.20 m<sup>3</sup>, respectivamente. Por otro lado, el mes de consumo más bajo en comparación con los demás es junio, con un volumen de 128,640.30 m<sup>3</sup>.

**Figura 21**

*Histograma de volumen de agua producida por mes*

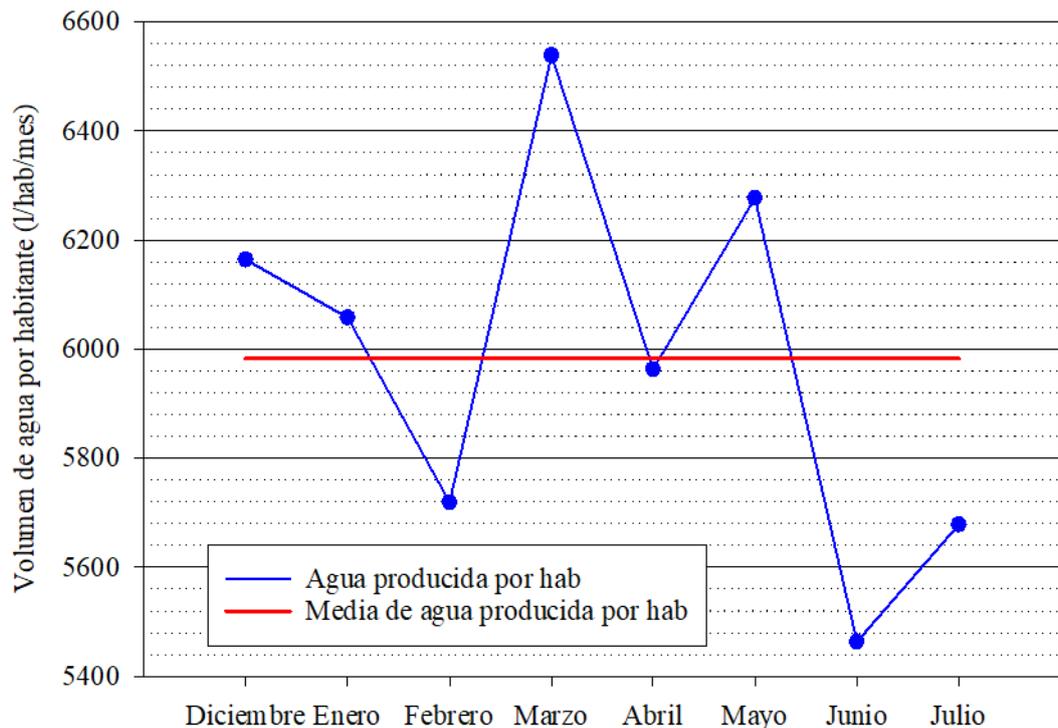


Nota: La figura muestra un histograma que ilustra el volumen de agua mensual producido por la PTAP en 1,000 m<sup>3</sup>/mes desde diciembre de 2022 hasta julio de 2023.

Luego, se llevó a cabo un análisis que condujo a la conclusión de que el caudal de entrada de agua es 5,982.64 l/hab/mes.

**Figura 22**

*Media mensual de volumen de agua producido por habitante*



Nota: La figura muestra el promedio mensual del volumen de agua producida por habitante desde diciembre de 2022 hasta julio de 2023.

La disminución en la producción de agua durante el mes de junio puede ser atribuida a la ausencia de precipitación, como indican los datos proporcionados por SENAMHI, donde se registra una precipitación diaria de 0.00 mm en todos los días del mes. Este fenómeno meteorológico puede haber impactado directamente en la disponibilidad de recursos hídricos, lo que a su vez podría haber afectado el rendimiento de la planta de tratamiento de agua.

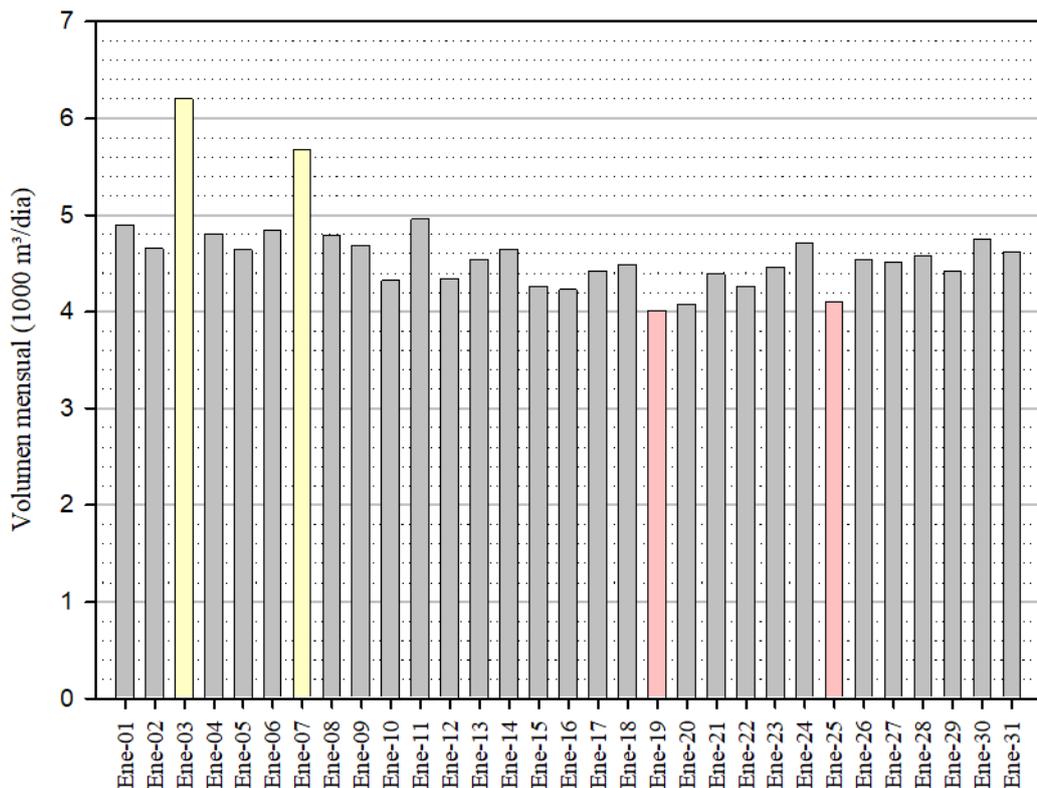
#### 4.2.2. Histograma del volumen diario producido por la PTAP

Según se muestra en la figura 23, se observa que hay dos días con un volumen de agua significativamente más alto en los días de martes 03 y sábado 07 de enero, con volúmenes de 6,196.9 m<sup>3</sup> y 5,671.67 m<sup>3</sup>, respectivamente.

Por otro lado, los días de consumo más bajo en comparación con los demás son jueves 19 y miércoles 25, con un volumen de 4,008.72 m<sup>3</sup> y 4,092.8 m<sup>3</sup> respectivamente.

**Figura 23**

*Histograma mensual del volumen de agua producido*

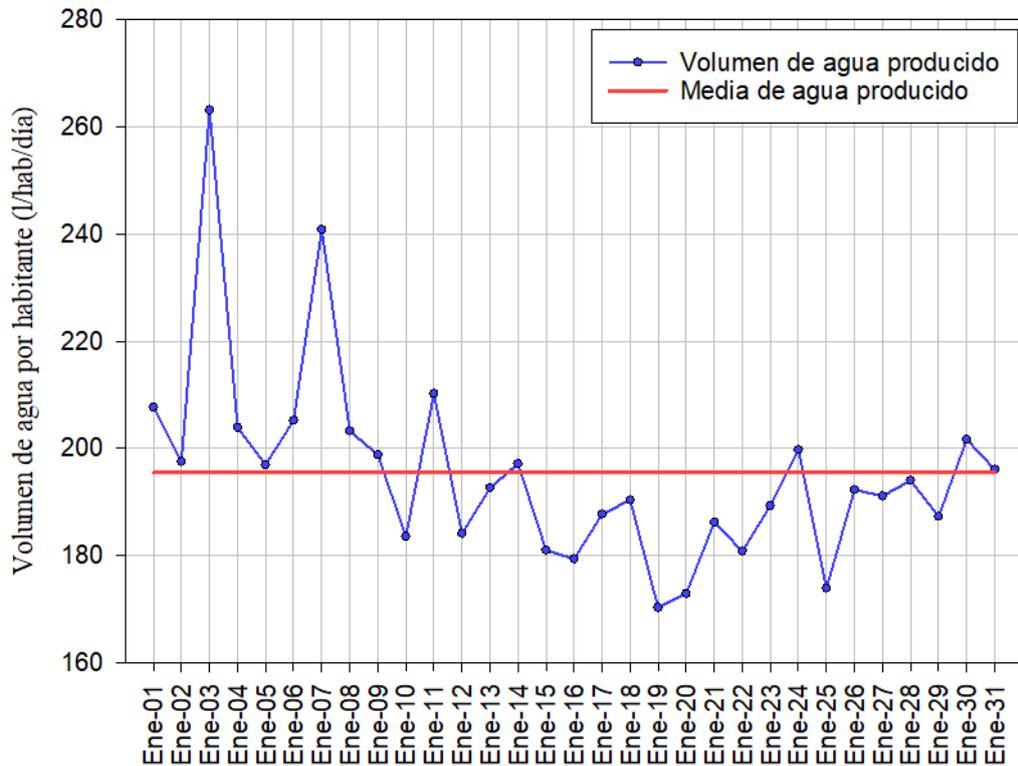


Nota: La figura presenta el histograma diario que representa el volumen de agua producida por la PTAP desde el 1 de enero al 31 de diciembre 2023.

Luego, se llevó a cabo un análisis que condujo a la conclusión de que el volumen de agua producida diaria por habitante es 195.42 l/hab/día.

**Figura 24**

*Media diaria de volumen de agua producido por habitante*



Nota: La figura muestra el promedio mensual del volumen de agua producida por la PTAP desde 1 de enero hasta 31 de enero de 2023.

#### 4.3. MEDICIÓN DE VOLUMEN DE AGUA DE CONSUMO

Se obtuvieron datos de consumos mensuales y diarios, para estimar el volumen de agua de consumo mensual se utilizó las mediciones realizadas por la EPS Aguas del Altiplano desde el mes de diciembre del Año 2022 a julio del 2023 y para estimar el volumen de agua de consumo diario se utilizó la recopilación de datos diarios en campo a las conexiones domiciliarias seleccionadas para el estudio.

Se resume en la Tabla 35, las tendencias centrales de los 8 meses de los datos recopilados.

**Tabla 35***Resumen estadístico del volumen de agua de consumo mensual*

<b>Volumen de Agua de consumo por mes por habitante</b>		
<b>N</b>	<b>Validos</b>	8.00
	<b>Perdidos</b>	0.00
<b>Media</b>		3,549.88
<b>Mediana</b>		3,500.34
<b>Desviación estándar</b>		254.15
<b>Varianza</b>		64,589.95
<b>Coefficiente de variación</b>		7.16 %
<b>Rango</b>		776.73
<b>Mínimo</b>		3322.81
<b>Máximo</b>		4,099.54

Nota: Datos estadísticos del volumen de agua de consumo mensual a partir de los datos obtenidos de la EPS Aguas del Altiplano.

Se resume en la Tabla 36, las tendencias centrales de cada uno de los volúmenes consumidos diariamente por los usuarios de estudio en un periodo de 31 días, del mes de enero del año 2023.

**Tabla 36***Resumen estadístico del volumen de agua de consumo diario*

<b>Volumen de Agua de consumo por día</b>		
<b>N</b>	<b>Validos</b>	31.00
	<b>Perdidos</b>	0.00
<b>Media</b>		112.21
<b>Mediana</b>		102.68
<b>Desviación estándar</b>		31.46
<b>Varianza</b>		990.03
<b>Coefficiente de variación</b>		28.04 %
<b>Rango</b>		125.04
<b>Mínimo</b>		74.63
<b>Máximo</b>		199.67

Nota: Datos estadísticos del volumen de agua de consumo diario (l/hab/día) a partir de los datos recopilados en el mes de enero.

El caudal de consumo mensual se calculó, arrojando un promedio de 3,549.88 l/hab/mes. Además, se estimó que el caudal diario de las lecturas realizadas diariamente es de 112.21 l/Hab/día, como se muestra en la Tabla 37.

**Tabla 37**

*Volumen de consumo mensual y diario*

Descripción	Habitantes (Hab)	Consumo de agua medio por habitante al mes (l/hab/mes)	Consumo de agua medio por habitante al día (l/hab/día)
Ciudad de Ayaviri	23,546	3,549.88	112.21

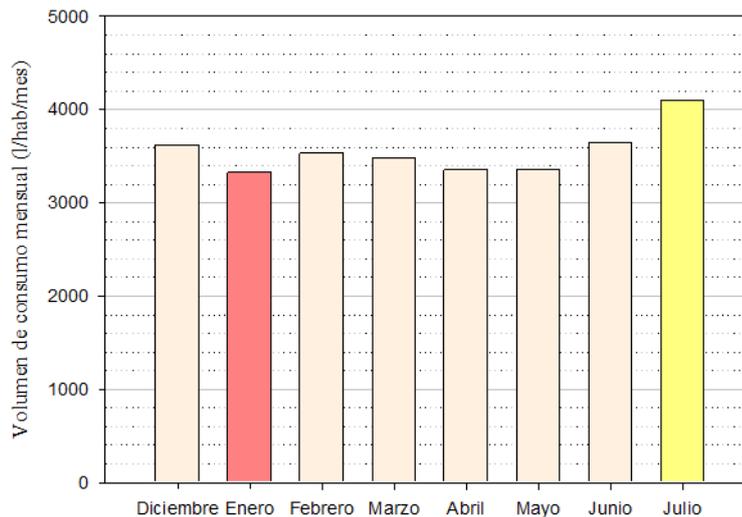
Nota: Volúmenes de consumo en base a la recolección de datos diarios y mensuales.

**4.3.1. Histograma del volumen de agua de consumo por meses**

Según se muestra en la figura 25, se observa que hay una variación en los volúmenes de consumo mensuales, el volumen máximo estimado es de 4,099.54 l/hab en el mes de junio y el volumen mínimo calculado es 3322.81 l/hab en el mes de julio.

**Figura 25**

*Histograma de volumen de consumo de agua por meses*

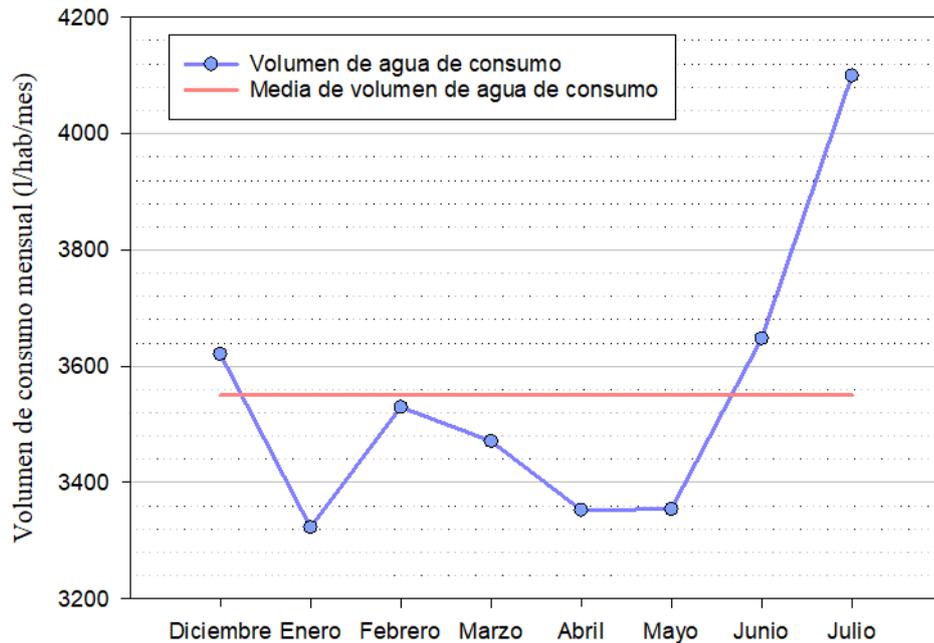


Nota: La figura muestra un histograma que ilustra el volumen de agua de consumo mensual en l/hab/mes desde diciembre de 2022 hasta julio de 2023.

Luego, se llevó a cabo un análisis que condujo a la conclusión de que el volumen de consumo mensual de agua es de 3,549.88 l/hab/mes.

**Figura 26**

*Media de volumen de consumo de agua*



Nota: La figura muestra el promedio mensual del volumen de agua de consumo desde diciembre de 2022 hasta julio de 2023.

El incremento en el consumo de agua durante el mes de julio puede ser atribuido al aumento de la temperatura y la ausencia de precipitaciones, tal como lo indican en los datos registrados por SENAMHI. Durante este mes, se registró precipitaciones solo en los días 29, 30 y 31 con un promedio de 2.00 mm en estos días, junto con una media de temperatura máxima de 19.56°C en todo el mes.

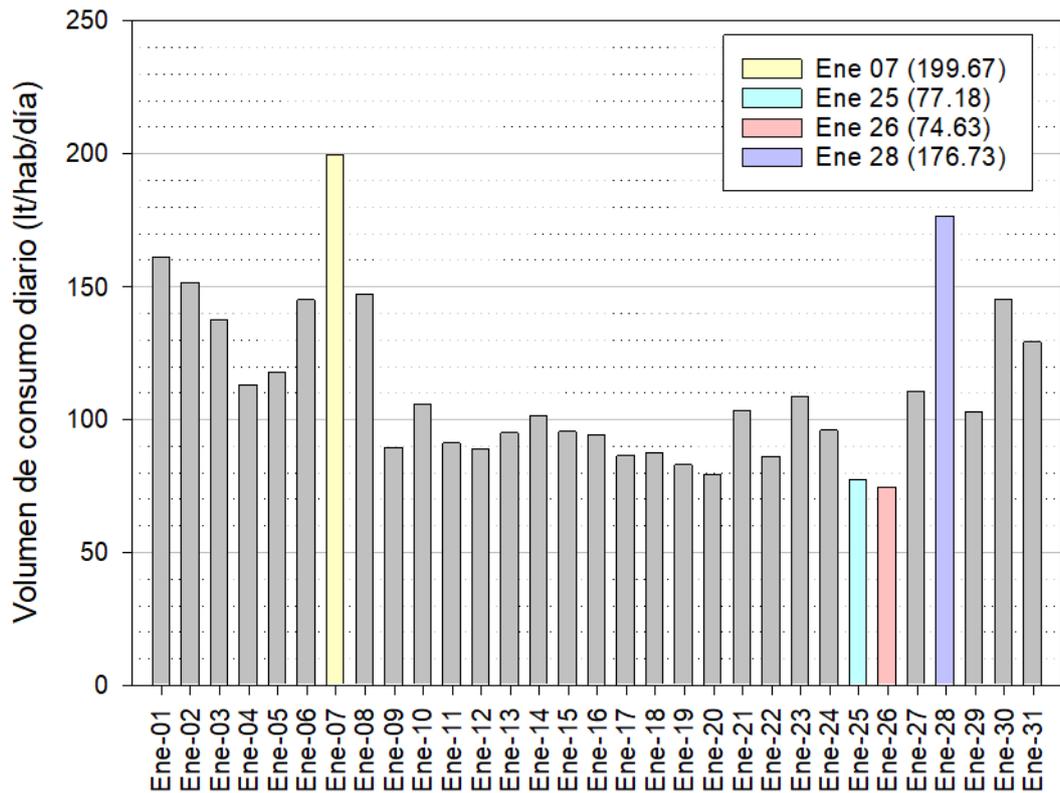
#### **4.3.2. Histograma del volumen de agua de consumo diario**

De acuerdo con la figura 27, se puede apreciar que existen dos días con un notable incremento en el volumen de agua registrado, específicamente los días 07 y 28 de enero, con volúmenes de 199.67 y 176.73 litros por habitante al día. Así mismo, se observa que los días de menor consumo en comparación con el resto

son el 25 y 26 de enero, con volúmenes de 77.18 y 74.63 litros por habitante al día respectivamente.

**Figura 27**

*Histograma diario de volumen de consumo de agua*

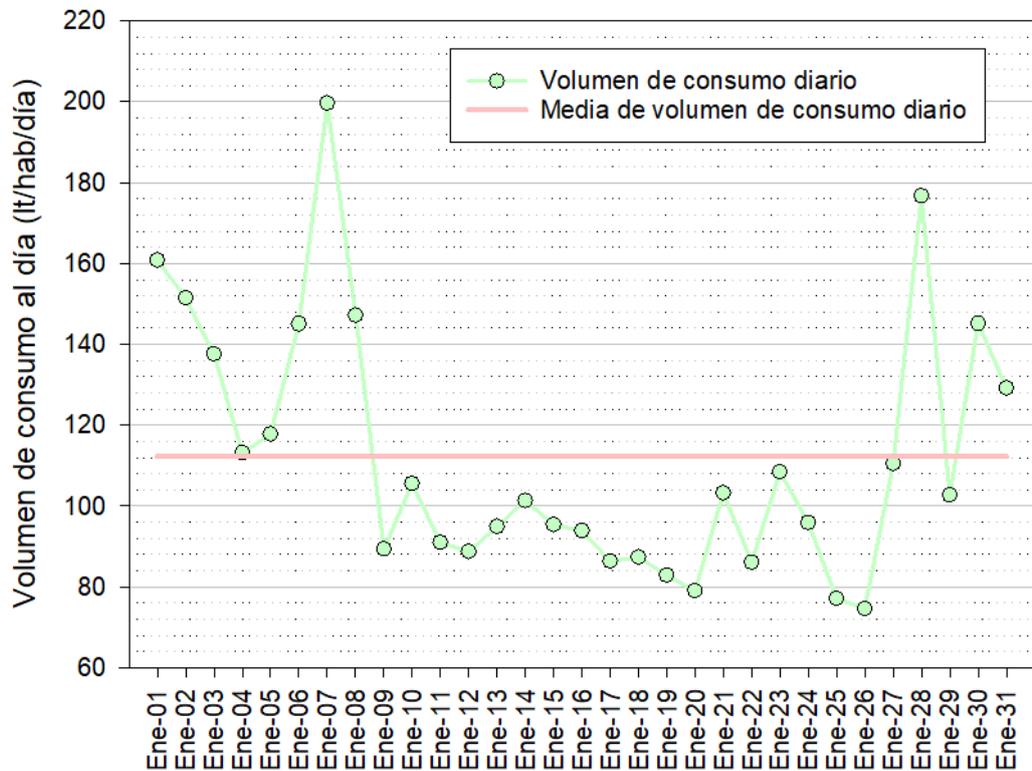


Nota: La figura presenta el histograma diario que del volumen de agua de consumo por los usuarios seleccionados.

Luego, se llevó a cabo un análisis que condujo a la conclusión de que el volumen de consumo de agua diario en las conexiones domiciliarias seleccionadas es de 112.21 litros por habitante al día.

**Figura 28**

*Media diaria de volumen de consumo de agua*



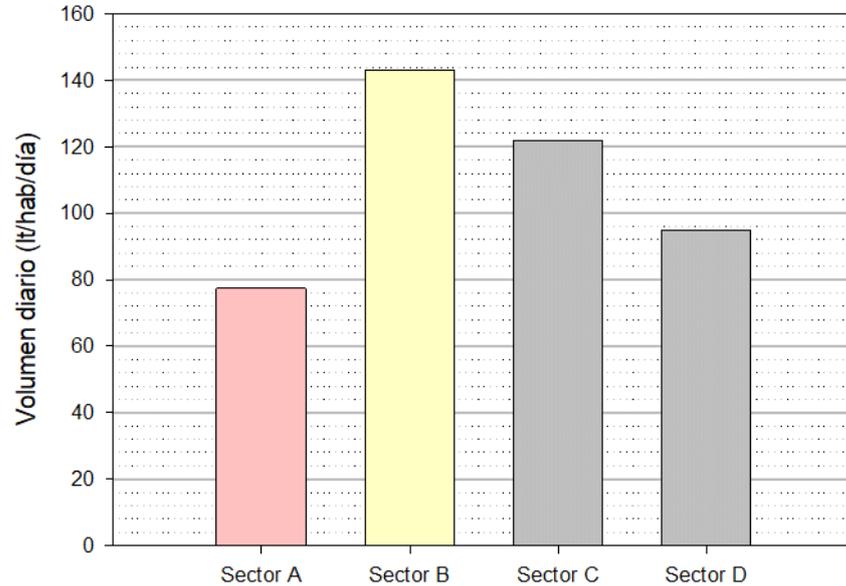
Nota: La figura muestra el promedio mensual del volumen de agua de consumo por los usuarios de estudio desde 1 de enero hasta 31 de enero de 2023.

#### 4.3.2.1. Histograma de consumo de agua diario por sectores

La figura 29 revela una disparidad notable en el volumen de consumo de agua entre los distintos sectores analizados. Se destaca que el Sector B registra el mayor volumen de agua consumida, alcanzando los 142.86 litros. Por el contrario, el Sector A muestra el consumo más bajo en comparación con los demás, con un volumen de apenas 77.28 l/hab/día. Estas diferencias podrían atribuirse a las horas de servicio de agua que tiene cada sector.

**Figura 29**

*Histograma del Promedio de Consumo de Agua por Sectores*



Nota: La figura presenta el histograma del promedio de consumo de agua por sectores, expresado en litros por habitante por día.

#### **4.3.2.2. Consumo de agua de conexiones sin micromedidor**

La Tabla 38 revela un contraste del volumen de consumo de agua entre los distintos sectores analizados de aquellas conexiones domiciliarias que no tienen micromedición. Se destaca que el Sector D y el Sector C registra el mayor volumen de agua consumida, alcanzando los 134.29 l/hab/día. Por el contrario, el Sector A muestra el consumo más bajo en comparación con los demás, con un volumen de apenas 65.87 l/hab/día.

**Tabla 38***Consumo doméstico de viviendas sin micromedición*

Conexión domiciliaria	Habitantes	Sector	Volumen de agua de consumo por habitante (l/hab/día)
4236	1	D	134.29
4667	3	B	85.71
2337	3	C	80.95
1390	11	A	65.87
442	8	C	92.59

Nota: El consumo doméstico se calculó según a la variación de habitantes que existía en cada día. Ver Anexo 11.

#### 4.4. MEDICIÓN DEL AGUA POTABLE NO CONTABILIZADA

En la Tabla 39, se verifica el resultado del Agua No Contabilizada mensual siendo igual a la diferencia del agua contabilizada o facturada y el agua producida por las Plantas de tratamiento de Agua Potable.

**Tabla 39***ANC mensual de diciembre 2022 a Julio de 2023*

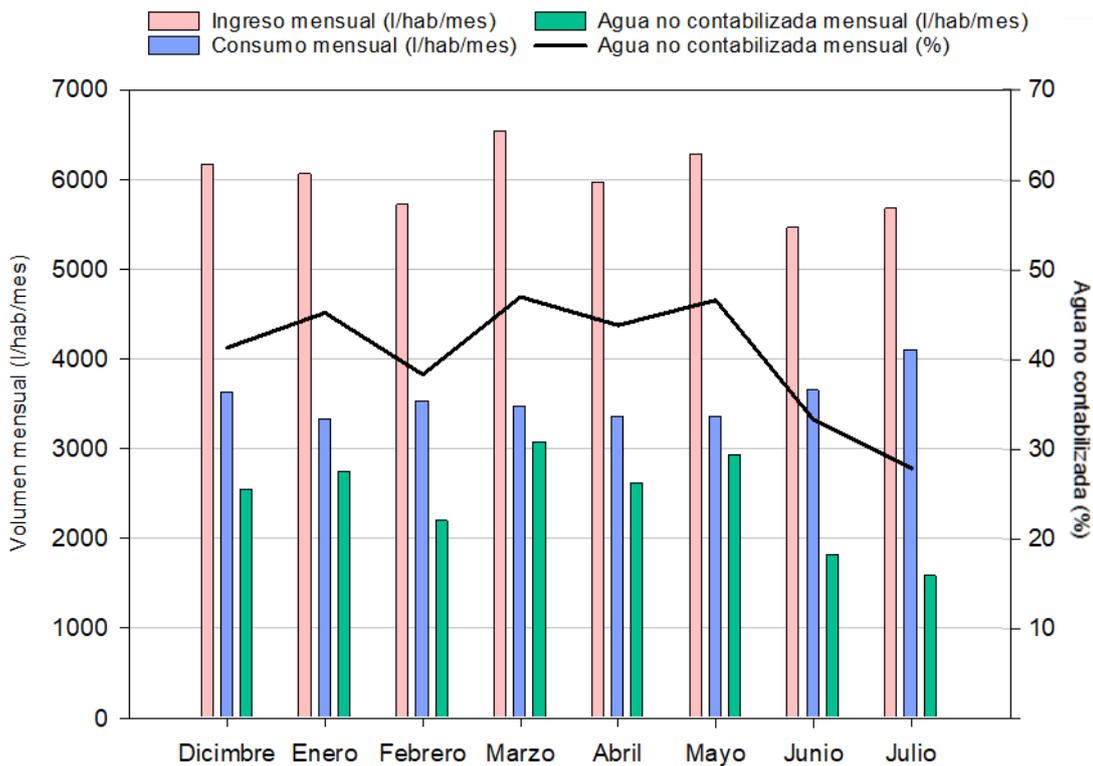
Fecha	Volumen producido mensual (l/hab/mes)	Volumen de consumo mensual (l/hab/mes)	Volumen de agua no contabilizada (l/hab/mes)	Porcentaje de volumen de agua no contabilizada
Diciembre	6,164.13	3,621.01	2,543.12	41.26 %
Enero	6,058.05	3,322.81	2,735.24	45.15 %
Febrero	5,718.98	3,529.48	2,189.5	38.28 %
Marzo	6,538.61	3,471.2	3,067.41	46.91 %
Abril	5,963.15	3,352.72	2,610.43	43.78 %
Mayo	6,276.7	3,354.25	2,922.45	46.56 %
Junio	5,463.36	3,648.03	1,815.33	33.23 %
Julio	5,678.09	4,099.54	1,578.55	27.80 %

Nota: Comparación de agua no contabilizada mensual en litros por habitante.

En la figura 30, muestra la serie temporal de volumen producido mensual, consumos mensuales, agua potable no contabilizada en volumen y porcentaje.

**Figura 30**

*Histograma mensual agua no contabilizada*



Nota: La figura se observa volumen de agua producido por la PTAP mensual, consumo mensual, agua no contabilizada mensual.

En la Tabla 40, se verifica el porcentaje de volumen de Agua No Contabilizada diaria desde el 01 de enero hasta el 31 de enero.

**Tabla 40**

*Porcentaje y volumen de ANC diaria por habitante*

Fecha	Volumen diario producido (l/hab/dia)	Volumen diario de consumo (l/hab/dia)	Volumen de agua no contabilizada (l/hab/dia)	Porcentaje de volumen de agua no contabilizada
Ene-01	207.68	160.84	46.84	22.55 %
Ene-02	197.52	151.45	46.07	23.32 %



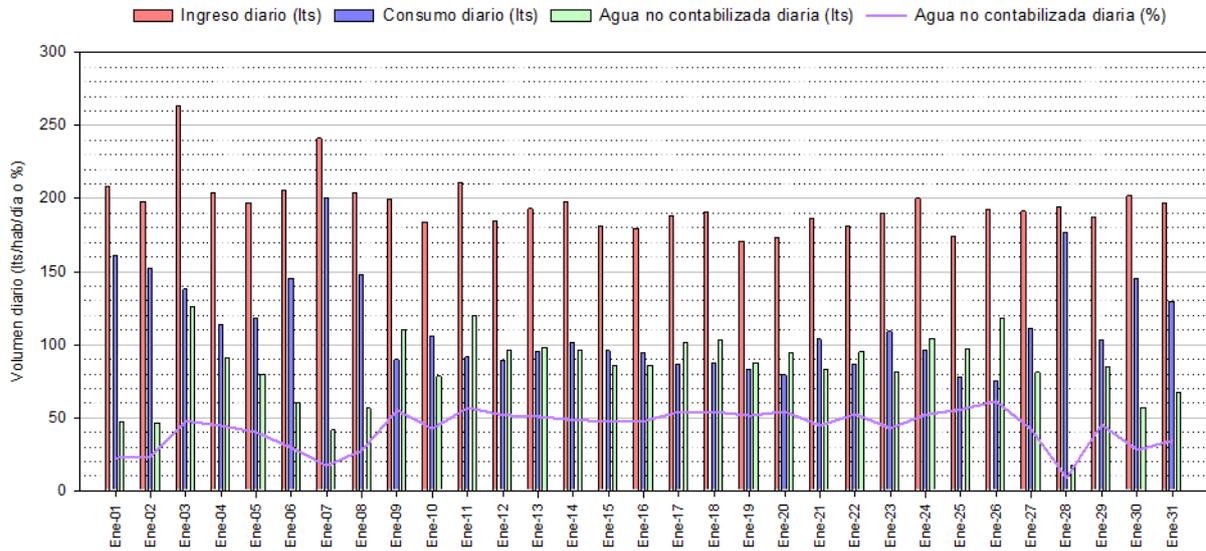
Fecha	Volumen diario producido (l/hab/día)	Volumen diario de consumo (l/hab/día)	Volumen de agua no contabilizada (l/hab/día)	Porcentaje de volumen de agua no contabilizada
Ene-03	263.18	137.65	125.53	47.70 %
Ene-04	203.87	113.14	90.73	44.50 %
Ene-05	196.91	117.76	79.15	40.20 %
Ene-06	205.20	145.07	60.13	29.30 %
Ene-07	240.88	199.67	41.21	17.11 %
Ene-08	203.22	147.21	56.01	27.56 %
Ene-09	198.76	89.36	109.40	55.04 %
Ene-10	183.49	105.54	77.95	42.48 %
Ene-11	210.20	91.02	119.18	56.70 %
Ene-12	184.07	88.74	95.33	51.79 %
Ene-13	192.61	94.93	97.68	50.71 %
Ene-14	197.11	101.33	95.78	48.59 %
Ene-15	180.95	95.38	85.57	47.29 %
Ene-16	179.33	93.87	85.46	47.66 %
Ene-17	187.68	86.33	101.35	54.00 %
Ene-18	190.32	87.36	102.96	54.10 %
Ene-19	170.25	82.87	87.38	51.32 %
Ene-20	172.83	79.05	93.78	54.26 %
Ene-21	186.18	103.24	82.94	44.55 %
Ene-22	180.79	86.10	94.69	52.38 %
Ene-23	189.26	108.49	80.77	42.68 %
Ene-24	199.70	95.88	103.82	51.99 %
Ene-25	173.82	77.18	96.64	55.60 %
Ene-26	192.25	74.63	117.62	61.18 %
Ene-27	191.09	110.53	80.56	42.16 %
Ene-28	193.98	176.73	17.25	8.89 %
Ene-29	187.25	102.68	84.57	45.16 %
Ene-30	201.65	145.18	56.47	28.00 %
Ene-31	196.03	129.15	66.88	34.12 %

Nota: Comparación de agua no contabilizada diaria en litros por habitante.

En la figura 31, muestra la serie temporal de volumen producido diariamente, consumos diarios, agua potable no contabilizada en volumen y porcentaje diario.

**Figura 31**

*Agua no contabilizada diaria en litros y en porcentaje*



Nota: La figura se observa volumen diario de agua ingreso, agua de consumo y agua no contabilizada.

En la Tabla 41, se muestra el resumen del porcentaje de volumen de agua no contabilizada mensual y diaria respectivamente.

**Tabla 41**

*Porcentaje de volumen de agua no contabilizado*

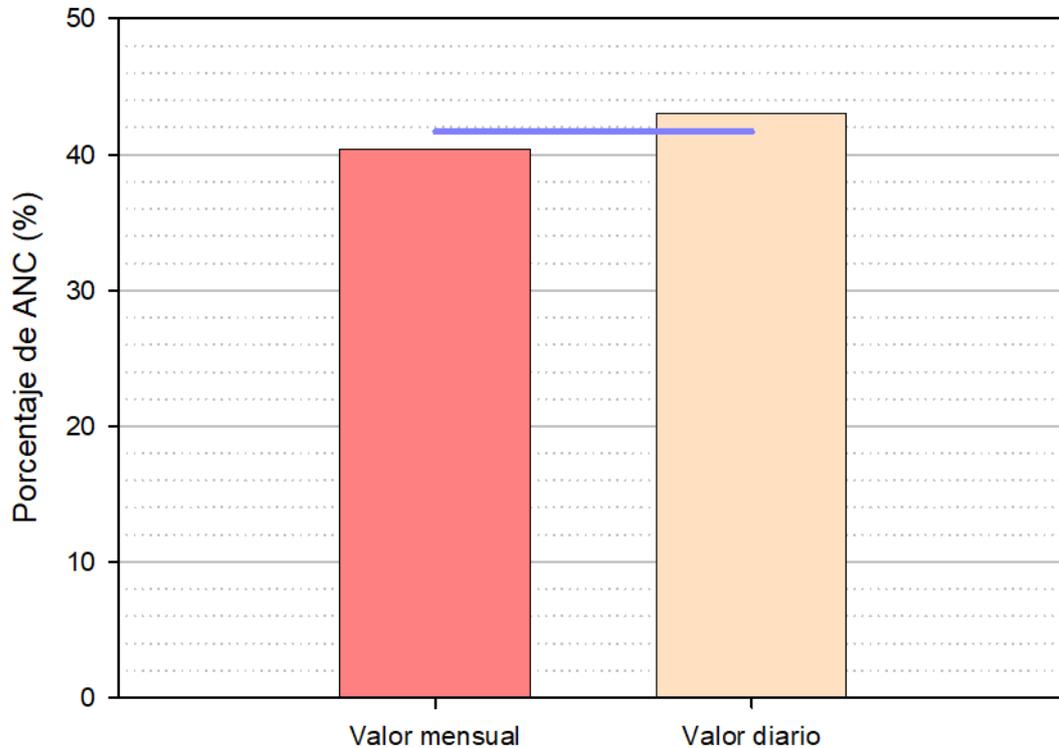
Media de ANC mensual	Media de porcentaje de ANC mensual	Media de ANC diaria	Media de porcentaje de ANC diaria	Media diaria y mensual de ANC (%)
2,432.74	40.37 %	83.21	43.00 %	41.69 %

Nota: Estimación del porcentaje de volumen de agua mensual y diaria no contabilizada.

Luego, se llevó a cabo un análisis que condujo a la conclusión de que el Porcentaje de pérdidas de agua potable es de 41.69 %.

**Figura 32**

*Media del porcentaje de ANC diario y mensual*



Nota: En la imagen se muestra la media entre el porcentaje de ANC diaria y el porcentaje de ANC mensual.

#### 4.5. NIVEL DE AFECTACIÓN

De la Tabla 42, se verifica que para un índice de agua potable no contabilizada de 41.69 % se estimó que el nivel de afectación ANC es alto.

**Tabla 42**

*Nivel de afectación de ANC*

ANC (%)	Observación	Nivel de afectación
< 15	Estos sistemas se consideran eficientes (Monforte García et al., 2012; Tzatchkov et al., 2014).	bajo
15 a 25	Estos sistemas se consideran aceptables (Campaña y Ortega, 2016; Pérez de la Torre, 2018).	moderado
25 a 50	Estos sistemas se consideran con deficiencias en la gestión operativa y comercial (Campaña y Ortega, 2016).	alto

ANC (%)	Observación	Nivel de afectación
> 50	Estos sistemas se consideran inaceptables (Espinosa Jiménez et al., 2019; Cabrera et al., 1999).	critico

Nota: Escala de medición para estimar el nivel de afectación ANC.

#### 4.6. DISCUSIÓN

En la actualidad, todas las entidades estatales o compañías que ofrecen servicios de abastecimiento de agua están concentrando sus acciones en reducir el Índice de Agua no Contabilizada, dado que a nivel global este indicador oscila entre el 30 % y el 35 % en términos generales (Benavides Cuadros, 2003).

En la región de América Latina, aproximadamente el 45 % del agua se desperdicia antes de llegar a los usuarios finales (Banco Mundial, 2013).

Calcular el índice de agua no contabilizada en América Latina es un desafío debido al limitado nivel de medición disponible. Sin embargo, se estima que las pérdidas se sitúan en un rango de entre el 55 % y 65 % (García Flores, 2020).

Los datos de agua no facturada proporcionados por los países que respondieron a la encuesta para el GLAAS de 2011 se calcula una cifra promedio del 31% reportada por la Red Internacional de Comparaciones para Empresas de Agua y Saneamiento para los proveedores de agua en todo el mundo (OMS - GLAAS, 2013).

Perú en el año 2017, el 34.58 % del agua experimentó pérdidas debido a fugas en las redes de distribución de agua potable (pérdidas reales), errores en la facturación (pérdidas aparentes) y consumos en la operación de los servicios de agua potable (consumo autorizado no facturado). Estos ejemplos representan aproximadamente 1 % y 5 % menos con respecto al 2017 y 2013 respectivamente (Castañeda y Jauregui, 2018).



Comparado con el año 2020, el promedio de agua no facturada a nivel nacional mostró un incremento del 2.37 %. Esto se debe, en parte, al aumento del agua no facturada en SEDAPAL y en 16 Empresas Prestadoras adicionales, a pesar de que el indicador de micromedición promedio mejoró durante el último año (Castañeda Sánchez et al., 2022).

Respecto a las pérdidas de agua en el transporte y distribución del sistema se obtuvo un promedio de 38.96 % de 50 operadores, la EPS Sedajuliaca S.A. tuvo la menor pérdida, representando un 5.81 % y EPS Emsapa Calca S.A. tuvo mayor pérdida, representando un 72.14 % en comparación con los otros 50 operadores (ADERASA, 2021).



## V. CONCLUSIONES

- Se logró desarrollar la sectorización en la zona de estudio en Sectores A, B, C y D para incrementar la eficiencia de cálculos de consumo de agua, la cual resultó en 4 sectores.
- Se logró estimar el volumen de agua producido por las PTAP de la ciudad de Ayaviri, resultando un volumen de 5,982.64 l/hab por mes y 195.42 l/hab por día.
- Se logró estimar el volumen de agua de consumo por los usuarios de la ciudad de Ayaviri, resultando un volumen de 3,549.88 l/hab por mes y 112.21 l/hab por día.
- Se logró estimar el volumen de agua no contabilizada en el sistema de abastecimiento poblacional de agua potable en la ciudad de Ayaviri, resultando un valor de 2,432.74 l/hab por mes y 83.21 l/hab al día. Haciendo un porcentaje promedio de 41.69 % de ANC.
- Se logró estimar el nivel de afectación del agua potable no contabilizada en el abastecimiento poblacional de agua en la ciudad de Ayaviri, ubicándose en una escala de nivel alto, estos sistemas se consideran con deficiencias en la gestión operativa y comercial.



## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda desarrollar la sectorización para futuras investigaciones relacionados al sistema de abastecimiento de agua para obtener resultados óptimos.
- Se recomienda la instalación de micromedidores en las conexiones domiciliarias con el fin de mejorar el control del consumo de agua por parte de los usuarios. Esta medida permitirá una gestión más precisa y eficiente del recurso hídrico, facilitando, además, la identificación de posibles fugas o malgastos, contribuyendo así a una administración sostenible y responsable del agua.
- Se recomienda implementar un monitoreo constante de la cantidad de agua producida por las Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) mediante el uso de los macromedidores. Este control continuo permitirá asegurar la gestión efectiva y sostenible de los recursos hídricos.
- Se recomienda implementar un programa integral de detección de fugas en el sistema de abastecimiento de agua potable; además, de establecer medidas efectivas de control de pérdidas para optimizar la eficiencia del sistema, reducir costos y garantizar una gestión más sostenible del recurso hídrico. Y para una estimación más precisa del ANC, se sugiere la instalación de un macromedidor en cada sector (según la sectorización), además de asegurar que todas las conexiones domiciliarias estén equipadas con micromedidores.
- Se sugiere implementar medidas concretas para mitigar las pérdidas de agua potable y lograr un nivel de afectación moderado en el sistema de abastecimiento poblacional. Esto incluye la implementación de programas eficaces de detección y reparación de fugas.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADERASA. (2021). *Informe Anual 2021 Grupo Regional de Trabajo de Benchmarking - Datos (2019)*. [www.sunass.gob.pe](http://www.sunass.gob.pe)
- Alvarado Sánchez, N. M., & Cauna Aguilar, H. A. (2019). *Análisis del índice de pérdidas para mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable del sector VI de la ciudad de Tacna - Tacna* [Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Privada de Tacna]. URI: <http://hdl.handle.net/20.500.12969/821>
- Anchapuri Mamani, L. A., & Quispe Nieto, A. (2018). *Evaluación de la dotación de agua potable para salcedo - Puno 2017* [Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional del Altiplano Puno]. URI: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/7304>
- Arana Carrera, D. A., & Cueva Fabian, N. R. (2022). *Plan de micromedición para disminuir el alto índice de agua no facturada (ANF) en la localidad de puerto Malabrigo, Distrito de Razuri, Provincia de Ascope, Departamento de la Libertad* [Tesis para obtener al título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Privada Antenor Orrego]. URI: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/9678>
- Ayad, A., Khalifa, A., Fawy, M. EL, & Moawad, A. (2021). An integrated approach for non-revenue water reduction in water distribution networks based on field activities, optimisation, and GIS applications. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(4), 3509–3520. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.04.007>
- Banco Mundial. (2013, September 3). *América Latina: ¿Por qué las empresas de agua y saneamiento intentan ahorrar energía?* Banco Mundial. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2013/09/03/latin-america-water-loss-energy-efficiency>



- Benavides Cuadros, O. A. (2003). *Aspectos Técnicos del Índice de Agua no Contabilizada en Colombia* [UNIVERSIDAD DE LOS ANDES].  
<http://hdl.handle.net/1992/21267>
- Briseño, H., Sánchez, A., Briseño, H., & Sánchez, A. (2018). Descentralización, consolidación y crisis de la gestión urbana del agua en México. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 09(4), 25–47. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2018-04-02>
- Cabrera, E., Almandoz, J., Arregui, F., & García-Serra, J. (1999). Auditoría de redes de distribución de agua. *Ingeniería Del Agua*, 6.  
<https://doi.org/10.4995/ia.1999.2794>
- Campaña Quisaguano, J. L., & Ortega Quiñónez, W. M. (2016). *Evaluación de la red de distribución de Agua Potable para determinar pérdidas y fugas de la Urbanización La Colina del Cantón Rumiñahui* [Proyecto para optar el título de Ingeniero Civil, Escuela Politécnica Nacional]. URI:  
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/15217>
- Castañeda Sánchez, G., & Jauregui Chipana, R. (2018). *Benchmarking Regulatorio de las Empresas Prestadoras (EPS) 2018*. <https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/2.-Benchmarking-regulatorio-de-las-EPS-2018..pdf>
- Castañeda Sánchez, G., Jauregui Chipana Ronald, & Arias Callupe, W. (2022). *Benchmarking Regulatorio 2022 de Empresas Prestadoras*.
- Cedeño, C., Molina, X., & Perero, M. (2021). Plan estratégico para la reducción de pérdidas de agua potable en Portoviejo. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 8(spe3)(0054).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i.2736>
- Chávez Sánchez, J. A. (2022). *Estimación el agua potable no facturada en el sistema de distribución de las urbanizaciones Cajamarca y Ramon Castilla, Cajamarca*



2021 [Tesis para obtener al título profesional de Ingeniero Hidráulico, Universidad Nacional de Cajamarca]. URI:  
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/5298>

CONAGUA. (2019). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Mejora de Eficiencia Física* (R. C. Boulevard Adolfo, Ed.; SEMARNET). Comisión Nacional del Agua. [www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx)

Condor Gaspar, J. (2022). *Análisis de pérdidas de agua con la metodología IWA en la redes de distribución del Sector 01 de la EPS Emapa HVCA - 2022* [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental y Sanitario, Universidad Nacional de Huancavelica]. URI:  
<https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/5120>

Cruzate Cabrejos, R. M. (2019). *Propuesta de estrategias para la disminución del indicador de agua no contabilizada (ANC) y control de fugas - Cercado de la ciudad de Chiclayo* [Trabajo de investigación para obtener al título de Magister en Gestión de la Construcción, Universidad Tecnológica del Perú]. URI:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12867/6414>

Espinosa Jiménez, C., Pérez Montilla, M. A., & Medina Padilla, M. E. (2019). Indicadores de gestión en sistemas de abastecimiento de agua potable. Experiencia internacional y la realidad en Venezuela. *Ciencia e Ingeniería*, 40(3), 297–301. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=507567854008>

EURAMET. (2021). *Recommendations for the acquisition of consumption profiles of potable water in households including guidelines for the selection of equipment, time scales and sampling rates*.  
<https://www.ptb.de/empir2018/metrowamet/information-communication/downloads/>



- Fragoso Sandoval, L., Ruiz y Zurvia-Flores, J. R., & Toxky López, G. (2016). La sectorización en redes de agua potable para mejorar su eficiencia hidráulica. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 37, 29–43.
- Gamboa Cerna, J. C. (2019). *Instalación de medidores y su evaluación en zonas sin micromedición* [Tesis para obtener al título profesional de Ingeniero Sanitario, Universidad Nacional de Ingeniería]. URI: <http://hdl.handle.net/20.500.14076/19321>
- García Flores, J. C. (2020). Diseño de una metodología para control de pérdidas de agua potable para la zona alta del cantón Azogues. *Ciencias Técnicas y Aplicadas*, 6, 452–470. <https://doi.org/10.23857/dc.v6i4.1478>
- Gracia Mancera, H. D. (2022). *Análisis del impacto al IANC del municipio de Cajicá durante la Implementación de la Medición de consumo de Agua por Telemetría entre los años 2010 y 2020* [Trabajo de Grado para obtener al Título de Especialista en Recursos Hídricos, Universidad Católica de Colombia]. URI: <https://hdl.handle.net/10983/30407>
- Granifo Roudergue, P. G. (2019). *Evaluación de las pérdidas de agua ocurridas en la Producción y distribución de agua potable en el sistema de tratamiento de agua potable Nogales* [Habilitación presentada para optar al título de Ingeniero Ambiental, Universidad de Concepción]. URI: <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/11532>
- Huayllas Barzola, L. R. (2018). *Evaluación de parámetros hidráulicos de la red de agua del sector 18 de Sedapal en el distrito de San Borja para propiciar la reducción de la tasa de agua no facturada* [Monografía Técnica para obtener al título profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos]. URI: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/8896>



- Laucelli, D. B., Simone, A., Berardi, L., & Giustolisi, O. (2016). Optimal Design of District Metering Areas. *Procedia Engineering*, 162, 403–410.  
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.081>
- Laura Castillo, M. V. (2015). *Optimización del consumo medido de agua potable en la ciudad de Puno* [Tesis para obtener al título de Magister en Scientiae en Economía, Universidad Nacional del Altiplano]. URI:  
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/410>
- Lopera Gañan, J. P. (2020). *Sistema de control para el consumo de agua residencial basado en reglas* [Trabajo final de grado, UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS]. URI: <http://hdl.handle.net/11349/28975>
- López Alegría, P. (2002). *Abastecimiento de agua potable y disposición y eliminación de excretas: Vol. Tercera reimpression*. Alfaomega.
- Martínez Valdés, Y., & Villalejo García, V. M. (2018). La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 39, 58–72.
- Martins Alves, C. (2020). *La capacidad hidráulica en las redes de agua potable y su influencia en el proceso de sectorización* [Universitat Politècnica de València].  
<https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/159938>
- Medina, M. (2011). *Análisis de demandas domesticas. Herramientas para estimación de demandas de agua de usuarios urbanos* [Trabajo para optar la título de Magister Scientiae en Desarrollo de los Recursos Aguas y Tierras mención Planificación y Desarrollo de los Recursos Hidráulicos]. Universidad de los Andes.
- Medina Pico, L. (2022). *Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para mejorar la calidad de vida de la comunidad Las Peñas, perteneciente a la*



*parroquia Veracruz, Cantón Pastaza, Provincia de Pastaza. [Proyecto Técnico para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad Técnica de Ambato].* URI : <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/34704>

Monforte García, G., Aguilar Benítez, I., & González Gaudiano, E. (2012).

Limitaciones de una gestión sectorizada para la sustentabilidad del agua: Caso Monterrey, México. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 20(1), 53–63.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74824041006>

Morote Seguido, Á. F. (2017). Factores que inciden en el consumo de agua doméstico. Estudio a partir de un análisis bibliométrico. *Estudios Geográficos*, 78(282), 257–281. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201709>

Navarrete Chenche, O. K. (2023). *Análisis para detectar fugas en el circuito 2 y 6 de la red de agua potable del cantón Paján* [Trabajo de Titulación para optar el Título de Ingeniero Civil, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. URI : <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/5447>

Olivares, R., & Sandoval, R. (2008). *El agua potable en Mexico* (ANEAS).  
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79626>

OMS - GLAAS. (2013). *Análisis y evaluación mundiales del saneamiento y el agua potable de ONU-Agua*. [www.paprika-annecy.com](http://www.paprika-annecy.com)

Paredes Cabezas, G., & Tipán Jinde, J. C. (2017). *Estudio del consumo de agua potable en sectores residenciales de la zona centro de la ciudad de Ambato y su incidencia en la curva de consumo diario* [Trabajo experimental para optar el Título de Ingeniero Civil, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil]. URI : <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26837>



- Paredes Ponluisa, E. (2020). *Estudio y diseño de la red de conducción, almacenamiento y distribución de agua potable en la comunidad de Rumichaca perteneciente a la parroquia el Rosario del Cantón San Pedro de Pelileo, Provincia de Tungurahua* [Proyecto técnico para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil]. URI :  
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/31271>
- Pérez de la Torre, M. (2018). *Gestión de agua no contabilizada en empresas de servicios públicos de agua potable* [Universidad de Buenos Aires].  
[http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/tpos/1502-1381\\_PerezdeLaTorreM.pdf](http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/tpos/1502-1381_PerezdeLaTorreM.pdf)
- Ramírez Cardona, D. (2014). *Análisis de las pérdidas de agua en los sistemas de abastecimiento*. <http://www.dinamica-de-sistemas.com/revista/1214g-dinamica-de-sistemas.pdf>
- Ramos Joseph, M., Socarrás Ordaz, R., & León Méndez, A. J. (2019). Patrones de consumo doméstico de agua: primer resultado en la Empresa Aguas de La Habana. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 40, 3–16.
- Real Academia Española. (n.d.). *Diccionario de la lengua española* (23.<sup>a</sup> ed). [versión 23.7 en línea]. Retrieved December 28, 2023, from <https://dle.rae.es/>
- Rosero Armijo, C. D. (2019). *Agua potable no contabilizada en el Cantón Pangua y programa de control de pérdidas* [Tesis para obtener al título de Magister en Sistemas de Gestión Ambiental, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE].  
URI: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/15834>
- Salguero Barceló, F. J. (2021). *La sectorización basada en criterios energéticos como herramienta para la gestión hídrica de redes de distribución de agua*.



[Universitat Politècnica de València].

<https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/178235>

Schumann, D., Kroner, C., Unsal, B., Haack, S., Kondrup, J. B., Christophersen, N., Benková, M., & Knotek, S. (2021). Measurements of water consumption for the development of new test regimes for domestic water meters. *Flow Measurement and Instrumentation*, 79, 101963.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2021.101963>

Soriano Rodríguez, A. M. (2014). Diseño y validación de instrumentos de medición. *Diá-Logos*, 13, 19–40.

Sunass. (2023). *Benchmarking Regulatorio de las Empresas Prestadoras 2018 al 2022*.

<https://www.gob.pe/es/i/4625977>

Tapia Aviles, M. H. (2019). *Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona operacional XII de la ciudad del Cusco* [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. URI:

<http://hdl.handle.net/20.500.12918/3746>

Tzatchkov, V., Alcocer Yamanaka, V., Bourguett Ortiz, V., & Arreguín Cortés, F. (2014). *Avances en la hidráulica de redes de distribución de agua potable* (G. A.

Martínez Ocampo, Ed.; Instituto Mexicano). URI:

<http://hdl.handle.net/20.500.12013/1610>

UNESCO. (2020). *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2020: agua y cambio climático* (Paris). Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

[www.unesco.org/open-access/](http://www.unesco.org/open-access/)

Vegas Niño, Ó. T. (2023). *Nuevas herramientas para la gestión técnica de redes de distribución de agua basadas en el modelo matemático y la topología de la red*.



[Universitat Politècnica de València].

<https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/192474>

Villar Navascués, R. A. (2017). Factores explicativos del consumo doméstico de agua en la Costa Blanca (2000-2014). *Papeles de Geografía*, 0(1), 82–100.

<https://doi.org/10.6018/geografia/2017/294141>



## ANEXOS

- ANEXO 1:** Panel fotográfico.
- ANEXO 2:** Información detallada sobre lecturas en forma mensual de los macromedidores.
- ANEXO 3:** Información detallada sobre lecturas en forma diaria de los macromedidores.
- ANEXO 4:** Información detallada sobre lecturas en forma diaria de los micromedidores.
- ANEXO 5:** Información detallada volúmenes de consumo diario por conexión domiciliaria.
- ANEXO 6:** Certificados de calibración de macromedidores.
- ANEXO 7:** Carta de autorización estudio por parte de la EPS y Solicitud para realizar estudio de investigación.
- ANEXO 8:** Encuestas.
- ANEXO 9:** Cálculo de valores estadísticos.
- ANEXO 10:** Planos.
- ANEXO 11:** Volúmenes consumidos en viviendas sin micromedidor.
- ANEXO 12:** Informe de validación del instrumento.



## DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo JHON ROBERTO MEDRANO LUGUE  
identificado con DNI 72388512 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:  
" NIVEL DE AFECTACIÓN DEL AGUA POTABLE NO CONTABILIZADA  
EN EL ABASTECIMIENTO POBLACIONAL DE AGUA EN LA CIUDAD  
DE AYAVIRI - MELGAR - PUNO - 2023 "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 28 de MAYO del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



## AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo JHON ADERLY MEDRANO LUQUE  
identificado con DNI 72388512 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

" NIVEL DE AFECTACIÓN DEL AGUA POTABLE NO CONTABILIZADA  
EN EL ABASTECIMIENTO POBLACIONAL DE AGUA EN LA CIUDAD  
DE AYANIRI - MELGAR - PUNO - 2023 "

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y utilizar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 28 de MAYO del 2024

  
FIRMA (obligatoria)



Huella