

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE  
HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Influencia del control de presión en la reducción de pérdidas  
de caudal y en la funcionalidad de la red de distribución de  
agua potable del sector San Joaquín de Huamanga  
Ayacucho, 2023**

Tesis para optar el título profesional de:  
**Ingeniera Civil**

Presentado por:  
**Bach. Lesly Nayely Tirado Garriazo**

Asesor:  
**Msc. Jaime Leonardo Bendezú Prado**

**Ayacucho - Perú**

**2024**

## DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha proporcionado fortaleza para continuar cuando he estado a punto de caer; por ello, con toda la humildad que emana mi corazón, dedico en primer lugar el presente trabajo a Dios.

Para mis padres Santos y Bertha, por su comprensión y ayuda. Me han enseñado a encarar las alas buenas y en las malas. Me han formado para encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio.

Para mi hermana mayor Sintia, a ella en especial le dedico esta Tesis. Por su paciencia, por su comprensión, por su empeño, por su fuerza, por su amor, por su gran ejemplo diario y porque la amo infinitamente.

Para mi hermana menor Zhoe. Su nacimiento ha hecho de mí una mejor persona. Ella es lo mejor que me ha pasado, y ha venido a este mundo para darme un motivo más de para superarme día a día. Es sin duda mi referencia para el presente y para el futuro. A todos ellos, muchas gracias de todo corazón.

## AGRADECIMIENTOS

Debo agradecer de manera especial y sincera al Msc. Ing. Jaime Leonardo Bendezú Prado por haber aceptado acompañarme en el proceso de realizar la presente tesis bajo su asesoramiento, le agradezco profundamente por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no se hubiera logrado llegar a este momento tan anhelado por mí. Gracias por su guía y todos sus consejos en este largo camino, los llevaré grabados en mi memoria y los pondré en práctica en mi carrera profesional.

Agradecer a mis profesores de la universidad, gracias por su paciencia, sus palabras fueron de mucha ayuda, gracias por compartir sus conocimientos rigurosos y precisos de manera profesional e invaluable, a ustedes mis profesores queridos, les debo mi íntegra formación profesional. Donde quiera que vaya, los llevaré conmigo en mí camino profesional, haciendo sin duda alguna que se sientan orgullosos.

De la misma manera agradecer a mi familia, ustedes han sido siempre el motor que impulsa alcanzar mis metas, ustedes son las personas que estuvieron a mi lado en los días más difíciles durante mis horas de estudio y sacrificio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Les dedico a ustedes este logro amada familia, una meta más concretizada. Gracias a mi padre Santos por haberlo dejado todo y solo centrar sus fuerzas en criarnos de la mejor manera posible y con múltiples esfuerzos, te amo infinitamente. Gracias a mi madre Bertha, por su ejemplo de lucha constante y el amor que nos brindas todos los días, tienes un gran corazón mamá. Estoy muy orgullosa de tenerlos como mis padres y que estén a mi lado en este momento tan importante. Gracias a mi hermana mayor, Sintia por hacer de mí una persona fuerte y valiente, por cada llamada de atención, por cada aliento a seguir adelante y por su ejemplo. Gracias a ti hermana menor Zhoe por llegar a mi vida. Gracias por ser quienes son y por creer en mí, en todo este camino.

Por último, agradecer a mi casa de estudios la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, que me ha permitido culminar mi carrera profesional que tanto he anhelado. Agradezco a cada directivo y cada integrante de mi prestigiosa universidad por su trabajo y por su la gestión que vienen desarrollando.

## RESUMEN

En Ayacucho, la gestión del agua potable enfrenta desafíos significativos a pesar de su reconocimiento como un derecho humano esencial, con fuentes de agua como Yucaes, Cachi y Huatatas, la empresa prestadora de servicios SEDA AYACUCHO solo logra abastecer el 83.7% de la población de Huamanga. Este desafío se acentúa en el sector San Joaquín, que, a pesar de su infraestructura de reservorio y tuberías, ha experimentado problemas de suministro y variaciones en la presión del agua. La tesis abordó tres objetivos principales: determinar el índice de pérdida de caudal y su influencia en la red de distribución en San Joaquín, evaluar la suficiencia de las válvulas reductoras de presión en el control de estas variaciones y analizar la influencia de las características de la red mediante un modelamiento hidráulico en WATER GEMS. Dentro de los resultados del cálculo de índice de pérdidas de caudal que se realizó en la presente investigación se obtuvieron fluctuaciones notables con respecto a los valores hallados, con el valor máximo de 37.58% en el mes de mayo y mínimos del 19.80% en el mes de marzo, con este resultado se pone en evidencia que el índice de pérdida de caudal en la red de distribución de agua potable de San Joaquín influye en el rendimiento de la misma, por ello es un punto a solucionar para este sector. De la misma manera respecto al segundo objetivo, se descubrió mediante el modelamiento hidráulico y el reporte de ello, que las tres válvulas reductoras de presión existentes eran insuficientes, llevando a la instalación de cinco adicionales, lo que resultó en una disminución significativa del 72.94% en presiones excesivas. Por último, respecto al objetivo número tres, el análisis de los datos de tipo de material de las tuberías, diámetro, topografía del terreno modelado a través del WATER GEMS, nos reveló la influencia de las características de la red de distribución de agua potable de San Joaquín en relación a la velocidad del flujo, presión y grado hidráulico en cada una de las tuberías analizadas, pues cada una de las tuberías aporta una conducta diferente de acuerdo a las características que esta posee. En conclusión, esta investigación subraya la necesidad de una infraestructura y gestión de agua mejoradas, esenciales para garantizar un suministro eficiente y sostenible en el sector de San Joaquín.

**Palabras claves:** Recurso Hídrico, caudal, presión, demanda, elevación, grado hidráulico, flujo.

## ABSTRACT

In Ayacucho, the management of drinking water faces significant challenges despite its recognition as an essential human right, with water sources such as Yucaes, Cachi and Huatatas, the service provider company SEDA AYACUCHO only manages to supply 83.7% of the population of Huamanga. This challenge is accentuated in the San Joaquín sector, which, despite its reservoir and pipeline infrastructure, has experienced supply problems and variations in water pressure. The thesis addressed three main objectives: determine the rate of flow loss and its influence on the distribution network in San Joaquín, evaluate the sufficiency of the pressure reducing valves in the control of these variations and analyze the influence of the characteristics of the network through hydraulic modeling in WATER GEMS. Within the results of the calculation of the flow loss index that was carried out in the present investigation, notable fluctuations were obtained with respect to the values found, with the maximum value of 37.58% in the month of May and minimum values of 19.80% in the month March, with this result it is evident that the rate of flow loss in the San Joaquín drinking water distribution network influences its performance, which is why it is a point to be solved for this sector. In the same way regarding the second objective, it was discovered through hydraulic modeling and reporting that the three existing pressure reducing valves were insufficient, leading to the installation of five additional ones, which resulted in a significant decrease of 72.94%. in excessive pressures. Finally, regarding objective number three, the analysis of the data on the type of pipe material, diameter, and topography of the terrain modeled through WATER GEMS, revealed the influence of the characteristics of the drinking water distribution network of San Joaquín in relation to the flow speed, pressure and hydraulic degree in each of the pipes analyzed, since each of the pipes provides a different behavior according to the characteristics it has. In conclusion, this research highlights the need for improved water infrastructure and management, essential to ensure efficient and sustainable supply in the San Joaquín sector.

**Key words:** Water resource, flow, pressure, demand, elevation, hydraulic grade, flow.

## INTRODUCCIÓN

La gestión eficiente del agua potable es una preocupación creciente, sobre todo en zonas donde el recurso es escaso o el sistema de distribución enfrenta desafíos significativos, en este sentido, el control de la presión en las redes de distribución surge como una estrategia clave para minimizar las pérdidas de caudal y optimizar la funcionalidad del sistema. Dado este contexto, se desarrolló una investigación en el sector San Joaquín de Huamanga, en Ayacucho, para analizar la influencia del control de presión en la reducción de pérdidas de caudal y en la eficiencia de la red de distribución de agua potable.

La relevancia de este estudio radica en la identificación y corrección de las deficiencias que afectan directamente a la comunidad local, a la sostenibilidad del recurso del sistema de distribución, por lo que es esencial comprender cómo un adecuado control de la presión puede ser una solución viable para contrarrestar las pérdidas y garantizar un suministro de agua de calidad, donde uno de los aspectos cruciales en esta investigación es evaluar cómo los cambios de presión impactan en las pérdidas de caudal, y cómo estas variaciones, a su vez, afectan la operatividad y funcionalidad de toda la red de distribución, empleando un modelamiento hidráulico por medio del software Water Gems con el objetivo de establecer la relación entre el control de presión y la eficiencia del sistema de distribución de agua en el sector de San Joaquín.

La presente investigación está estructurada de la siguiente forma, el primer capítulo se dedicará a exponer el problema, detallando las características actuales de la red de distribución del sector San Joaquín, la justificación de la investigación, las posibles limitaciones y los objetivos planteados. El segundo capítulo brindará un marco teórico, revisando investigaciones anteriores y literatura relevante en torno al control de presión y la gestión de redes de agua potable. El tercer capítulo describirá la metodología utilizada, enfatizando las herramientas y técnicas empleadas. Los descubrimientos y su análisis se presentarán en el cuarto capítulo. Finalmente, el quinto capítulo proporcionará conclusiones y recomendaciones derivadas de los hallazgos de la investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS .....	3
RESUMEN .....	4
ABSTRACT .....	5
INTRODUCCIÓN .....	6
ÍNDICE DE TABLAS .....	10
ÍNDICE DE FIGURAS .....	11
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	13
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1. Descripción del problema.....	14
1.2. Delimitación del problema.....	20
1.2.1. Espacial (geográfica).....	20
1.2.2. Temporal.....	20
1.2.3. Temática y unidad de análisis .....	21
1.3. Formulación del problema.....	21
1.3.1. Problema general.....	21
1.3.2. Problemas específicos .....	21
1.4. Justificación e importancia.....	21
1.5. Limitaciones de la investigación.....	22
1.6. Objetivos.....	22
1.6.1. Objetivo general .....	22
1.6.2. Objetivos específicos .....	23
II. MARCO TEÓRICO.....	24
2.1. Antecedentes.....	24
2.1.1. Investigaciones internacionales.....	24
2.1.2. Investigaciones nacionales .....	26
2.2. Bases teóricas .....	27
2.2.1. Agua no Facturada o Índice de pérdidas (ANF).....	27

2.2.2.	Dotación de agua Potable .....	28
2.2.3.	Caudal de diseño .....	28
2.2.4.	Variaciones Diarias .....	30
2.2.5.	Variaciones Horarias.....	30
2.2.6.	Presión.....	31
2.2.7.	Gestión de la Presión.....	31
2.2.8.	Válvulas Reductoras de Presión .....	32
2.2.9.	Red de Distribución de Agua Potable.....	32
2.2.10.	Tipo de Red de Distribución .....	32
2.2.11.	Características de una Red de Distribución de Agua Potable.....	34
2.3.	Marco conceptual .....	35
2.3.1.	Modelo Hidráulico .....	35
2.3.2.	WaterGems V8I.....	35
2.3.3.	Consumo Doméstico.....	36
2.3.4.	Demanda .....	36
2.3.5.	Pérdidas Físicas Reales.....	36
III.	MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
3.1.	Enfoque .....	37
3.1.1.	De acuerdo a la orientación .....	37
3.1.2.	De acuerdo con la recolección de datos .....	37
3.1.3.	De acuerdo al tipo.....	37
3.2.	Alcance.....	37
3.3.	Diseño de investigación .....	38
3.4.	Población y muestra. ....	38
3.4.1.	Población.....	38
3.4.2.	Muestra.....	38
3.5.	Hipótesis.....	38
3.5.1.	Hipótesis general .....	38
3.5.2.	Hipótesis específicas. ....	38



3.6.	Operacionalización de variables, definición conceptual y operacional .....	39
3.7.	Técnicas e instrumentos.....	41
3.8.	Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información.....	41
3.9.	Desarrollo del trabajo de tesis .....	42
3.9.1.	Red de distribución de agua (RDA).....	42
3.9.2.	Principales índices de consumo en la red de distribución de agua .....	44
3.9.3.	Cuadros Comerciales .....	53
3.9.4.	Facturación de agua .....	55
3.9.5.	Volumen Facturado (m3) .....	58
3.9.6.	Volumen no facturado, facturado y producido.....	60
3.9.7.	Cuadro comparativo del volumen producido - facturado - medido, asignado y volumen no facturado .....	63
3.9.8.	Recolección de datos en la presión y continuidad del sector de San Joaquín .....	65
3.9.9.	Modelamiento en WATER GEMS .....	68
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	75
4.1.	Resultados conforme al objetivos específico 1 .....	75
4.1.1.	Discusión.....	79
4.2.	Resultados conforme al objetivos específico 2 .....	80
4.2.1.	Discusión.....	89
4.3.	Resultados conforme al objetivos específico 3 .....	90
4.3.1.	Discusión.....	92
	CONCLUSIONES .....	94
	RECOMENDACIONES .....	96
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	97
	ANEXOS .....	101

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Determinación de la Cobertura del Servicio de Agua Potable .....	15
<b>Tabla 2</b> Descripción de los sectores de distribución.....	15
<b>Tabla 3</b> Quejas en incidencias operativas .....	17
<b>Tabla 4</b> Análisis de data histórica (2018-2021) .....	18
<b>Tabla 5</b> Dotación promedio de consumo.....	28
<b>Tabla 6</b> Valores de K2 según población.....	30
<b>Tabla 7</b> Beneficios de la gestión de la presión .....	31
<b>Tabla 8</b> Operacionalización de Variables .....	40
<b>Tabla 9</b> Conexiones según clase - reales .....	42
<b>Tabla 10</b> Cuadro de cartera de clientes del rubro domestico .....	45
<b>Tabla 11</b> Cuadro de cartera de clientes del rubro comercial .....	46
<b>Tabla 12</b> Cuadro de cartera de clientes del rubro industrial .....	48
<b>Tabla 13</b> Cuadro de cartera de clientes del rubro estatal .....	49
<b>Tabla 14</b> Cuadro de cartera de clientes del rubro social .....	50
<b>Tabla 15</b> Cuadro de cartera de clientes en total.....	52
<b>Tabla 16</b> Resumen de los cuadros comerciales.....	54
<b>Tabla 17</b> Facturación bruta de los principales índices de consumo de la red de distribución de agua .....	56
<b>Tabla 18</b> Facturación neta de los principales índices de consumo de la red de distribución de agua .....	57
<b>Tabla 19</b> Volumen facturado (m3) de los cuadros comerciales .....	59
<b>Tabla 20</b> Volumen no facturado, facturado y producido .....	61
<b>Tabla 21</b> Cuadro comparativo del volumen producido - facturado - medido, asignado y volumen no facturado.....	63
<b>Tabla 22</b> Presión y Continuidad de la red de distribución de agua.....	65
<b>Tabla 23</b> Datos de rango de la tubería N°1 a tubería N°96 .....	68
<b>Tabla 24</b> Datos de rango de la tubería N°97 a tubería N°192 .....	69
<b>Tabla 25</b> Datos de rango de la tubería N°193 a tubería N°287 .....	70
<b>Tabla 26</b> Valores fuera de los parámetros permitidos inicial .....	82
<b>Tabla 27</b> Valores fuera de los parámetros permitidos final.....	87
<b>Tabla 28</b> Características de la red de distribución de agua.....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Área de influencia del sector San Joaquin .....	17
<b>Figura 2</b> Área de influencia del sector San Joaquin .....	19
<b>Figura 3</b> Mapa de ubicación departamento de Ayacucho- Huamanga-Ayacucho .....	20
<b>Figura 4</b> Factores claves que influyen las fugas.....	27
<b>Figura 5</b> Esquema de una red abierta o ramificada .....	33
<b>Figura 6</b> Esquema de una red cerrada. ....	33
<b>Figura 7</b> Esquema de ley de la continuidad de la masa en los nodos.....	34
<b>Figura 8</b> Comparación del volumen facturado por sector en 2021 y 2022 .....	43
<b>Figura 9</b> Cantidad de clientes y porcentaje en el sector doméstico.....	45
<b>Figura 10</b> Cantidad de clientes y porcentaje en el sector comercial.....	47
<b>Figura 11</b> Cantidad de clientes y porcentaje industrial por mes .....	48
<b>Figura 12</b> Cantidad de clientes y porcentaje en el sector estatal .....	50
<b>Figura 13</b> Cantidad de clientes y porcentaje en el sector social.....	51
<b>Figura 14</b> Cantidad de clientes y porcentaje en total .....	53
<b>Figura 15</b> Evolución de la cartera de clientes y usuarios activos .....	55
<b>Figura 16</b> Evolución de la facturación bruta en 2022 .....	56
<b>Figura 17</b> Evolución de la facturación neta (2021 vs 2022).....	58
<b>Figura 18</b> Comparación del volumen facturado por categoría (Dic-21 a May-22) .....	60
<b>Figura 19</b> Comparación de volumen producido y volumen total facturado (m3) - 2021 y 2022.....	62
<b>Figura 20</b> Longitud de tuberías desde N°1 hasta N°96 .....	69
<b>Figura 21</b> Longitud de tuberías desde N°97 hasta N°192 .....	70
<b>Figura 22</b> Longitud de tuberías desde N°193 hasta N°287 .....	71
<b>Figura 23</b> Av. Los Ángeles– Referencia Reservoirio San Joaquín.....	72
<b>Figura 24</b> Jr. Las Palmeras – Al costado del Huayco de Santa Ana. ....	72
<b>Figura 25</b> Modelo de la red de distribución de agua en el Jr.Cahuide – Al costado del Huayco de Santa Ana. ....	73
<b>Figura 26</b> Modelo de la red de distribución de agua en Jr. Los pinos – Huayco Santa Ana. ....	74
<b>Figura 27</b> Modelo de la red de distribución de agua Av.22 de noviembre- A 1 cuadra del parque Santa Ana. ....	74
<b>Figura 28</b> Índice de pérdida de caudal (%) .....	78
<b>Figura 29</b> Modelamiento de la válvula VRP-01 .....	81
<b>Figura 30</b> Modelamiento de la válvula VRP-02.....	81
<b>Figura 31</b> Modelamiento de la válvula VRP-03.....	82

<b>Figura 32</b> Modelamiento de la válvula VRP-04 .....	85
<b>Figura 33</b> Modelamiento de la válvula VRP-05 .....	85
<b>Figura 34</b> Modelamiento de la válvula VRP-06 .....	86
<b>Figura 35</b> Modelamiento de la válvula VRP-07 .....	86
<b>Figura 36</b> Modelamiento de la válvula VRP-08 .....	87
<b>Figura 37</b> Presión con 3 y 8 válvulas reductoras de presión .....	91

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ANF	Agua No Facturada
MVCS	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
PERC	Proyecto Especial Rio Cachi
PVC	Policloruro de vinilo
RDA	Red de distribución de agua
UTM	Universal Transverse Mercator
AC	Asbesto Cemento
RNE	Reglamento Nacional de Edificaciones

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción del problema

El agua potable es un recurso esencial para los seres vivos y de la misma manera viene a ser un derecho de este, y más aún el saneamiento es parte integral de los derechos humanos oficialmente reconocidos en diversas manifestaciones internacionales. Sin embargo, históricamente, el valor del agua no ha sido plenamente comprendido: este líquido vital debería ser considerado como un recurso compartido por todas las comunidades y como un patrimonio fundamental de la humanidad, además el acceso al agua potable debe ser considerado un derecho fundamental e inalienable de las personas y los colectivos (Criollo, 2015).

En la región de Ayacucho, situada en la zona Sierra del Perú, se depende de tres fuentes superficiales de agua: Yucaes, Cachi y Huatatas. Estas fuentes son cruciales para proveer de agua potable a la población de la ciudad de Ayacucho, donde la entidad EPSASA administra dos de estas fuentes superficiales de agua:

- Sistema Ex Proyecto Especial Río Cachi (PERC): El agua actualmente es administrada por el Gobierno Regional de Ayacucho y entregada a EPSASA en el Terminal del Canal Suministro, Campanayocque, Distrito de Carmen Alto, con un caudal de 500 l/s en el punto ubicado en las coordenadas UTM: E581,259 N8' 538.268; el canal de abastecimiento, de 21 kilómetros de longitud, se encuentra entre la salida del túnel Ichucruz-Chiara y un lugar llamado Campanayocque y forma parte del sistema hidráulico del Río Cachi.
- Sistema Chiara: Es la fuente de agua más antigua y actualmente sigue abasteciendo las necesidades de consumo de toda la población de Ayacucho, proporcionándonos un caudal de 105 libras por segundo; el canal de conducción tiene 21 kilómetros de longitud. y 4 captaciones que son:
  - Bocatoma Molinohuaycco, se encuentra en las coordenadas UTM E585,003 N8'531,100m que proporciona un caudal de 50 lps.
  - Bocatoma Ccoscohuaycco, se encuentra en las coordenadas UTM E585,019 N8'531,279, que proporciona un caudal de 20 lps.
  - Bocatoma Mutuyhuaycco se encuentra en las coordenadas UTM E584,280 N8'532,188, que proporciona un caudal de 10 lps.
  - Bocatoma Lambrashuaycco localizada en las coordenadas UTM E581,893 N8'536,024, que proporciona un caudal de 25 lps

Con estas dos fuentes de abastecimiento de agua potable Empresa Prestadora de Servicios SEDA AYACUCHO solo logra abastecer el 83.7 % de la población Huamanguina, como se puede observar en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Determinación de la Cobertura del Servicio de Agua Potable*

<b>Cobertura de agua Potable</b>	<b>UM</b>	<b>Huamanga</b>	<b>Huanta</b>	<b>EPS</b>
Población servida	Hab	163411.0	30117.0	193528.0
Población total	Hab	195326.0	33342.0	228628.0
Cobertura de agua potable	%	83.7	90.3	84.6

*Nota.* La tabla muestra las dos fuentes de abastecimiento de agua potable, por (SUNASS, 2021).

Tomando como un total el 83.7% de usuarios abastecidos, la empresa Prestadora de Servicios SEDA AYACUCHO cuenta con una distribución mixta de: 91.5 % es abastecida por gravedad y el 8.5% es abastecida por bombeo, esto en las zonas más altas de la ciudad (SUNASS, 2021).

Entonces esto se dividirá en 12 sectores operacionales, los cuales serán:(Ver tabla 2).

**Tabla 2**

*Descripción de los sectores de distribución*

<b>Sector</b>	<b>Ubicación de la ciudad</b>	<b>Zonas Abastecidas</b>	<b>Número de conexiones activas AP</b>	<b>% respecto del total</b>
Sector 1 Acuchimay	Sur este	C. Central, Dist.Sn.JuanBautis.	9,567	23.17
Sector 2 Alto Perú	Oeste	Alto Perú, Pisco Tambo	242	0.59
Sector 3 Libertadores 1	Oeste	Belén, Sta. Ana, Andamarca	3,908	9.46

Sector 4 Libertadores 2	Oeste	C. Central, Nazarenas	Jesús	8,498	20.58
Sector 5 Miraflores	Sur este	Dist. A.A.Cáceres,S.J.Bautista		10,196	24.69
Sector 6 Picota	Noroeste	Barrio La WariAcco P.	Picota,	677	1.64
Sector 7 Pueblo Libre	Oeste	Barrio Pueblo Libre		678	1.64
Sector 8 Quicapata	Sur	Dist. Carmen Alto		4,936	11.95
Sector 9 Rio seco	Oeste	B. Rio Seco, Chamana Pata		534	1.29
Sector 10 San Joaquin	Sur oeste	Barrio San José de Sta. Ana		240	0.58
Sector 11 Vista Alegre	Sur	Barrio La Paz, Quicapata		1,179	2.85
Sector 12 N. Esperanza	Sur este	Asoc. Nueva Esperanza 1,2,3		641	1.55
TOTAL				41,296	100%

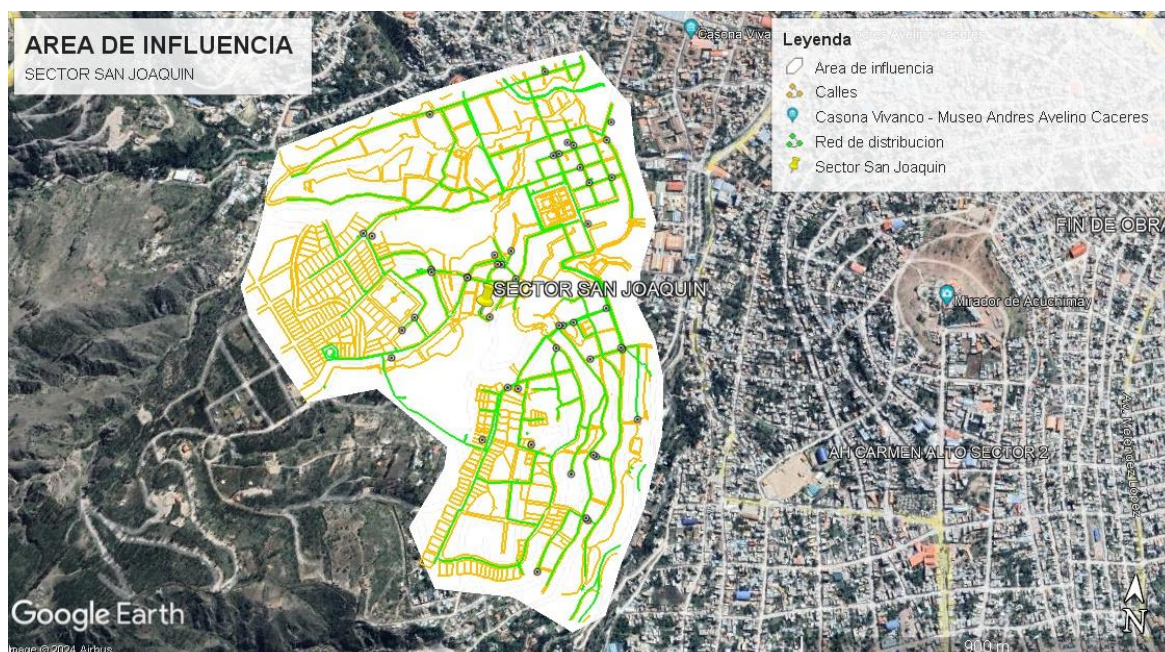
*Nota.* La tabla muestra los 12 sectores operacionales, por (EPSASA, 2014).

Dentro de estos 12 sectores se encontrará, el sector 10 de San Joaquín, que abastece al Barrio San José de Santa Ana como se puede observar en la figura 1.

Este sector cuenta con su propio reservorio y con 265.32 km de Tuberías de agua potable de material tipo policloruro de vinilo (PVC) representando un 51.89% tuberías de AC y 48.11% tuberías de PVC, nos dice la data histórica que (entre los años 2014 al 2021) este sector ha ido presentando deficiencias en el abastecimiento del servicio de agua potable, siendo una de estas, la baja continuidad de servicio y la diversidad de presiones detectadas en la zona (de 2 m.c.a a 78 m.c.a) (SUNASS, 2021).



**Figura 1**  
 Área de influencia del sector San Joaquín



*Nota.* La figura muestra el sector 10 de San Joaquín, que abastece al Barrio San José de Santa Ana, por (EPSASA, 2014)- Google Earth Pro.

Para poder entender mejor la problemática de este sector, se recopiló datos de la Empresa Prestadora Seda Ayacucho, en el área de Gerencia Operacional en el periodo (2018-2021), seleccionando así las quejas de los usuarios solo para el sector en estudio que se encuentra en la tabla 3.

**Tabla 3**  
 Quejas en incidencias operativas

Sector	Tipo de reclamo	Año
San Joaquin	Fuga en caja de registro	2018
San Joaquin	Fuga en caja de registro	
San Joaquin	Fuga en caja de registro	
San Joaquin	Fuga en caja de registro	
San Joaquin	Fuga en caja de registro	2019
San Joaquin	Fuga por rotura de abrazadera	
San Joaquin	Purga por turbidez	

San Joaquín	Reparación de matriz de 2020 agua	2020
San Joaquín	Fuga	
San Joaquín	Falta de presión	
San Joaquín	Fuga	
San Joaquín	Falta de presión	
San Joaquín	Rotura de abrazadera	
San Joaquín	Reparación conexión de agua	
San Joaquín	Fuga	
San Joaquín	Agua solo en chorros	
San Joaquín	Falta de presión para el 3er piso	2021
San Joaquín	Fuga	
San Joaquín	Instalación de válvula de aire	
San Joaquín	Ausencia de agua por horas	

*Nota.* La tabla muestra los reclamos dados en el Sector de San Joaquín, información obtenida del Registro de la Gerencia Operacional

Entonces, al observar estos datos, podemos ver que la cantidad de fugas en el sector en estudio ha disminuido a lo largo de los años, pero debido a interrupciones del servicio y quejas de baja presión en ciertas áreas del condado de San Joaquín, eso nos lleva a esta pregunta. ¿Cuál es el índice de pérdidas de agua potable en el sector?, ya que, si el sistema no presenta fugas de agua, ¿Por qué no se cumple con la demanda de la población en el sector?

En la Tabla 4 se ve claramente que se está perdiendo la continuidad del servicio, y si consideramos que las entregas en 2021 son mayores que en 2018, podemos concluir que hay pérdida de agua en el sistema, lo que resulta en la pérdida de continuidad del servicio.

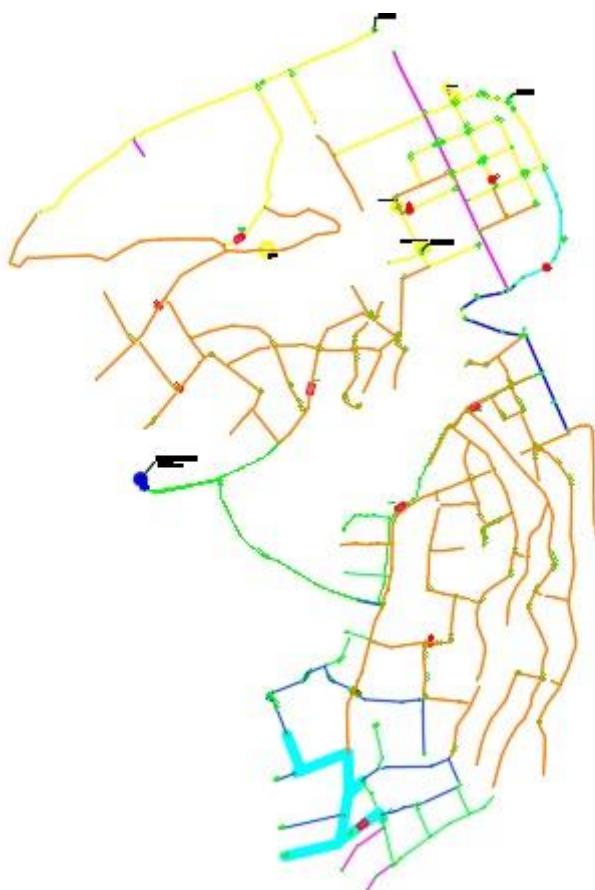
**Tabla 4**  
*Análisis de data histórica (2018-2021)*

<b>Sector San Joaquín</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
<b>Nº de conexiones</b>	350	364	720	1395
<b>Horas de servicio</b>	12	21	24	20

Nota. La tabla detalla el deceso de la continuidad de servicio (2018-2021), por (SUNASS, 2021).

Así mismo este sector presenta un reservorio, denominado el reservorio "San Joaquín" y 3 válvulas reductoras de presión, las cuales deberían regular la presión para este sector, entonces como se observa en la figura 2, la Estación Reductora de Presión N° 03 es la más lejana y tiene mayor área de influencia en relación a las demás, entonces ¿Las válvulas reductoras de presión funcionan adecuadamente para el control de presiones en todo el sector San Joaquín?

**Figura 2**  
*Redes de distribución del sector San Joaquín*



*Nota.* Planos de Sectorización brindado por la EPS SEDA AYACUCHO.

De igual manera, al determinar la función de las válvulas reductoras de presión y si operarán de forma correcta para controlar la presión, surge la duda ¿El sistema de

distribución existente en el sector San Joaquín de la red de distribución de la ciudad de Ayacucho es el adecuado?

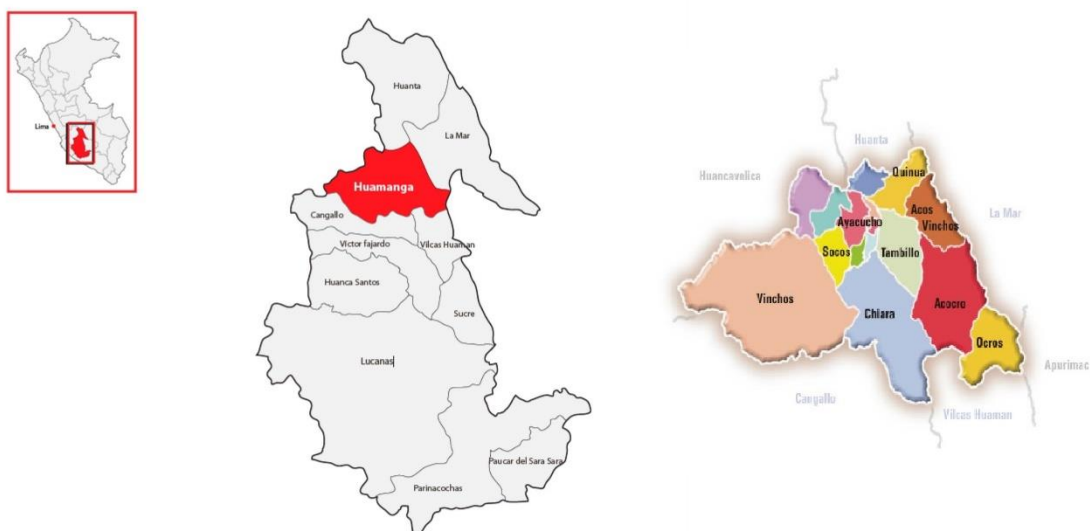
## 1.2. Delimitación del problema

### 1.2.1. Espacial (geográfica)

Tendrá su desarrollo principalmente en la Urbanización del Barrio de Santa Ana y en el Centro Poblado de Andamarca y distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, donde se encuentra el Sector denominado San Joaquín. delimitado exactamente por el Oeste Av. Las Palmeras, por el norte Jr. Mariano Astete, por el este Andamarca y por el sur el Reservorio de San Joaquín (Pasaje Santa Catalina).

### Figura 3

*Mapa de ubicación departamento de Ayacucho- Huamanga-Ayacucho*



*Nota.* Ubicación geográfica de la provincia de Huamanga, elaboración propia.

Delimitado exactamente por el Oeste Av. Las Palmeras, por el norte Jr. Mariano Astete, por el este CA. Andamarca y por el sur el Reservorio de San Joaquín (Pasaje Santa Catalina).

### 1.2.2. Temporal

La investigación inició en enero del 2022 con las primeras visitas a campo y la recopilación de datos con la incorporación de prácticas pre profesionales a la Empresa

Prestadora de Servicios SEDA AYACUCHO. Desde julio del 2022 se realizará el programa experimental, redacción de tesis y la sustentación en enero del 2023.

### **1.2.3. Temática y unidad de análisis**

Determinar la influencia del control de presiones mediante el índice de reducción de pérdidas, basándonos en data histórica de la Empresa Prestadora de Servicios SEDA AYACUCHO así mismo evaluaremos la funcionalidad de las válvulas reductoras de presión y la funcionalidad de la red de distribución de agua potable, contando con las propiedades de la red del Sector San Joaquín de Huamanga-Ayacucho.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿En qué medida el control de la presión influye en la reducción de pérdidas de caudal y en la funcionalidad de la red de distribución de agua potable del sector San Joaquín de la ciudad de Ayacucho?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿En qué medida el índice de pérdidas de caudal influencia en la funcionalidad de la red de distribución de agua potable del sector de San Joaquín de la ciudad de Ayacucho?
- ¿Las válvulas reguladoras de presión existentes serán las suficientes para lograr un correcto control de presiones y funcionalidad de la red de distribución de agua potable del sector San Joaquín de la ciudad de Ayacucho?
- ¿Cómo las características de una red de distribución de agua potable influyen en su funcionalidad de la misma en el Sector San Joaquín de la ciudad de Ayacucho?

## **1.4. Justificación e importancia**

La importancia de esta investigación radica en el control de la presión del Sector San Joaquín de Ayacucho ya que gracias a la data histórica que nos proporciona la Empresa Prestadora de Servicios SEDA AYACUCHO, se puede observar la serie de quejas recurrentes de los usuarios de este sector, afirmando no tener la presión suficiente para el abastecimiento de sus domicilios.

Además de ello siendo uno de los sectores con menos usuarios y con 3 válvulas reductoras de presión y un sistema de distribución que parece ser perfecto, nos lleva a identificar la falla que existe en este sector ya sea por ineficiencia del sistema de distribución o la falta de válvulas reguladoras de presión, en el sector San Joaquín.

La Empresa Prestadora de Servicios SEDA AYACUCHO es la única que brinda esta clase de servicios de agua potable en la ciudad de Ayacucho y Huanta, entonces esto hace más grande su responsabilidad para con los usuarios, siendo el agua potable un recurso indispensable para la vida humana todos los días es de suma importancia. Con mejor calidad de servicio, mejor continuidad, mejor presión y mejor distribución de los recursos hídricos y actividades que nos aportan a aprender a conservar y proteger los recursos hídricos que actualmente se están volviendo escasos debido a una gestión inadecuada y a la contaminación ambiental.

### **1.5. Limitaciones de la investigación**

La investigación se limita a:

- Analizar y determinar solamente de reducción de pérdidas de caudal mediante parámetros de Agua no Facturada (ANF) y determinar el índice de pérdidas.
- Analizar y evaluar solamente el sistema de abastecimiento de agua potable del sector San Joaquín de Huamanga-Ayacucho.
- Obtener mediciones de data histórica de caudales, presión, volúmenes que son necesarios para el procesamiento de análisis de datos de la investigación durante los meses enero 2021 a mayo 2022.
- Utilizar las ecuaciones y valores recomendados por el Reglamento Nacional de Edificación y los requisitos del proyecto de agua potable y aguas residuales desarrollados por el departamento de vivienda, edificación y construcción para instalaciones. (MVCS, 2006).

### **1.6. Objetivos**

#### **1.6.1. Objetivo general**

Determinar la influencia del control de presiones en la reducción de pérdidas de caudal y la funcionalidad de la red de distribución de agua potable del Sector San Joaquín de Huamanga-Ayacucho.

**1.6.2. Objetivos específicos**

- Determinar el índice de pérdidas de caudal y su influencia en el funcionamiento de la red de distribución de agua potable del sector San Joaquín de la ciudad de Ayacucho.
- Evaluar si las válvulas reductoras de presión existentes son las suficientes para el correcto control de presiones y la mejora de la funcionalidad de la red de distribución de agua potable del sector San Joaquín de la ciudad de Ayacucho.
- Evaluar y analizar la influencia de las características de la red de distribución en el sector San Joaquín de la ciudad de Ayacucho mediante un modelamiento hidráulico en el software WATER GEMS.

## II. MARCO TEÓRICO.

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. *Investigaciones internacionales*

Bartolin (2011) en su indagación realizada en España, titulada "Confección de modelos de redes de distribución de agua desde un SIG y desarrollo de herramientas de apoyo a la toma de decisiones", menciona el objetivo que es determinar varios aspectos cruciales relacionados con la cantidad total de agua producida, la cantidad que llega a los usuarios y el volumen faltante, así como explorar el potencial de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la construcción y análisis de modelos matemáticos para la distribución de agua. El estudio nos presenta una herramienta llamada GISRed, que viene a ser un software que se basa en la fundación, simulación y modificación de patrones de redes de distribución de agua a través del entorno SIG, esta herramienta es especialmente útil al llevar a cabo diagnósticos y la planificación de diversos servicios, proporcionando apoyo específico en la gestión de ingeniería de redes, algunas de estas tareas específicas abarcaron el manejo de incidentes, la administración de la demanda, el control de pérdidas mediante análisis, la modelización analítica diaria y el seguimiento del consumo nocturno. Esta tesis ha realizado aportes relacionados con el crecimiento del software GISRed, que se ejerce como un alargamiento del sistema de información geográfica ArcView, facilitando la construcción y calibración de modelos matemáticos de aprendizaje de redes de distribución.

Campbell (2013) en su investigación realizada en España, titulada "Propuesta para una metodología de sectorización de redes de abastecimiento de agua potable", menciona que el objetivo de su estudio fue desarrollar un método computarizado que pueda utilizarse para mapear la distribución de agua potable según características hidráulicas y geográficas y para verificar fugas en la red. El autor del estudio sigue la metodología propuesta por Herrera para llevar a cabo su investigación, esta metodología se basa en estimar la cantidad de regiones necesarias en una red de distribución mediante agrupamiento espectral, sin embargo, el autor agrega un criterio adicional relacionado con la distribución de fugas en la red de distribución de agua potable. Los resultados derivados de esta metodología brindaron una evaluación estratégica de la red de distribución de agua potable, esta evaluación demostró que la implementación de esta red podría llevarse a cabo con múltiples objetivos que incluyen mejorar el control proactivo de fugas (CAF), supervisar la calidad del agua y contribuir a resolver problemas presentes en la red, como fugas, calidad del agua y reparaciones, entre otros, además estos problemas podrían enfrentarse a través de la posible reducción de tamaño durante el proceso de sectorización. No obstante, es importante



destacar que la realización de esta estrategia altera la conducta hidráulica de la red, esto se debe a que, al cerrar válvulas en las tuberías, se rompe el principio de redundancia hidráulica que normalmente tiene la red y como resultado, la red queda vulnerable a situaciones de desabastecimiento si falla una de las tuberías o alguno de sus componentes.

Fragoso (2016), en su investigación realizada en México, titulada “La sectorización en redes de agua potable para mejorar su eficiencia Hidráulica”, llevó a cabo un proyecto con el propósito de mejorar el suministro, la distribución y el control del flujo de agua en la sección MHO-31 de la delegación Miguel Hidalgo en la Ciudad de México, donde el enfoque central consistió en sincronizar la red de agua potable mediante la instalación de válvulas de seccionamiento y una válvula reguladora de presión, entre otros componentes. El autor para analizar la red hidráulica, utilizó el programa EPANET, y calibró el modelo considerando las pérdidas y el flujo de agua con base en datos recopilados por sensores, lo que le permitió mediante este estudio dividir la red en diferentes zonas y evaluar su comportamiento en varias situaciones: primero, con las válvulas de control de presión abiertas, y luego, con las válvulas en funcionamiento, donde se identificaron problemas comunes relacionados con caídas de presión en puntos específicos, altas velocidades y aumentos de presión en horas de bajo consumo, además la comprensión del funcionamiento hidráulico resultó crucial para abordar estos desafíos. El trabajo de Fragoso recomendó un uso más eficiente de la infraestructura, incluyendo la gestión de presión y la reducción de pérdidas, el modelo se ajustó tanto para abordar fugas en la red, utilizando tasas de fuga, como para regular la presión de las válvulas para prevenir rupturas de tuberías y la exacerbación de fugas. El autor menciona que los resultados obtenidos a través de EPANET mostraron que se logró recuperar 14.262 metros cúbicos de agua al día, lo que implicó un costo promedio de recuperación de 165 litros por segundo, gracias a una reducción significativa del 76,8 % de las fugas de la red (sin regulación de presión) y al 25,3 % (con presión regulable), estos resultados validaron la idea inicial de que la sectorización mejoraba el rendimiento hidráulico, además, se constató que el control electrónico en tiempo real de las fugas permitía una detección rápida y reparación eficiente, donde el volumen recuperado de agua se reasignaría para satisfacer las necesidades de otras áreas con déficits en este servicio.

### **2.1.2. Investigaciones nacionales**

Porras (2014), en su investigación “Reducción de pérdidas de caudal en red de tuberías para mejorar distribución de agua potable -sector San Carlos -La Merced”, Se menciona que la finalidad principal del presente estudio es reducir las pérdidas de agua en la red de abastecimiento de agua de la ciudad de La Merced, ubicada en Chanchamayo, y para lograr este objetivo se utilizan métodos como el balanceo hídrico y la zonificación para el sistema de control de presión. en la red de abastecimiento de agua, el objetivo es incrementar la continuidad de los servicios y en definitiva mejorar la situación del abastecimiento de agua en la EPS Selva Central S.A. El principal problema que afecta a EPS Selva Central S.A. respecto a la continuidad de los servicios es consecuencia de las pérdidas de volumen de agua (pérdidas físicas o reales) causadas por fugas en la red de abastecimiento de agua y volúmenes de agua asignados que no generan factura (pérdidas de agua aparentes). Por lo tanto, el método utilizado para calcular el balance hídrico y obtener los resultados de la división sectorial se utiliza de acuerdo con el procedimiento estándar establecido por la Asociación Alemana de Gas y Agua (DVGW), que se utiliza en los sectores principales de la ciudad. Los resultados obtenidos mediante la implementación de la división zonal, el uso adecuado del balance hídrico y la modelación de las redes de abastecimiento de agua arrojan un resultado significativo al estimar la cantidad de agua perdida en las redes de distribución, así mismo la distribución del área de San Carlos también disminuyó en un 40.5%. como un incremento en la continuidad promedio del servicio de agua potable en las zonas más altas de la ciudad de La Merced - Chanchamayo.

Facundo (2020) en su investigación “Control de presiones de agua potable para el mejoramiento del sistema a través de la metodología de la sectorización en el distrito de Chocope”, abordó la utilización de la sectorización como una solución moderna para optimizar la administración y la eficiencia del agua, en términos simples, la sectorización implica dividir la red de distribución en segmentos más pequeños para lograr un control más preciso del flujo y la presión del agua. El autor menciona que el propósito primordial del presente estudio fue presentar una alternativa de división que permitiera regular las presiones en la red de agua potable en el Distrito de Chocope, esta medida buscaba reducir las fugas y, por consiguiente, los niveles de agua no facturada. Entonces con la intención de lograrlo, se llevó a cabo una conclusión que abarcó tanto aspectos comerciales como operativos, estos diagnósticos proporcionaron la base para elaborar la propuesta de sectorización, además luego de recopilar datos y analizar el estudio topográfico, se desarrolló un ejemplo de sectorización, este modelo comprendió de forma inicial los desniveles del terreno para determinar la ubicación óptima de válvulas

rompe presión y válvulas de seccionamiento, donde el objetivo de esta elección era lograr una preferible inspección de los flujos y una conservación más eficiente de las redes de distribución, al mismo tiempo que se minimizaban los impactos en otros sectores.


## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Agua no Facturada o Índice de pérdidas (ANF)

Es la cantidad de agua producida que no se factura, es decir agua que no se ha facturado al cliente. Se expresa como un porcentaje de la cantidad de agua producida. Incluye pérdidas de agua por fugas en la red, medición insuficiente, mala asignación del consumo, consumos ocultos y costos de proceso (limpieza de filtros en plantas de tratamiento de agua potable). (SUNASS, 2018).

Se trata de agua que no es monetizada a los clientes y por lo mismo no genera ningún ingreso monetario para la empresa de agua. Puede expresarse como la diferencia entre el volumen introducido en el sistema y el consumo permitido a facturar. En la Figura 4, se destacan todos los factores que aportan al ANF y al rango. (Fallis et al, 2011).

**Figura 4**  
*Factores claves que influyen las fugas*



<b>Indicador</b>	Agua No Facturada (antes Agua no Contabilizada)
<b>Definición</b>	Mide la proporción del volumen de agua potable producida que no es facturada por la empresa prestadora.
<b>Fórmula</b>	$\frac{\Sigma (\text{Volumen Producido agua} - \text{Volumen facturado agua})}{\Sigma \text{ Volumen producido de agua}}$
<b>Unidad de medida</b>	Porcentaje (%)
<b>Ámbito de Aplicación</b>	Por Empresa Prestadora de Servicios

*Nota.* Extraído de (Fallis et al, 2011)

### 2.2.2. Dotación de agua Potable

La Dotación se define como la cantidad típica de agua potable, medida en litros por persona y día, que una persona utiliza diariamente. Podemos determinar los costos del sistema de distribución utilizando los resultados de este cálculo para aplicarlos a los costos de consumo de la población. La cantidad de agua consumida varía a lo largo del año según las estaciones, los días de la semana y las horas del día, todo lo cual está directamente influenciado por las condiciones climáticas, el tamaño y nivel de industrialización de la ciudad, la presión, la calidad del agua, etc. (MVCS, 2006).

R.N.E, en el capítulo 1.4 de la Norma OS.100 nos menciona: La media diaria anual por poblador se establecerá a través un estudio de consumo corroborado, basado en información estadística contrastada. (MVCS, 2006). Entonces si no se acredita la procedencia de estudios de consumo y no se justifica su realización, se tomarán los valores siguientes:

**Tabla 5**  
*Dotación promedio de consumo*

<b>LOTES SUPERIORES A 90 M2</b>	
<b>Climas fríos</b>	180 lt/hab/día
<b>Climas templados y cálidos</b>	220 lt/hab/día
<b>LOTES INFERIORES A 90 M2</b>	
<b>Climas fríos</b>	120 lt/hab/día
<b>Climas templados y cálidos</b>	150 lt/hab/día

Nota. La tabla muestra los lotes mayores y menores a 90 M2, por (MVCS, 2006).

### 2.2.3. Caudal de diseño

Según López (2003), indica que, para diseñar las diversas estructuras hidráulicas de los sistemas de ductos de agua, es preciso deducir el caudal necesario, el cual debe combinar las necesidades de la población de diseño con el costo de construcción del ducto de agua para flujos extremos. Normalmente trabajamos con 3 tipos de flujos, a saber:

- Caudal medio diario
- Caudal máximo diario
- Caudal máximo horario

Las estructuras de acueductos están diseñadas para un alto flujo diario cuando existe un mecanismo de control de flujo, como un tanque de almacenamiento.

De lo contrario, todo el acuífero debe diseñarse con un caudal máximo horario. La red de distribución está diseñada pensando en los caudales máximos diarios (Lopez, 2003, p.59).

### **Caudal Medio Diario**

Lopez (2003), Dice que es el caudal promedio obtenido en un año de datos y es la fuente para estimar el máximo diario y el máximo horario, es el caudal promedio estimado de la población en 24 horas. El caudal, expresado en litros por segundo, se obtiene de la siguiente manera:

$$Q_{promedio} = \frac{Dot \cdot Pf}{86400}$$

Donde:

- *Dot* = Dotación (l/hab/día)
- *Pf* = Población futura (hab)

### **Caudal máximo Diario**

MVCS (2006), expresa el caudal máximo diario, definido como el día de mayor demanda en una serie de registros observados durante los 365 días del año, calculado a partir de la siguiente expresión:

$$Q_{máximo\ diario} = k_1 \cdot Q_{promedio}$$

Donde:

- $Q_{promedio}$  = Caudal medio diario (l/s)
- $k_1$  = Coeficiente caudal máximo diario (adimensional)

Agüero (1997), Para el consumo máximo diario ( $Q_{md}$ ) se tendrá en cuenta entre el 120% y el 150% del consumo medio anual ( $Q_{md}$ ), siendo una media recomendada del 130%.

### **Caudal máximo Horario**

MVCS (2006), dice que el caudal máximo horario normalmente se calcula de la siguiente manera y se define como la hora máxima de consumo en el transcurso de un año completo.

$$Q_{máximo\ promedio} = k_2 \cdot Q_{máximo\ diario}$$

$$Q_{\text{máximo promedio}} = k_1 \cdot k_2 \cdot Q_{\text{máximo diario}}$$

Donde:

- $Q_{\text{máximo diario}}$  = Caudal máximo diario (l/s)
- $k_2$  = Coeficiente caudal máximo horario (adimensional)

Para el consumo máximo horario (Qmh) se considerará entre el 180% y 250% del consumo promedio anual (Qm), recomendándole el valor máximo de 250%.

#### **2.2.4. Variaciones Diarias**

Diariamente se analizan estas variables, las cuales son provocadas por cambios climáticos. Lo principal es determinar el porcentaje máximo en que se relaciona la variación diaria con el consumo promedio diario anual del día de máxima demanda, y para dar a conocer un porcentaje será necesario determinar el coeficiente de variación diaria máxima, el cual se representa  $k_1$  y en RNE según MVCS (2006) el valor recomendado es:

$$k_1 = 1.30 \text{ (coeficiente máximo anual de demanda diaria)}$$

#### **2.2.5. Variaciones Horarias**

MVCS (2006), Durante cada día, el consumo de agua comunitario varía de hora en hora dependiendo del hábito que crean las personas día a día y sus programaciones diarias en el hogar. Estas variables aumentan la cantidad máxima de demanda horaria, representada por  $k_2$ , que corresponde a la hora de mayor demanda y que RNE sugiere valores entre 1,80 y 2,50.

**Tabla 6**  
Valores de  $K_2$  según población

<b>POBLACION</b>	<b>K2</b>
2000 a 10000 Hab	2.5
Mayores a 10000 Hab	1.8

*Nota.* Información extraída (MVCS, 2006).

### 2.2.6. Presión

Las zonas de presión están delimitadas por la topografía, presiones exiguas y área de influencia del depósito. La topografía limita el área de suministro, considerando que en ningún punto de la red de distribución la presión estática no excederá los 50 metros y en circunstancias de punta de demanda horaria la presión dinámica no será menor a los 10 metros, norma OS .050 conducida por (MVCS, 2006) y publicado en el Reglamento Nacional de Edificación.

### 2.2.7. Gestión de la Presión

Fallis et al. (2011), Señala que el manejo de la presión ayuda a reducir la pérdida real de agua al reducir la escorrentía reportada y no reportada. Se reduce la presión innecesaria o excesiva y se eliminan las grandes fluctuaciones de presión. Esto a su vez reduce las roturas de tuberías en la red de distribución de agua, ayudando a prolongar la vida útil de la red.

En la Tabla 7 se consolida los aprovechamientos del manejo de la presión para las compañías de agua, los consumidores y la conservación de los recursos hídricos. Incluso cuando los niveles iniciales de presión son bajos, el manejo de la misma puede ser una solución inmediata y rentable.

**Tabla7**

Beneficios de la gestión de la presión

<b>BENEFICIOS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Recursos Hídricos</b>	Consumo reducido y, por lo tanto, la duración del recurso hídrico a través del tiempo, así como costos menores en explotación.
	Menores caudales, fugas y rupturas.
<b>Empresa de Agua</b>	Costos de reparación menores para tuberías principales y servicios.
	Reemplazos diferidos y vida ampliada del activo.
	Costo reducido del control activo de fugas.
	Frecuencia reducida de estallidos y fugas.
<b>Cliente</b>	Suministro más estable
	Menos problemas respecto a las tuberías y aparatos del cliente.
	Mitigación de riesgos de salud.

Nota. La tabla muestra de forma descriptiva que beneficios hay en una gestión de presión (Fallis et al, 2011).

### **2.2.8. Válvulas Reductoras de Presión**

MVCS (2006), la red de distribución estará equipada con válvulas de interrupción para permitir la separación de los tramos de la red que no superen los 50 metros de columna de agua. Se instalarán válvulas de interrupción en todas las estaciones. Lo ideal es que haya válvulas a 4 metros de la esquina o entre los límites de calzada y vereda. Las válvulas a presión deben instalarse en lugares convenientes, seguros y fáciles de operar y mantener.

### **2.2.9. Red de Distribución de Agua Potable**

Una red de distribución de agua consta de una serie de tuberías, accesorios y estructuras diseñadas para transportar agua desde un depósito de suministro o tanque de distribución hasta puntos de extracción de agua doméstica y potable. Su finalidad es suministrar agua a los consumidores para fines privados, públicos, comerciales e industriales, así como para situaciones de emergencia, por ejemplo. la extinción de incendios. (CONAGUA, 2014).

### **2.2.10. Tipo de Red de Distribución**

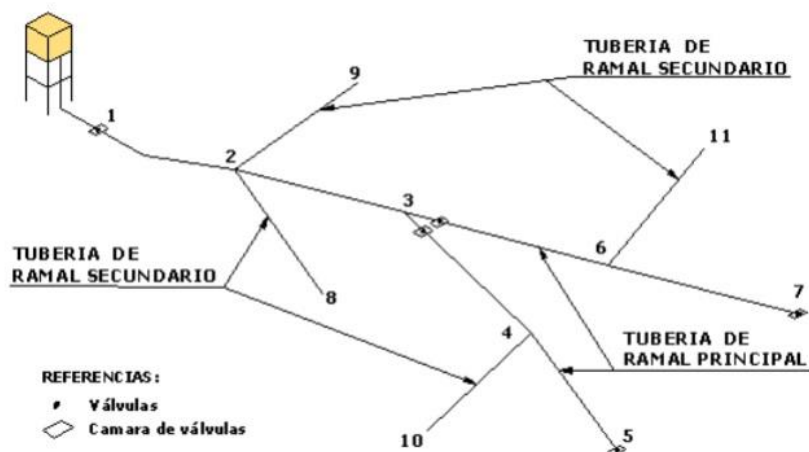
Tenemos dos tipos de sistemas de redes de distribución según al terreno, la vialidad y la ubicación de las fuentes de suministro. (Lossio, 2012).

#### **Sistema abierto o ramificado**

Estas redes de distribución esta formadas por empresas matrices y sus filiales. Se emplea en los casos en que el terreno dificulta o no permite conectar ramales y cuando la población se desarrolla de forma lineal (principalmente a lo largo de ríos o caminos). (Agüero, 1997).



**Figura 5**  
*Esquema de una red abierta o ramificada*

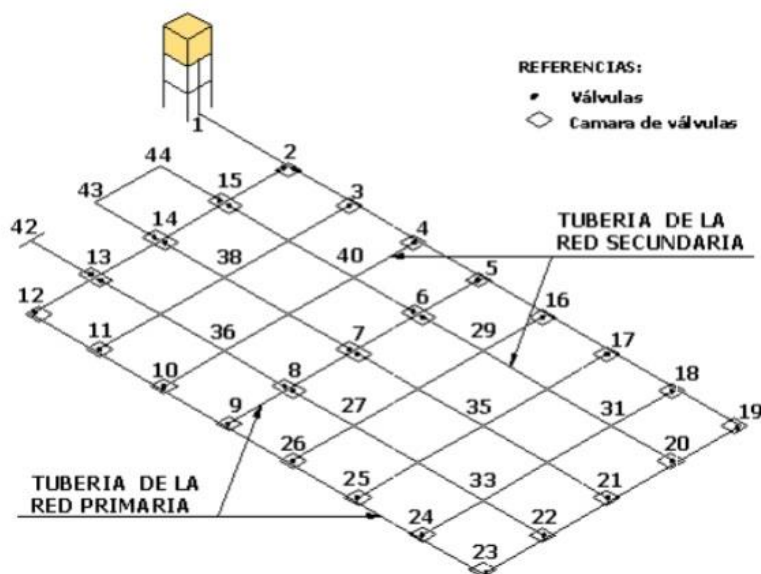


*Nota.* Imagen extraída de (Magne, 2008).

### Sistema cerrado

Se trata de redes formadas por tubos interconectados, formando las conocidas mallas. Se recomienda utilizar este tipo de red y se intentará mediante la interconexión de tuberías, con el fin de crear un circuito cerrado que nos brinde una utilidad más competente y duradero. Al eliminar los puntos ciegos, si es necesario efectuar reparaciones en las tuberías y la escasez de agua, se puede aminorar a un bloqueo que dependa de la localización de las válvulas. (Magne, 2008).

**Figura 6**  
*Esquema de una red cerrada.*



*Nota.* Imagen extraída de (Magne, 2008).

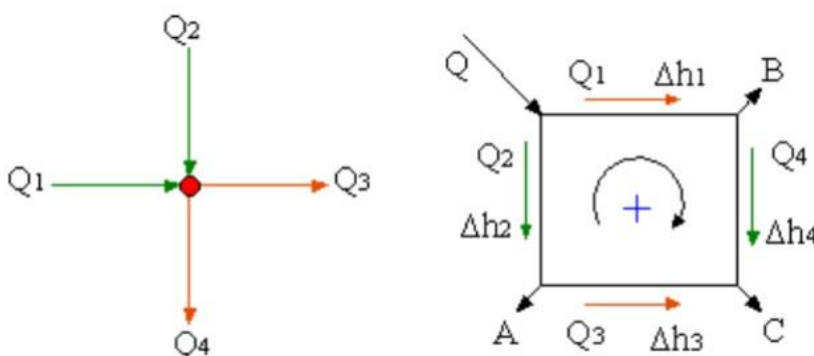
### Sistema mixta o combinada

Agüero (1997), plantea que es un procedimiento de intentos sucesivos y aproximaciones, asume una distribución de flujo y calcula el error de pérdida de presión para cada circuito. Cualquier red de tuberías debe cumplir las siguientes restricciones:

- La suma algebraica de las pérdidas locales de carga alrededor de un circuito debe ser cero.
- La cantidad de flujo que entra en un nudo debe ser igual a la cantidad de flujo que sale de ese nudo.
- El caudal que ingresa a la red debe ser igual al caudal que sale de ella.
- Los caudales asignados deben ocasionar velocidades adecuadas a la especificación reglamentaria

**Figura 7**

*Esquema de ley de la continuidad de la masa en los nodos*



*Nota.* Imagen extraída de (Magne, 2008).

#### 2.2.11. Características de una Red de Distribución de Agua Potable

##### Diámetro Mínimo

Según MVCS (2006), el diámetro menor para uso particular es de 75 mm y el diámetro menor para uso industrial es de 150 mm. En casos especiales y debidamente justificados, se podrán aceptar tramos de tubería de 50m a 100m de diámetro si se alimenta por un extremo o de hasta 200m de longitud en caso se suministre por ambos lados, con la condición que la tubería sea de mayor diámetro y la sección esté ubicada en el lindero menor de la zona de presión.

## **Velocidad**

Según MVCS (2006), la velocidad máxima es de 3 m/s. En situaciones debidamente sustentados se admitirá una velocidad máxima de 5 m/s.

## **Ubicación**

Según MVCS (2006), En vías de ancho igual o inferior a 20 metros, se dispondrá una línea en un lado de la vía y, si es posible, en el lado superior, salvo se sustente el montaje de 2 líneas paralelas, en vías y en otros sentidos desde 20 metros de ancho, se formará una línea a cada lado de la vía. En las autopistas, las tuberías de agua potable deben diseñarse con una cubierta de al menos 1 m desde el grifo de la tubería.

## **Gradiente hidráulico**

El gradiente hidráulico tiene como concepto la pérdida de energía experimentada por unidad de longitud recorrida por el agua; es decir, representa la pérdida o cambio de potencial hidráulico por unidad de longitud, medida en el sentido de flujo de agua.

### **2.3. Marco conceptual**

#### **2.3.1. Modelo Hidráulico**

El modelado hidráulico es una ciencia basada en ciertos principios físicos. Ya sea un concepto general de análisis dimensional o conceptos derivados de ecuaciones empíricas en procesos específicos, el modelado se basa en la comprensión de los fenómenos dominantes en la identificación de la intensidad del fenómeno. Esto se logra eligiendo la escala adecuada. Finalmente está la interpretación de los resultados y su aplicación en la resolución de problemas prácticos, donde se debe tener en cuenta el llamado "efecto escala". (Castro, 2016).

#### **2.3.2. WaterGems V8I.**

WaterGEMS es un instrumento de apoyo a la toma de decisiones completas y sencillo de usar para profesionales hidráulicos que diseñan, planifican y operan sistemas de distribución de agua. El software nos ayudará a perfeccionar la comprensión del comportamiento de la infraestructura como conjunto, que respuesta nos da a las estrategias operativas y cómo se debe desarrollarse al aumento de la población y su demanda, así mismo nos ayuda a construir y gestionar modelos hidráulicos. (Bentley, 2016).

### **2.3.3. Consumo Doméstico**

Es la cantidad de agua potable que es consumida en los hogares y dependerá de la cantidad de habitantes y clase socioeconómica de los mismos, de la misma manera tendrá variaciones debido a los factores que se presentan a continuación: presión del agua en la red, presencia de aguas residuales sanitarias, costo del agua. (Terán, 2012).

### **2.3.4. Demanda**

A la hora de diseñar sistemas hidráulicos urbanos, es importante determinar las demandas futuras de agua, calculando la suma de los diferentes consumos por diferentes clases socioeconómicas y proyecciones poblacionales. (Jiménez, 2012).

### **2.3.5. Pérdidas Físicas Reales**

Los daños físicos corresponden a la cantidad de agua perdida por fallas de la infraestructura instalada: grietas, roturas y filtraciones. Los causales de falla incluyen: (i) causas potenciales de la aplicación de medidas de control, tales como presiones altas, calidad de materiales, procesos constructivos y condiciones de mantenimiento de materiales y elementos estructurales. Esto puede deberse a factores como las características del agua y del suelo, peligros de terceros, consecuencia de las raíces de los árboles en las tuberías y presiones externas, entre otros (Fallis et al., 2011)

### III. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

#### **3.1. Enfoque**

La investigación se considera de tipo mixta (cuantitativa y cualitativa). Según (Barrantes, 2002, p.100) el enfoque mixto se define como el proceso que recopila, analiza y prepara datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio.

##### **3.1.1. De acuerdo a la orientación**

Es de tipo aplicada, basado en el descubrimiento y el desarrollo, y nos recompensa con el uso y resultados prácticos del conocimiento. La Investigación Acción requiere conocer, hacer, actuar, construir y mejorar. Según Borjas (2012), la investigación aplicada requiere la identificación, movilización, construcción y perfeccionamiento de realidades problemáticas. Está más interesado en aplicar conocimientos de valor general que inmediatamente al problema.

##### **3.1.2. De acuerdo con la recolección de datos**

Retrolectivo, según Creswell y Creswell J. (2017), La información se recolecta a través de bases de datos.

##### **3.1.3. De acuerdo al tipo**

Explicativo, según Hernández Y Mendoza (2018), es aquella que tiene relación causal; No se limita a definir o abordar un problema, sino que intenta encontrar sus causas.

#### **3.2. Alcance**

Esta investigación presenta un alcance explicativo ya que determinaremos las causas de los fenómenos, lograremos explicar el por qué sucede una manifestación y en qué circunstancias se suscita. Entonces lograremos explicar cuáles son las causas para que se logre el control de presiones en el sector de San Joaquin, y el por qué se relaciona con la reducción de pérdidas y la funcionalidad del sistema de distribución de agua potable del sector en estudio.

### **3.3. *Diseño de investigación***

Según Hernández (2016), la investigación cuantitativa no experimental se define como aquella que se ejecuta sin manipulación intencional de variables. Lo que se hace en la investigación no experimental es vigilar los fenómenos tal como ocurren en condiciones naturales y luego analizarlos.

Según Borjas (2012), longitudinal se utiliza cuando el interés del investigador es analizar los cambios en algunas variables o la relación entre ellas a través del tiempo. Recopilan datos en puntos especiales a lo largo del tiempo para desarrollar explicaciones sobre los determinantes y los resultados del cambio.

La investigación que se realizará será no experimental con diseño longitudinal, ya que se recolectarán datos en un determinado periodo de tiempo.

### **3.4. *Población y muestra.***

#### **3.4.1. *Población***

Los 12 sectores de red de distribución de agua potable de Huamanga-Ayacucho.

#### **3.4.2. *Muestra***

La red de distribución de agua potable del Sector San Joaquín.

### **3.5. *Hipótesis***

#### **3.5.1. *Hipótesis general***

Identificando la influencia del control de las presiones se logrará la reducción de pérdidas de caudal y una eficacia en la funcionalidad de la red abastecimiento del sistema de distribución de agua potable del Sector San Joaquín de la ciudad de Ayacucho.

#### **3.5.2. *Hipótesis específicas.***

- Identificando el índice de pérdidas de caudal y su influencia en la funcionalidad de la red de distribución de agua potable, se logrará determinar el nivel de pérdidas, además de poder medir la evolución de este indicador mes a mes en el sector de San Joaquín de la ciudad de Ayacucho.
- Logrando la evaluación del funcionamiento y eficiencia de las válvulas reductoras de presión mediante un modelamiento hidráulico se determinará si

son suficientes para obtener el control de las presiones y a su vez mejorar la funcionalidad de la red de distribución de agua potable del sector de San Joaquín de la ciudad de Ayacucho.

- Evaluando las características de la red de distribución mediante el modelamiento hidráulico en WATER GEMS se puede determinar su influencia en la funcionalidad del Sector San Joaquín de la ciudad de Ayacucho.

### **3.6. Operacionalización de variables, definición conceptual y operacional**

Según Borjas (2012), su definición es el desarrollo por el cual se define cómo medir las variables creadas en la hipótesis, debido a que en muchos casos es necesario traducirlas en indicadores analíticos que puedan ser medidos.

**Tabla 8**  
*Operacionalización de Variables*

<b>Variables</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Tipo</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Medición</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Instrumento</b>
<b>Control de presión</b>	La presión de agua, es la fuerza con la que sale el agua de una llave o regadera	Independiente	Cuantitativa	Ordinal	Válvulas reductoras de presión	Presiones	m.c. a	Manómetro y Data Logger
						Clases de tubería	Global	Observación
						Curvas de nivel	msnm	Estación total
<b>Reducción de pérdidas</b>	Refiere al agua que es producida pero nunca llega al consumidor, ya que se pierde a lo largo de la red de distribución.	Dependiente	Cuantitativa	Ordinal	Índice de pérdidas	Volumen de ingreso al sistema (acumulado del mes)	m <sup>3</sup>	Registro del departamento de Catastro Técnico-EPS SEDA AYACUCHO
						Volumen facturado (acumulado del mes)	m <sup>3</sup>	
<b>Funcionalidad de la red de distribución de agua potable</b>	La red de distribución de agua potable es el conjunto de instalaciones que la empresa de abastecimiento tiene para transportar desde el punto o puntos de captación y tratamiento hasta hacer llegar el suministro al cliente en unas condiciones que satisfagan sus necesidades.	Dependiente	Cualitativa	Nominal	Características de la red de distribución de agua potable	Diámetros de tubería	Pulgadas	Plano de Redes por área de influencia - EPS AYACUCHO
						Tipos de tubería	Global	Plano de Redes por área de influencia - EPS AYACUCHO
						Caudal (promedio, máximo horario, mínimo)	L/s	Caudalímetro portátil
						Número de conexiones	Und	Plano Cartográfico EPS AYACUCHO

*Nota.* Elaboración propia



### 3.7. Técnicas e instrumentos

Las técnicas que fueron empleadas en este estudio son de análisis situacional y observación no experimental y la data histórica que nos proporcionó la EPS SEDA AYACUCHO.

El instrumento para el trabajo que se realizará en campo se utilizarán algunos instrumentos de medición y señalización, entre estos se encontrarán:

- Hoja de registro de datos de la EPS SEDA AYACUCHO
- Data Logger
- Plano de distribución del sistema de agua potable.
- Plano de sectorización y de curvas de nivel del sector en estudio.
- Consolidación de cuadros comerciales de la EPS SEDA AYACUCHO.

### 3.8. Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información

Las pruebas de hipótesis se realizarán de forma manual y digital, se organizarán y procesarán para presentar datos de una manera organizada, clara y sencilla.

Para procesar los datos de este estudio se emplearán los siguientes softwares o programas:

- **Microsoft Office Excel 2021**, Se realizó el vaciado de datos en base a los formularios utilizados. Este procedimiento nos posibilita configurar la matriz del sistema de información que se adjuntará al informe.
- **AutoCAD 2018**AutoCAD, viene a ser un software de diseño que se logra manipular con el uso de la computadora y nos da el producto de dibujo 2D y modelado 3D.
- **Microsoft Office Word 2021**, es un programa informático orientado al procesamiento de textos para la presentación del informe final.
- **Google Earth**, es un programa informático que nos permite ver un mundo virtual donde se logra encontrar multitud de cartografías basadas en fotografías satelitales.
- **WaterGems V8i**, este es un programa que nos permite realizar simulación o modelado hidráulico de una red. Su creador viene a ser la empresa Bentley Systems, Incorporated.

### 3.9. Desarrollo del trabajo de tesis

#### 3.9.1. Red de distribución de agua (RDA)

**Tabla 9**  
Cantidad de clientes según clase - reales

MESES	DOMÉSTICO	%	COMERCIAL	%	INDUSTRIAL	%	ESTATAL	%	SOCIAL	%	TOTAL	%
PERIODO 2021												
<b>ENERO</b>	49,724	89.91%	4,849	8.77%	310	0.56%	293	0.53%	127	0.23%	55,303	100.00%
<b>FEBRERO</b>	49,910	90.00%	4,841	8.73%	281	0.51%	293	0.53%	128	0.23%	55,453	100.00%
<b>MARZO</b>	50,016	89.91%	4,844	8.71%	347	0.62%	296	0.53%	128	0.23%	55,631	100.00%
<b>ABRIL</b>	50,306	89.85%	4,843	8.65%	419	0.75%	295	0.53%	128	0.23%	55,991	100.00%
<b>MAYO</b>	50,615	89.82%	4,872	8.65%	440	0.78%	296	0.53%	128	0.23%	56,351	100.00%
<b>JUNIO</b>	50,715	89.85%	4,885	8.66%	417	0.74%	296	0.52%	128	0.23%	56,441	100.00%
<b>JULIO</b>	50,890	89.89%	4,896	8.65%	405	0.72%	297	0.52%	124	0.22%	56,612	100.00%
<b>AGOSTO</b>	51,102	90.13%	4,883	8.61%	292	0.52%	297	0.52%	124	0.22%	56,698	100.00%
<b>SETIEMBRE</b>	51,229	90.24%	4,888	8.61%	245	0.43%	298	0.52%	110	0.19%	56,770	100.00%
<b>OCTUBRE</b>	51,729	90.51%	4,879	8.54%	136	0.24%	299	0.52%	110	0.19%	57,153	100.00%
<b>NOVIEMBRE</b>	51,982	90.50%	4,877	8.49%	167	0.29%	305	0.53%	110	0.19%	57,441	100.00%
<b>DICIEMBRE</b>	52,282	90.46%	4,874	8.43%	216	0.37%	314	0.54%	110	0.19%	57,796	100.00%
PERIODO 2022												
<b>ENERO</b>	52,465	90.49%	4,871	8.40%	214	0.37%	316	0.55%	110	0.19%	57,976	100.00%
<b>FEBRERO</b>	52,777	90.53%	4,868	8.35%	227	0.39%	316	0.54%	109	0.19%	58,297	100.00%
<b>MARZO</b>	53,210	90.58%	4,873	8.30%	235	0.40%	316	0.54%	109	0.19%	58,743	100.00%
<b>ABRIL</b>	53,434	90.63%	4,880	8.28%	216	0.37%	318	0.54%	109	0.18%	59,957	100.00%
<b>MAYO</b>	53,687	90.68%	4,882	8.25%	210	0.35%	320	0.54%	109	0.18%	59,208	100.00%

Nota. Elaboración propia

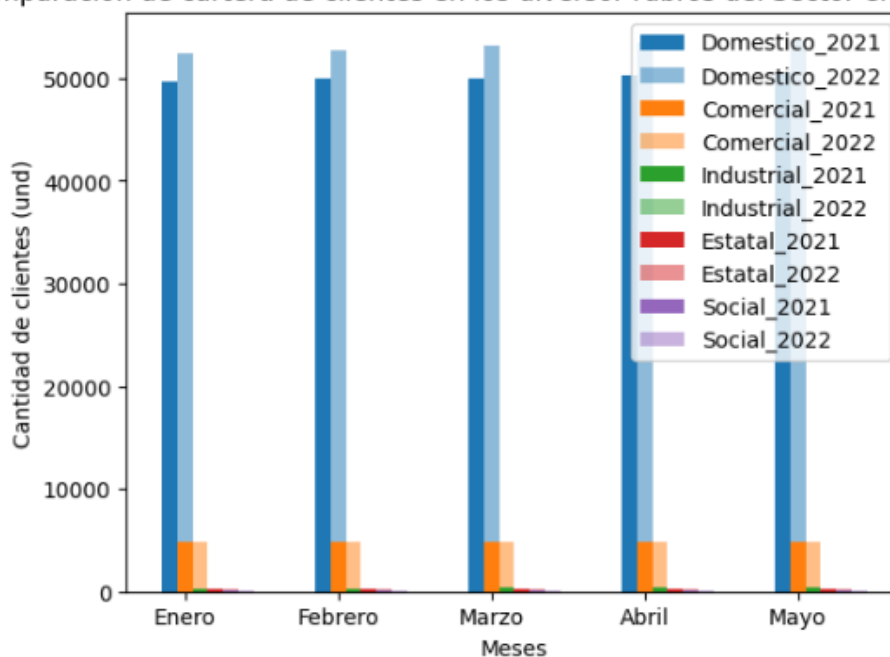
La tabla 9 presenta una distribución mensual de porcentajes y valores absolutos en diferentes categorías o sectores: doméstico, comercial, industrial, estatal y social para los años 2021 y 2022 y en la figura 8 se muestra una gráfica donde se visualizan los niveles de cantidad de clientes reales representados en la tabla 9, donde en el eje horizontal se representan los meses del año, mientras que en el eje vertical se observa la cantidad de clientes reales expresados en unidades (und).

Además, la gráfica despliega barras de diferentes colores para distinguir entre los sectores y los años, donde cada par de barras correspondientes a un mes en particular compara directamente los volúmenes facturados entre 2021 y 2022 para cada sector, por lo que se puede observar cómo la cantidad de clientes varían mes a mes y cómo se comparan estos valores entre los dos años.

### Figura 8

*Comparación de cantidad de clientes en diversos rubros del sector en 2021 y 2022*

Comparación de cartera de clientes en los diversos rubros del Sector en 2021 y 2022



*Nota.* Elaboración propia

A continuación, se relata la cantidad de clientes reales el cual es visualizado en la figura 8.

- **Doméstico:** Es la categoría con el mayor porcentaje en ambos años, oscilando entre 89.82% y 90.68%. Esto indica una predominancia significativa. A lo largo

de los meses, hay un incremento gradual en los valores absolutos, pasando de 49,724 en enero de 2021 a 53,687 en mayo de 2022.

- **Comercial:** Aunque menor en comparación con la categoría doméstica, tiene una presencia estable, fluctuando entre 8.40% y 8.77%. Los valores absolutos se mantienen alrededor de 4,850, con ligeros aumentos y disminuciones.
- **Industrial:** Esta categoría presenta la mayor variabilidad en porcentajes, oscilando entre 0.24% y 0.78%. Hay un notable descenso en octubre de 2021, pero se recupera levemente en 2022.
- **Estatal:** Los porcentajes se mantienen bastante constantes entre 0.52% y 0.55%. Esto refleja una estabilidad en la proporción estatal en relación con el total.
- **Social:** Esta es la categoría con los valores más bajos, oscilando entre 0.18% y 0.23%. A pesar de las bajas cifras, se mantiene consistente a lo largo de los meses.

Se muestra que la categoría doméstica es predominante en ambos años, mientras que las otras categorías muestran estabilidad con leves fluctuaciones, esto indica que el sector doméstico tiene una prioridad o demanda significativamente más alta en comparación con otros sectores, lo que indica que no existe mucha industrialización reflejándose en el predominio del uso doméstico.

### ***3.9.2. Principales índices de consumo en la red de distribución de agua***

#### **3.9.2.1. Red de distribución de agua doméstico**

La red de distribución de agua doméstico el cual se visualiza en la tabla 10 muestra una evolución en el sector doméstico desde diciembre de 2021 hasta mayo de 2022, donde hay un aumento constante en los valores absolutos, comenzando con 52,282 en diciembre de 2021 y alcanzando 53,687 en mayo de 2022. Esta tendencia ascendente también se refleja en los porcentajes, que suben sutilmente desde el 90.46% en diciembre de 2021 al 90.68% en mayo de 2022. Aunque el incremento porcentual es menor, indica una creciente dominancia o estabilidad del sector doméstico en el periodo analizado, lo que demuestra una demanda constante o un crecimiento sostenido en el sector doméstico durante estos dos meses.

**Tabla 10**

*Cuadro de la red de distribución de agua de cartera de clientes del rubro doméstico*

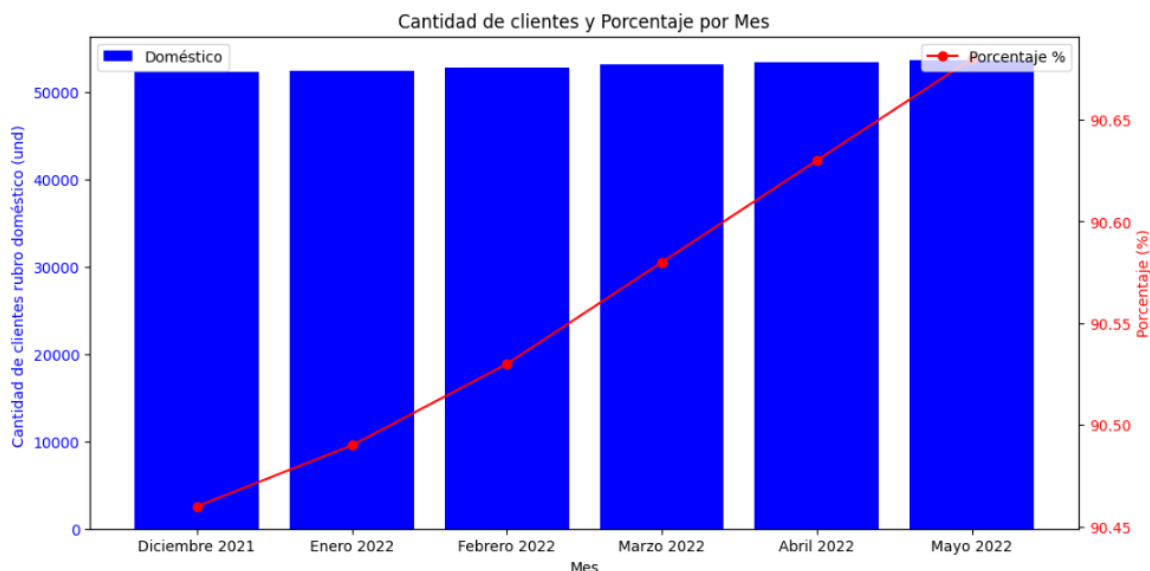
MES	DOMÉSTICO (und)	%
PERIODO 2021		
<b>DICIEMBRE</b>	52,282	90.46%
PERIODO 2022		
<b>ENERO</b>	52,465	90.49%
<b>FEBRERO</b>	52,777	90.53%
<b>MARZO</b>	53,210	90.58%
<b>ABRIL</b>	53,434	90.63%
<b>MAYO</b>	53,687	90.68%

*Nota.* Elaboración propia

A continuación, se muestra la figura 9 donde se visualiza la evolución en cantidad de los clientes reales en el sector doméstico, expresado en metros cúbicos, a lo largo de varios meses, desde diciembre de 2021 hasta mayo de 2022.

**Figura 9**

*Cantidad de clientes y porcentaje en el sector doméstico*



*Nota.* Elaboración propia

En el mismo gráfico, también se representa la variación porcentual correspondiente a cada mes, donde se puede observar cómo ambos, la cantidad de clientes y el porcentaje, han experimentado un crecimiento progresivo en el periodo

mencionado, esta visualización facilita la comparación de los niveles de volumen facturado entre los diferentes meses y permite evaluar las tendencias y patrones en el consumo de agua en el sector doméstico.

### 3.9.2.2. Red de distribución de agua comercial

La red de distribución de agua comercial se muestra en la tabla 11 donde se presenta los datos relacionados con el sector comercial desde diciembre de 2021 hasta mayo de 2022, se observa una disminución en el porcentaje representativo del sector, comenzando con un 8.43% en diciembre de 2021 y descendiendo a un 8.25% en mayo de 2022. Los valores absolutos se mantienen relativamente estables, oscilando alrededor de 4,870, pero mostrando una tendencia marginalmente ascendente en términos numéricos. Aunque la variación porcentual es pequeña, refleja una reducción en la proporción del sector comercial en relación al total, esto sugiere que, a pesar de la estabilidad en números absolutos, su participación relativa ha disminuido ligeramente.

**Tabla 11**

*Cuadro de la red de distribución de agua de cartera de clientes del rubro comercial*

<b>MES</b>	<b>COMERCIAL (und)</b>	<b>%</b>
PERIODO 2021		
<b>DICIEMBRE</b>	4,874	8.43%
PERIODO 2022		
<b>ENERO</b>	4,871	8.40%
<b>FEBRERO</b>	4,868	8.35%
<b>MARZO</b>	4,873	8.30%
<b>ABRIL</b>	4,880	8.28%
<b>MAYO</b>	4,882	8.25%

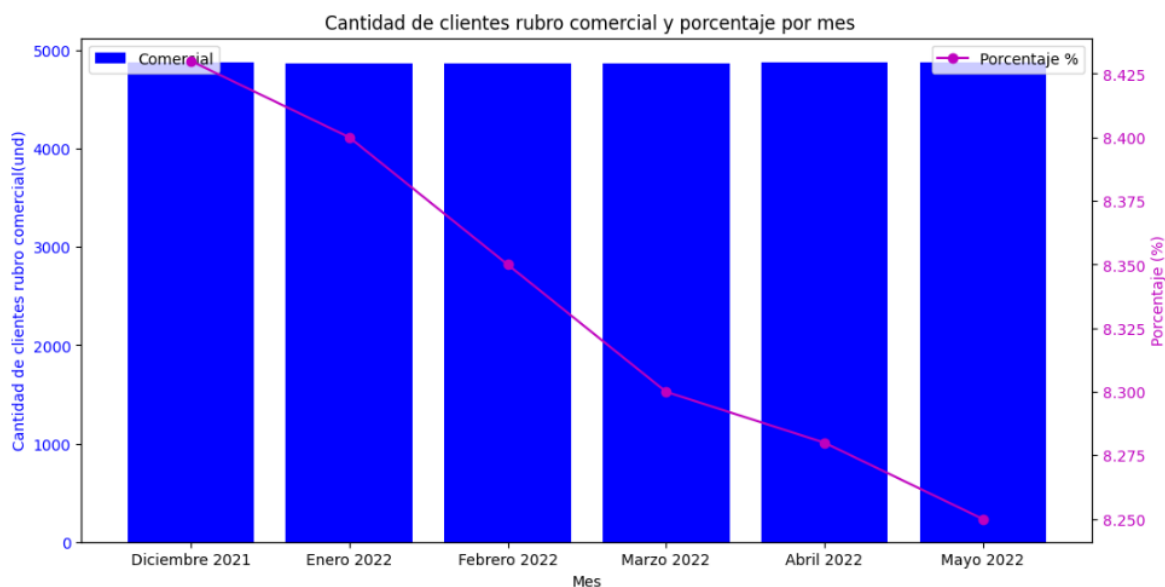
*Nota.* Elaboración propia

Seguidamente, se presenta la figura 10, en la cual se ilustra la evolución de la cantidad de clientes reales en el sector comercial, donde dicho volumen está expresado en unidades, y se observa a lo largo de varios meses, desde diciembre de 2021 hasta mayo de 2022, a su vez, en la misma gráfica, se puede apreciar la variación porcentual

correspondiente a cada mes, reflejando de este modo, las fluctuaciones y tendencias dentro del periodo mencionado en el sector comercial.

**Figura 10**

*Cantidad de clientes y porcentaje en el sector comercial*



*Nota.* Elaboración Propia

### 3.9.2.3. Red de distribución de agua industrial

La red de distribución de agua industrial, presentado en la tabla 10, ofrece una visión detallada de la trayectoria del sector Industrial a lo largo de un periodo comprendido entre diciembre de 2021 y mayo de 2022, donde durante estos meses, los valores absolutos del sector oscilaron en un rango de 210 a 235 usuarios y en cuanto a su representatividad porcentual, se observan fluctuaciones notables, indicando que, en diciembre de 2021 y enero de 2022, el porcentaje se mantuvo en un 0.37% alcanzando su cúspide en marzo con un 0.40%, demostrando que esta tendencia ascendente no perduró, y para mayo de 2022, la proporción se redujo a un 0.35%. Aunque la variabilidad en cifras absolutas parece menor, es evidente que la participación del sector industrial ha sufrido un ligero descenso en el marco temporal estudiado, este comportamiento contrasta, particularmente, cuando se compara con la red de distribución de agua del sector doméstico, subrayando una no tan marcada productividad en el ámbito industrial durante este periodo.

**Tabla 12**

*Cuadro de la red de distribución de agua cartera de clientes del rubro industrial*

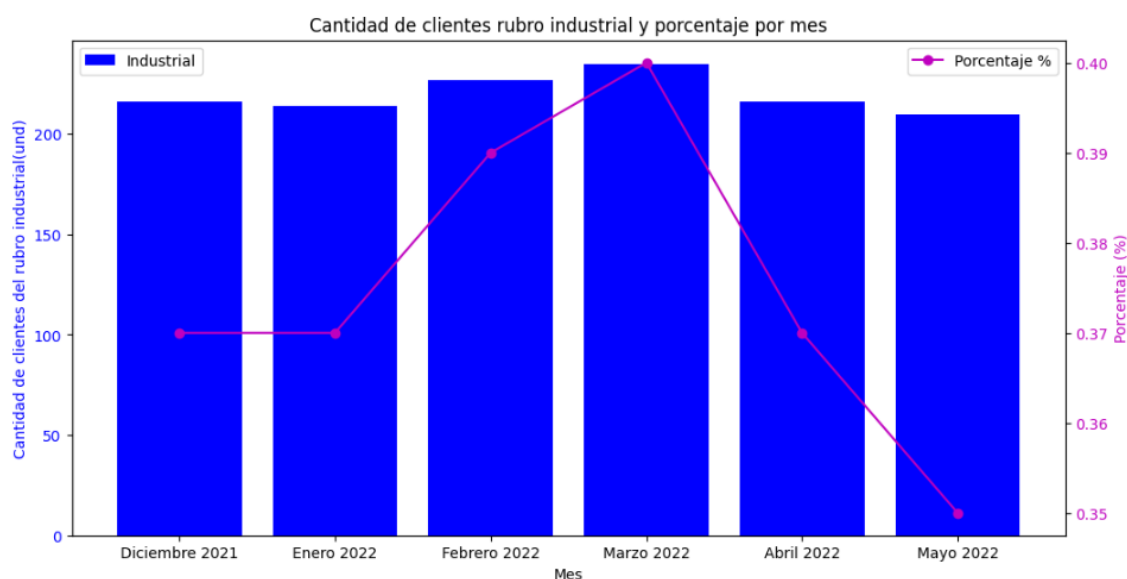
MES	INDUSTRIAL (und)	%
PERIODO 2021		
<b>DICIEMBRE</b>	216	0.37%
PERIODO 2022		
<b>ENERO</b>	214	0.37%
<b>FEBRERO</b>	227	0.39%
<b>MARZO</b>	235	0.40%
<b>ABRIL</b>	216	0.37%
<b>MAYO</b>	210	0.35%

*Nota.* Elaboración propia

A continuación, se introduce la figura 11, en la que se representa la evolución de la cartera de clientes en el sector industrial. Este volumen está indicado en unidades y se extiende a lo largo de varios meses, desde diciembre de 2021 hasta mayo de 2022.

**Figura 11**

*Cantidad de clientes y porcentaje industrial por mes*



*Nota.* Elaboración propia



Simultáneamente, en la misma gráfica, se muestra la variación porcentual correspondiente a cada mes, por lo que, esto pone de manifiesto las fluctuaciones y tendencias observadas en el sector industrial durante el periodo mencionado.

#### 3.9.2.4. Red de distribución de agua estatal

La red de distribución de agua estatal presenta datos a lo largo de varios meses, empezando en diciembre de 2021, donde el valor estatal fue de 314 usuarios, con un porcentaje del 0.54%, en 2022, se observa un ligero aumento mensual, empezando en enero con 316 usuarios y un 0.55%, manteniendo valores similares hasta mayo, que alcanza 320 usuarios, pero con el mismo porcentaje de 0.54%.

**Tabla 13**

*Cuadro de cartera de clientes del rubro estatal.*

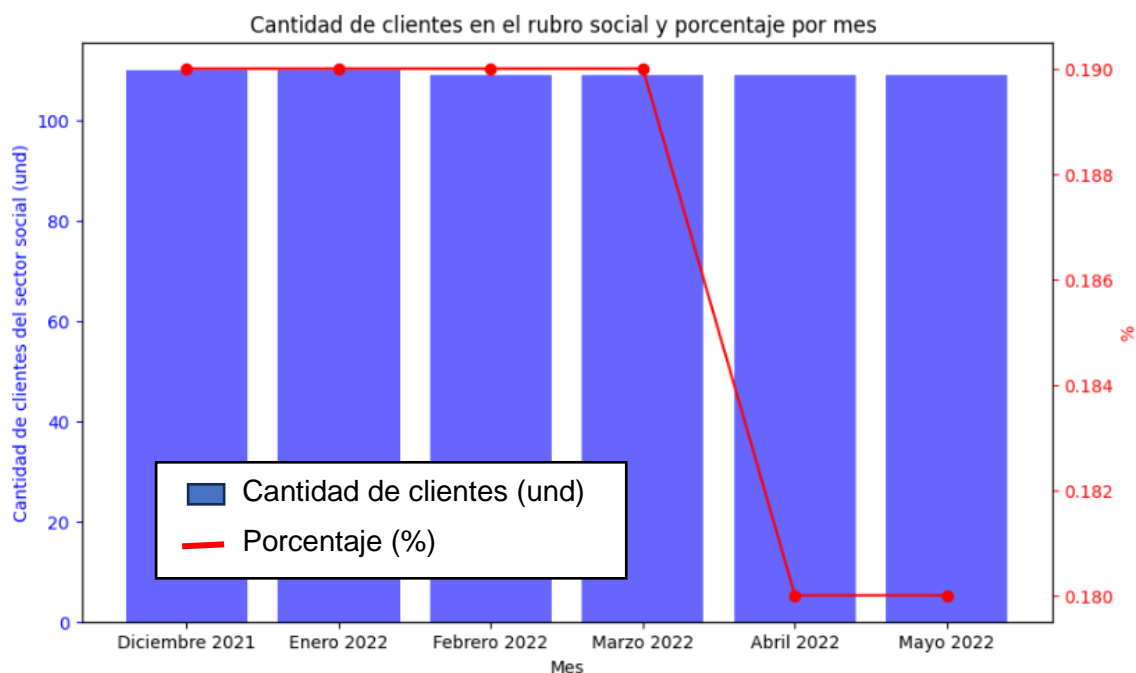
<b>MES</b>	<b>ESTATAL (und)</b>	<b>%</b>
PERIODO 2021		
<b>DICIEMBRE</b>	314	0.54%
PERIODO 2022		
<b>ENERO</b>	316	0.55%
<b>FEBRERO</b>	316	0.54%
<b>MARZO</b>	316	0.54%
<b>ABRIL</b>	318	0.54%
<b>MAYO</b>	320	0.54%

*Nota.* Elaboración propia

A continuación, se presenta la figura 12 dónde se muestra la evolución del volumen facturado en el sector estatal, expresado en unidades, la línea azul representa la cantidad de clientes reales para este rubro, y se puede observar cómo este ha experimentado leves incrementos a lo largo del periodo mencionado, dónde paralelamente, la línea roja ilustra la variación porcentual correspondiente a cada mes, manteniéndose relativamente constante, pero reflejando sutiles fluctuaciones, asimismo, la representación gráfica permite apreciar de forma clara y concisa las tendencias y cambios en el volumen facturado dentro del sector estatal durante los meses señalados.

**Figura 12**

*Cantidad de clientes y porcentaje en el sector estatal.*



*Nota.* Elaboración propia

### 3.9.2.5. Red de distribución de agua social

La red de distribución de agua social mostrado en la tabla muestra la evolución de los principales meses en el consumo de distribución de agua, los cuales abarcan entre diciembre de 2021 y mayo de 2022, indicando que, en diciembre de 2021, la cantidad de clientes reales en el valor social era de 110, correspondiendo a un 0.19% y durante el período de 2022, los datos indican cierta estabilidad, aunque con ligeros cambios, donde enero mantiene el mismo valor y porcentaje que diciembre de 2021 y a partir de febrero, el valor social disminuye a 109 usuarios, manteniendo el 0.19% hasta marzo. En abril y mayo, se observa una pequeña reducción en el porcentaje, que pasa a ser del 0.18%, mientras que el valor social se mantiene constante en 109 usuarios, estos datos sugieren una leve tendencia a la baja en el porcentaje, aunque el valor social se mantiene relativamente estable.

**Tabla 14**

*Cuadro de la cartera de clientes del sector social.*

MES	SOCIAL (und)	%
PERIODO 2021		
<b>DICIEMBRE</b>	110	0.19%

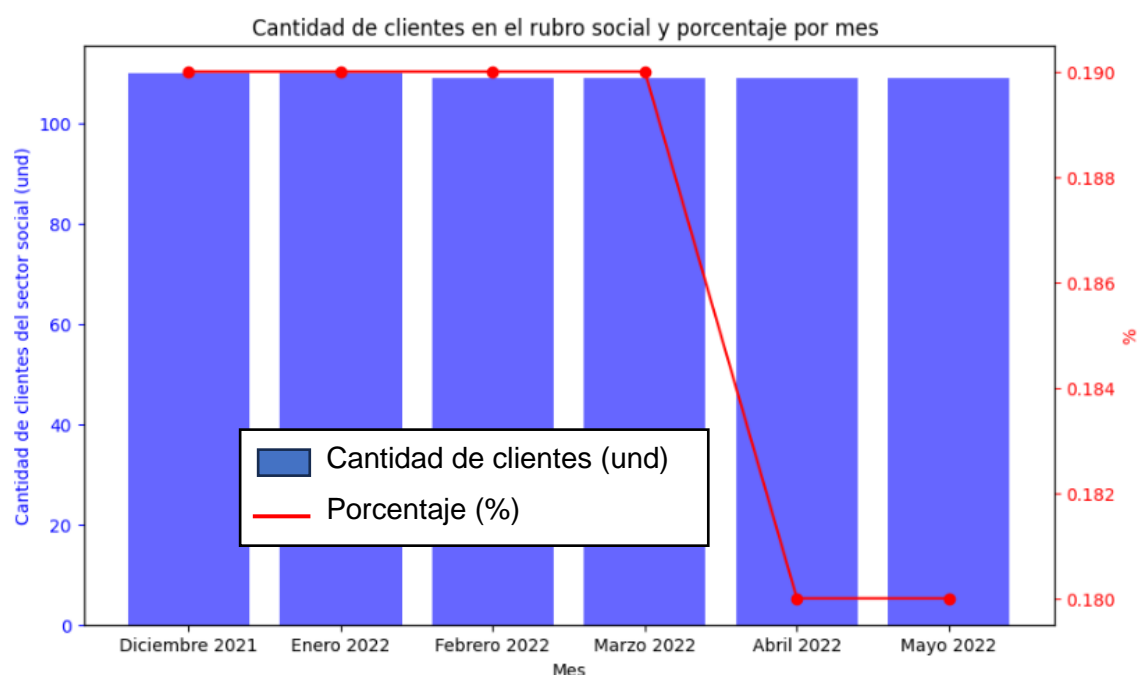
PERIODO 2022		
<b>ENERO</b>	110	0.19%
<b>FEBRERO</b>	109	0.19%
<b>MARZO</b>	109	0.19%
<b>ABRIL</b>	109	0.18%
<b>MAYO</b>	109	0.18%

*Nota.* Elaboración propia

A continuación, se muestra en la figura 13, sobre la evolución la cantidad de clientes reales en el sector social, para ello se traza la cartera de clientes representado en unidades en una línea azul, marcando cada punto de datos con un círculo, donde a su vez, en la misma gráfica, se puede apreciar la variación porcentual correspondiente a cada mes, representada por una línea roja con cuadrados marcando cada punto de datos, por lo cual, en la gráfica refleja de este modo las fluctuaciones y tendencias dentro del periodo mencionado en el sector social, permitiendo observar de manera clara y detallada las variaciones en el volumen facturado y su porcentaje correspondiente.

**Figura 13**

*Cantidad de clientes y porcentaje en el sector social.*



*Nota.* Elaboración propia

### 3.9.2.6. Red de distribución de agua total

La tabla 15 muestra la red de distribución de agua total de los principales meses de consumo que detalla la evolución mensual de la red de distribución de agua desde diciembre de 2021 hasta mayo de 2022, indicando que, en diciembre de 2021, la red distribuía un total de 57,796 unidades, y a lo largo del periodo de 2022, se observa un incremento constante en el total distribuido, alcanzando 59,208 unidades en mayo. Este aumento progresivo sugiere un mayor consumo del recurso hídrico de los pobladores.

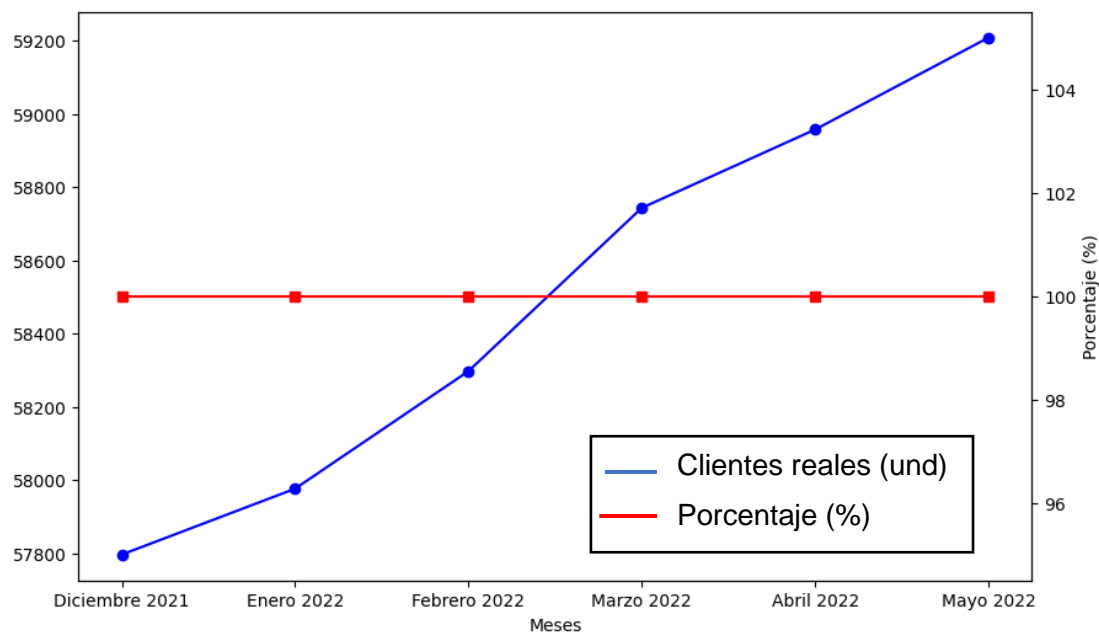
**Tabla 15**  
*Cuadro de la cartera de clientes reales totales.*

<b>MES</b>	<b>TOTAL (und)</b>	<b>%</b>
<b>PERIODO 2021</b>		
<b>DICIEMBRE</b>	57,796	100.00%
<b>PERIODO 2022</b>		<b>100.00%</b>
<b>ENERO</b>	57,976	100.00%
<b>FEBRERO</b>	58,297	100.00%
<b>MARZO</b>	58,743	100.00%
<b>ABRIL</b>	58,957	100.00%
<b>MAYO</b>	59,208	100.00%

*Nota.* Elaboración propia

Seguidamente, en la figura 14 se muestra una gráfica donde se visualiza la evolución de la cartera de clientes reales, expresado en unidades, donde el eje Y izquierdo representa el volumen total facturado, mientras que el eje Y derecho muestra el porcentaje total, que se mantiene constante en un 100% para todos los meses analizados, y a través de las líneas azul y roja, se representan respectivamente estos valores, permitiendo así apreciar de manera clara y precisa las variaciones y tendencias en la cantidad de clientes a lo largo del periodo mencionado.

**Figura 14**  
Cantidad de clientes y porcentaje en total.



*Nota.* Elaboración propia

### 3.9.3. Cuadros Comerciales

La tabla de los cuadros comerciales proporcionada muestra diferentes datos mensuales desde enero a mayo de 2022, relacionados con la gestión de servicios de suministro de agua observándose un incremento en la cartera de clientes, llegando a 59,208 en mayo.

Los usuarios activos presentan pequeñas fluctuaciones, manteniéndose alrededor de 56,000 y en cuanto al volumen facturado y producido, se refleja una tendencia al aumento, destacando los 1,524,118 m<sup>3</sup> producidos en mayo, mientras que la facturación bruta y neta también muestran un ascenso, superando los 2,6 millones de soles en varios meses. Además, La eficiencia de cobranza mejoró, alcanzando el 74% en mayo.

**Tabla 16***Resumen de los cuadros comerciales*

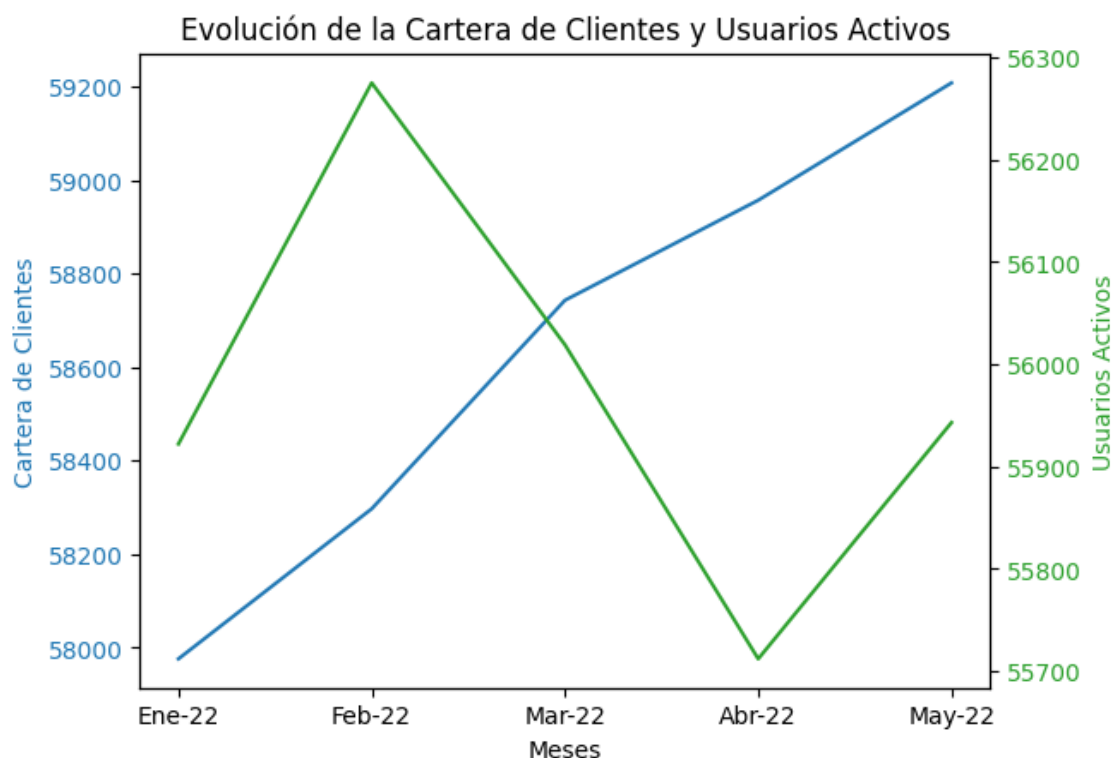
	CONCEPTO	Und. Med.	Ene-22	Feb-22	Mar-22	Abr-22	may-2022
<b>1</b>	CARTERA DE CLIENTES(REALES)	Unidad	57,976	58,297	58,743	58,957	59,208
<b>2</b>	USUARIOS ACTIVOS	Unidad	55,922	56,275	56,019	55,712	55,943
<b>3</b>	VOLUMEN FACTURADO	m3	1,061,926	955,714	960,107	920,900	985,356
<b>4</b>	FACTURACIÓN BRUTA	s/.	2,608,350	2,423,430	2,620,905	2,552,498	2,668,099
<b>5</b>	REBAJAS	s/.	11,970	25,926	13,747	18,560	21,766,24
<b>6</b>	FACTURACIÓN NETA	s/.	2,596,379	2,397,504	2,607,158	2,533,938	2,646,333
<b>7</b>	COBRANZA DEL MES	s/.	1,686,615	1,669,414	1,694,596	1,788,510	1,962,419
<b>8</b>	RECUPERO DE SALDOS	s/.	717,378	824,370	1,047,946	701,977	922,947
<b>9</b>	COBRANZA TOTAL	s/.	2,403,993	2,493,784	2,742,541	2,490,487	2,885,366
<b>10</b>	EFICIENCIA DE COBRANZA	%	65%	70%	65%	71%	74%
<b>11</b>	SALDO POR COBRAR	s/.	3,703,496	3,607,217	3,471,834	3,515,285	3,276,251
<b>12</b>	MICROMEDICION	%	91%	91%	91%	92%	92%
<b>13</b>	AGUA NO FACTURADA	%	28%	27%	33%	36%	35%
<b>14</b>	VOLUMEN PRODUCIDO PTAP QUICAPATA	m3	1,297,455	1,155,337	1,266,157	1,281,344	1,345,484
<b>15</b>	VOLUMEN PRODUCIDO PTAP CABRAPATA	m3	168,983	151,701	172,681	167,759	178,634
<b>16</b>	VOLUMEN PRODUCIDO	m3	1,466,438	1,307,038	1,438,838	1,449,103	1,524,118

*Nota.* Elaboración propia

A continuación, en la figura 15 se muestra una gráfica donde se visualiza la evolución de diversos indicadores donde se encuentran la cartera de clientes reales y los usuarios activos, en base a la evolución del volumen facturado, la facturación bruta y neta, así como la cobranza total del mes.

**Figura 15**

*Evolución de la cartera de clientes y usuarios activos*



*Nota.* Elaboración propia

En la gráfica, cada línea representa un indicador distinto, permitiendo una comparación directa de sus comportamientos y tendencias a lo largo del tiempo. Los meses están representados en el eje x, mientras que el eje y está dividido en distintas escalas para adecuarse a las unidades de medida de cada indicador, dónde la gráfica proporciona una visión integral y detallada de la evolución de los principales indicadores de la empresa, destacando las variaciones mensuales y permitiendo identificar posibles patrones y áreas de mejora.

### **3.9.4. Facturación de agua**

#### **3.9.4.1. Facturación Bruta**

La tabla 17 presenta una visión detallada de los principales índices de consumo reflejado en la facturación bruta de la red de distribución de agua durante los primeros cinco meses del año 2022, mostrando que, en enero, la facturación bruta ascendió a 2,608,350 soles, disminuyendo ligeramente en febrero a 2,423,430 soles. No obstante, se observa una recuperación en marzo, alcanzando los 2,620,905 soles. En abril, la cifra experimentó una pequeña reducción, situándose en 2,552,498 soles, pero para mayo,

los ingresos brutos volvieron a incrementarse, llegando a 2,668,099 soles, esta información es crucial, ya que refleja la capacidad de la red de distribución de agua para generar ingresos en relación al consumo de los pobladores, mostrando una tendencia general al crecimiento a pesar de las fluctuaciones mensuales.

**Tabla 17**

*Facturación bruta de los principales índices de consumo de la red de distribución de agua*

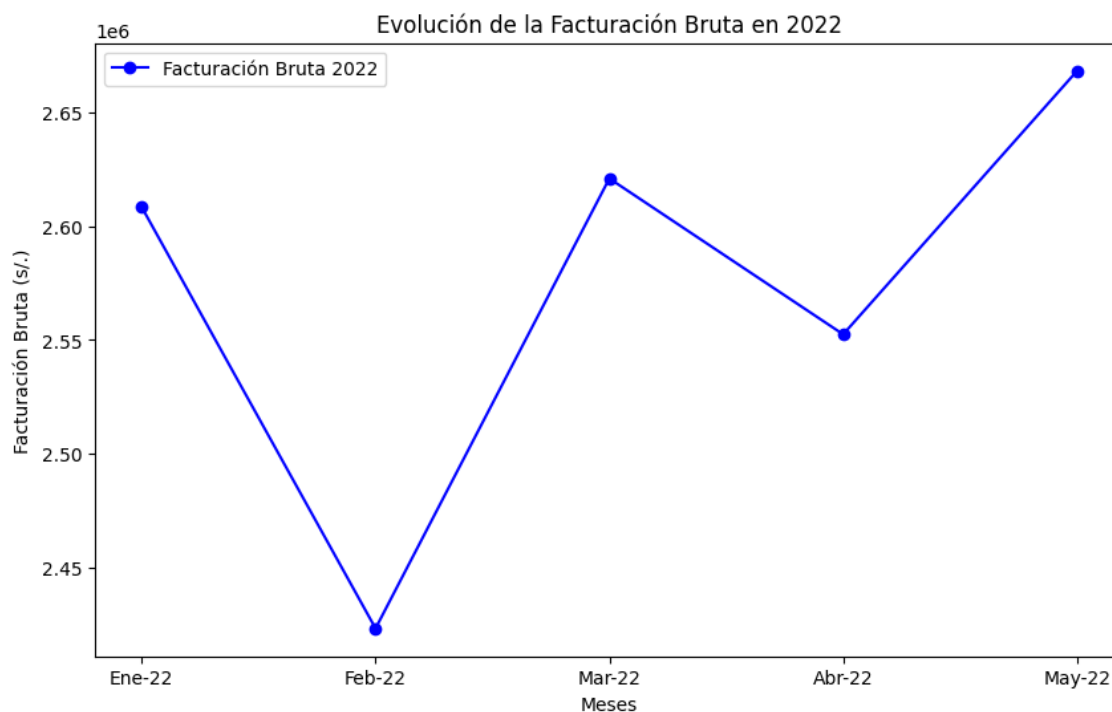
CONCEPTO	Med.	Ene-22	Feb-22	Mar-22	Abr-22	May-22
<b>FACTURACIÓN BRUTA</b>	s/.	2,608,350	2,423,430	2,620,905	2,552,498	2,668,099

*Nota.* Elaboración propia

A continuación, en la figura 16 se muestra una gráfica donde se visualiza la evolución de la facturación bruta durante los primeros cinco meses del año 2022, donde los datos están expresados en soles peruanos (S/.), y representan los ingresos brutos generados en cada mes.

**Figura 16**

*Evolución de la facturación bruta en 2022*



*Nota.* Elaboración propia



La gráfica se presenta en forma de línea, con marcadores en cada punto de datos, facilitando la visualización de las variaciones mensuales en la facturación bruta. En el eje horizontal, se representan los meses, desde enero (ene-22) hasta mayo (may-22), y en el eje vertical, se indican los valores correspondientes a la facturación bruta en soles, por lo que este gráfico proporciona una representación clara y concisa de la tendencia de la facturación bruta en el periodo mencionado, permitiendo una fácil interpretación de los incrementos y decrementos mensuales; sirviendo como una herramienta visual útil para la comparación y análisis del desempeño financiero en el ámbito de ingresos brutos, dónde la visualización detallada revela cómo la facturación bruta ha experimentado fluctuaciones a lo largo de los meses, lo cual es crucial para evaluar la estabilidad y el crecimiento financiero, así como para tomar decisiones informadas basadas en el rendimiento económico de la entidad.

### 3.9.4.2. Facturación Neta

La tabla 18 proporciona información sobre la facturación neta de los principales índices de consumo de agua durante los cinco primeros meses de 2022.

- En enero, la entidad registró una facturación neta de S/. 2,596,379, viendo una disminución en febrero a S/. 2,397,504.
- Sin embargo, marzo mostró una recuperación significativa, alcanzando los S/. 2,607,158.
- En abril, los números experimentaron un ligero descenso, cerrando en S/. 2,533,938, pero mayo presentó un nuevo incremento, llegando a S/. 2,646,333.

Este comportamiento refleja la resiliencia en el consumo de la red de distribución de agua, evidenciando una tendencia general de crecimiento en el consumo de agua por parte de los pobladores reflejándose en la facturación neta a pesar de las variaciones mensuales observadas.

**Tabla 18**

*Facturación neta de los principales índices de consumo de la red de distribución de agua*

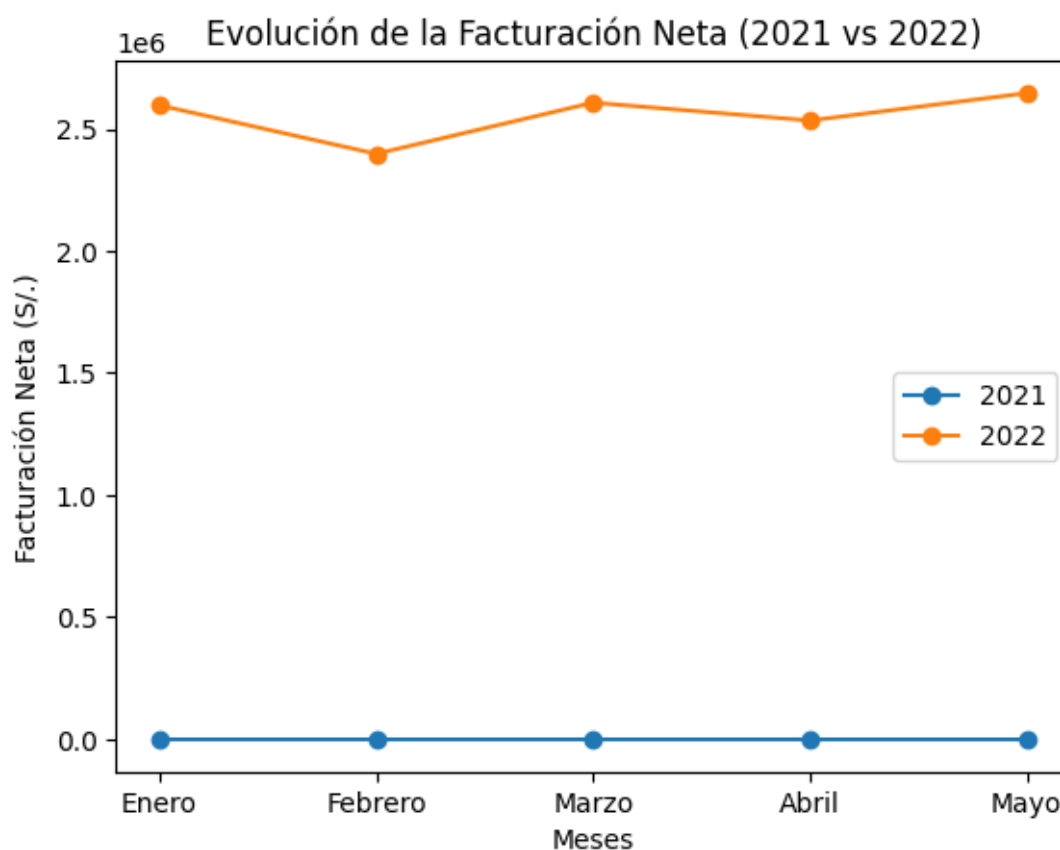
CONCEPTO	Und. Med.	Ene-22	Feb-22	Mar-22	Abr-22	May-22
<b>FACTURACIÓN NETA</b>	S/.	2,596,379	2,397,504	2,607,158	2,533,938	2,646,333

Seguidamente, en la figura 17 se muestra una gráfica donde se visualiza la evolución de la facturación neta en soles durante los primeros cinco meses del año

2022, en comparación con el mismo período del año 2021. A lo largo del eje horizontal, se presentan los meses de enero a mayo, mientras que en el eje vertical se representa la cantidad facturada en soles, la cual incluye dos líneas, una para cada año, permitiendo de este modo una comparación directa entre la facturación neta de ambos períodos. Cada punto en las líneas representa la facturación de un mes específico, y está marcado para facilitar la lectura de los valores exactos, dónde a través de esta visualización, se pueden observar las tendencias, fluctuaciones y diferencias en la facturación neta entre los dos años, proporcionando una perspectiva clara sobre la dinámica financiera de la entidad en cuestión durante estos meses.

**Figura 17**

*Evolución de la facturación neta (2021 vs 2022)*



*Nota.* Elaboración propia

### 3.9.5. Volumen Facturado (m3)

La tabla 19 detalla la distribución de categorías de consumo, desde diciembre de 2021 hasta mayo de 2022 observándose que la categoría doméstica presenta los valores más elevados, alcanzando su punto más alto en enero con 804,384 metros cúbicos, mientras que en abril experimenta el más bajo, con 691,115 metros cúbicos.

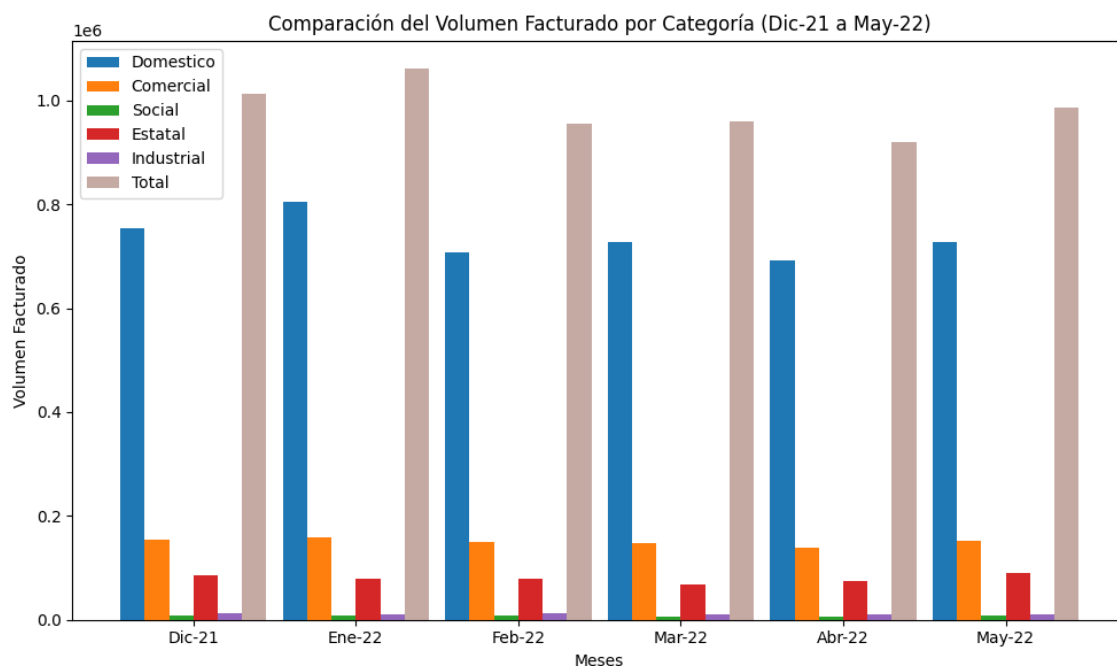
**Tabla 19***Volumen facturado (m3) de los cuadros comerciales*

<b>CATEGORIA</b>	<b>Dic-21 (m3)</b>	<b>Ene-22 (m3)</b>	<b>Feb-22 (m3)</b>	<b>Mar-22 (m3)</b>	<b>Abr-22 (m3)</b>	<b>May-22 (m3)</b>
<b>DOMESTICO</b>	754,924	804,384	707,124	727,790	691,115	726,612
<b>COMERCIAL</b>	154,142	159,395	150,190	146,797	138,144	151,883
<b>SOCIAL</b>	7,297	7,532	7,328	7,121	6,707	7,268
<b>ESTATAL</b>	85,719	79,188	79,418	67,252	75,541	89,569
<b>INDUSTRIAL</b>	12,560	11,427	11,654	11,147	9,393	10,024
<b>TOTAL</b>	1,013,642	1,061,926	955,714	960,107	920,900	985,356

A continuación, en la figura 18 se muestra una gráfica donde se visualiza la comparación del volumen facturado por diferentes categorías desde diciembre de 2021 hasta mayo de 2022. Las categorías representadas en la gráfica incluyen doméstico, comercial, social, estatal, industrial y total, en donde cada mes del periodo mencionado está representado en el eje x, y el volumen facturado en unidades se dispone en el eje y, por el cual se ha utilizado un conjunto diverso de colores para diferenciar de manera clara cada una de las categorías, y se ha incorporado una leyenda para facilitar la interpretación del gráfico, donde a través de esta representación gráfica, se puede apreciar la variación en el volumen facturado en cada categoría a lo largo de los meses señalados, es por ello que se observa que la categoría doméstico presenta el volumen facturado más elevado en comparación con las demás categorías, seguida por comercial y estatal, por tanto, las categorías social e Industrial muestran volúmenes facturados significativamente menores. Además, la barra correspondiente a total indica la suma del volumen facturado en todas las categorías para cada mes, permitiendo así una visualización comprensiva de la facturación total, cabe mencionar que este análisis visual facilita la identificación de tendencias, fluctuaciones y posibles patrones en el volumen facturado en distintas categorías, lo que resulta de utilidad para la toma de decisiones estratégicas y la evaluación del desempeño en el sector.

**Figura 18**

*Comparación del volumen facturado por categoría (Dic-21 a May-22)*



*Nota.* Elaboración propia

### **3.9.6. Volumen no facturado, facturado y producido**

El volumen del agua se puede apreciar en la tabla 20 y tabla 21, los cuales nos ofrece un panorama detallado sobre el volumen de agua producido, facturado y no facturado en una red de distribución de agua durante el periodo 2021 y los primeros cinco meses de 2022. En ella se observa que el volumen producido en mayo de 2022 fue el más alto, llegando a 1,524,118 m<sup>3</sup> y a pesar del aumento en la producción, el porcentaje de agua no facturada ha mostrado una tendencia creciente, alcanzando el 36.45% en abril de 2022. Los datos también revelan que el volumen facturado ha mantenido una relación constante con la producción, oscilando entre el 63% y 75% en los meses registrados. Es notable que, aunque la cantidad de agua producida ha aumentado, sigue existiendo una proporción significativa que no se factura, destacando la importancia de abordar esta discrepancia para mejorar la eficiencia del sistema.

**Tabla 20**

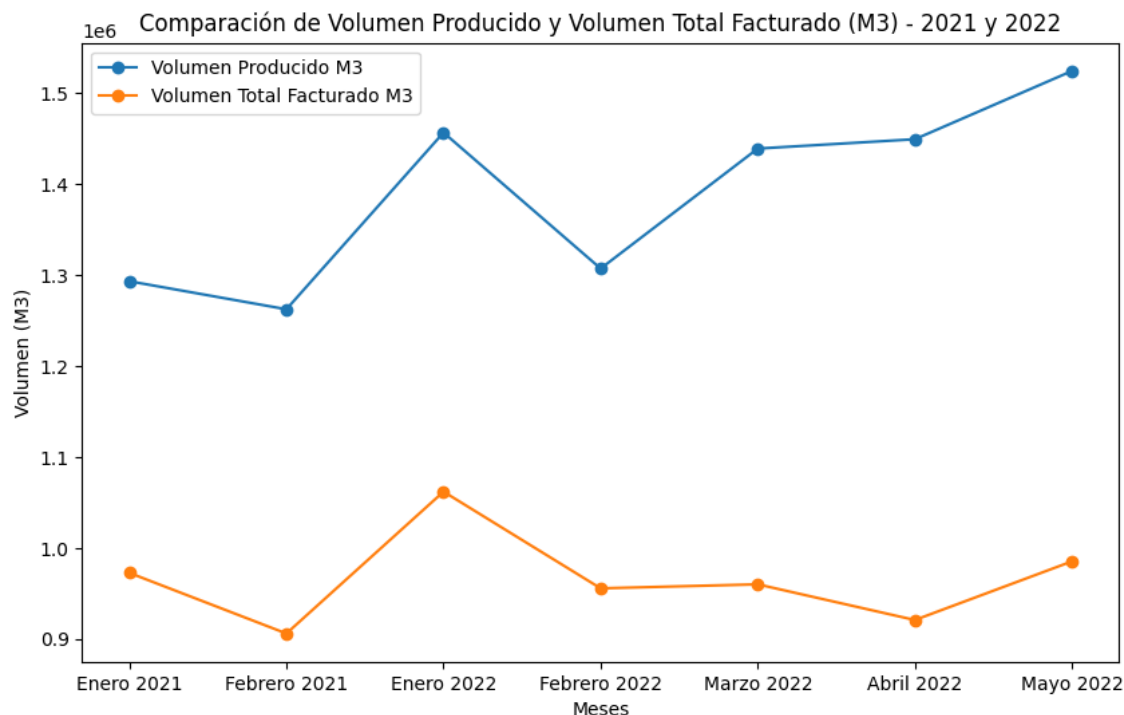
Volumen no facturado, facturado y producido

MESES	VOLUMEN PRODUCIDO m3	VOLUMEN TOTAL FACTURADO m3	%RESP. A PRODUC.	ACTIVAS VOLUMEN LEIDO FACTURADO (m3)	% RESP. A PRODUC.	VOLUMEN ASIGNADO (m3)	% RESP. A PRODUC.	VOLUMEN PROMEDIO FACTURADO (m3)	% RESP. A PRODUC.	VOLUMEN NO FACTURADO (m3)	% RESP/PROD (AGUA NO FACT)	VOLUMEN FACTURADO (m3)
<b>PERIODO 2021</b>	16,564,742	11,361,799	68.59%	10,109,715	61.03%	527,162	0.0318	724,922	4.38%	5,202,943	31.41%	10,348,157
<b>ENERO</b>	1,293,113	972,727	75.22%	870,846	67.34%	44,086	0.0341	57,795	4.47%	320,386	24.78%	972,727
<b>FEBRERO</b>	1,262,297	906,083	71.78%	802,987	63.61%	44,076	0.0349	59,020	4.68%	356,214	28.22%	906,083
<b>PERIODO 2022</b>	7,135,535	4,884,003	67.97%	4,493,758	62.54%	218,320	0.0304	296,477	4.13%	2,301,532	32.03%	4,884,003
<b>ENERO</b>	1,456,438	1,061,925	72.42%	960,640	64.83%	43,716	0.0298	67,570	4.61%	404,512	27.58%	1,061,926
<b>FEBRERO</b>	1,307,038	955,714	73.12%	846,804	64.79%	43,596	0.0334	65,314	5.00%	351,324	26.88%	955,714
<b>MARZO</b>	1,438,838	960,107	66.73%	853,821	59.34%	44,068	0.0306	62,218	4.32%	478,731	33.27%	960,107
<b>ABRIL</b>	1,449,103	920,900	63.55%	917,065	63.29%	43,368	0.0299	56,980	3.93%	528,203	36.45%	920,900
<b>MAYO</b>	1,524,118	985,356	64.65%	925,428	60.72%	43,572	0.0286	44,395	2.91%	538,762	35.35%	985,356

Nota. Elaboración Propia

**Figura 19**

Comparación de volumen producido y volumen total facturado (m3) - 2021 y 2022



*Nota.* Elaboración propia

En la presente figura 19 se muestra una gráfica donde se visualiza la comparación entre el volumen producido y el volumen total facturado en metros cúbicos (m3) para los meses seleccionados de los años 2021 y 2022, en el eje horizontal, se representan los meses, empezando desde Enero de 2021 hasta mayo de 2022, mientras que en el eje vertical se reflejan los volúmenes en metros cúbicos, donde las líneas trazadas en la gráfica indican las tendencias de los volúmenes producidos y facturados durante el periodo en cuestión y en cada punto en las líneas corresponde a los datos mensuales proporcionados en la tabla, por lo cual, la línea azul representa el volumen producido (m3), mientras que la línea naranja ilustra el volumen total facturado (m3), proporcionando una visualización clara de cómo estos dos volúmenes han fluctuado mes a mes, permitiendo una comparativa directa entre la producción y la facturación de agua en los meses dados, donde se pueden identificar tendencias, picos, caídas y posiblemente correlaciones entre los volúmenes producidos y facturados, lo que puede ofrecer indicadores valiosos para la toma de decisiones y la planificación estratégica.

### 3.9.7. Cuadro comparativo del volumen producido - facturado - medido, asignado y volumen no facturado

**Tabla 21**

*Cuadro comparativo del volumen producido - facturado - medido, asignado y volumen no facturado*

MESES	VOLUMEN PRODUCIDO (m3)	VOLUMEN TOTAL FACTURADO (m3)	%RESP. A PRODUC.	ACTIVAS VOLUMEN LEIDO FACTURADO (m3)	% RESP.A PRODUC.	VOLUMEN ASIGNADO (m3)	%RESP. A PRODUC.	VOLUMEN PROMEDIO FACTURADO (m3)	% RESP.A PRODUC.	VOLUMEN NO FACTURADO (m3)	% RESP/PROD (AGUA NO FACT)	VOLUMEN FACTURADO (m3) SEGÚN CUADROS COMERCIALES ANTERIORES (*)
<b>PERIODO 2021</b>	<b>16,564,742</b>	<b>11,361,799</b>	<b>68.59%</b>	<b>10,109,715</b>	<b>61.03%</b>	<b>527,162</b>	<b>0.0318</b>	<b>724,922</b>	<b>4.38%</b>	<b>5,202,943</b>	<b>31.41%</b>	<b>10,348,157</b>
<b>ENERO</b>	1,293,113	972,727	75.22%	870,846	67.34%	44,086	0.0341	57,795	4.47%	320,386	24.78%	972,727
<b>FEBRERO</b>	1,262,297	906,083	71.78%	802,987	63.61%	44,076	0.0349	59,020	4.68%	356,214	28.22%	906,083
<b>MARZO</b>	1,147,226	920,076	80.20%	809,445	70.56%	44,316	0.0386	66,315	5.78%	227,150	19.80%	920,076
<b>ABRIL</b>	1,331,777	916,270	68.80%	815,167	61.21%	44,516	0.0334	56,587	4.25%	415,507	31.20%	916,270
<b>MAYO</b>	1,431,944	893,888	62.42%	792,799	55.37%	44,396	0.031	56,693	3.96%	538,056	37.58%	893,888
<b>JUNIO</b>	1,382,580	912,508	66.00%	813,015	58.80%	44,406	0.0321	55,087	3.98%	470,072	34.00%	912,508
<b>JULIO</b>	1,442,908	911,868	63.20%	812,712	56.32%	43,856	0.0304	55,300	3.83%	531,040	36.80%	911,868
<b>AGOSTO</b>	1,464,935	925,665	63.19%	827,444	56.48%	43,576	0.0297	54,645	3.73%	539,270	36.81%	925,665
<b>SETIEMBRE</b>	1,422,410	1,011,537	71.11%	907,426	63.79%	43,626	0.0307	60,485	4.25%	410,873	28.89%	1,011,537

<b>OCTUBRE</b>	1,450,385	946,114	65.23%	845,440	58.29%	43,516	0.03	57,158	3.94%	504,271	34.77%	946,114
<b>NOVIEMBRE</b>	1,443,072	1,031,421	71.47%	913,330	63.29%	43,406	0.0301	74,685	5.18%	411,651	28.53%	1,031,421
<b>DICIEMBRE</b>	1,492,095	1,013,642	67.93%	899,104	60.26%	43,386	0.0291	71,152	4.77%	478,453	32.07%	1,013,642
<b>PERIODO 2022</b>	<b>7,185,535</b>	<b>4,884,003</b>	<b>67.97%</b>	<b>4,493,758</b>	<b>62.54%</b>	<b>218,320</b>	<b>0.0304</b>	<b>296,477</b>	<b>4.13%</b>	<b>2,301,532</b>	<b>32.03%</b>	<b>4,884,003</b>
<b>ENERO</b>	1,466,438	1,061,926	72.42%	950,640	64.83%	43,716	0.0298	67,570	4.61%	404,512	27.58%	1,601,926
<b>FEBRERO</b>	1,307,038	955,714	73.12%	846,804	64.79%	43,596	0.0334	65,314	5.00%	351,324	26.88%	955,714
<b>MARZO</b>	1,438,838	960,107	66.73%	853,821	59.34%	44,068	0.0306	62,218	4.32%	478,731	33.27%	960,107
<b>ABRIL</b>	1,449,103	920,900	63.55%	917,065	63.29%	43,368	0.0299	56,980	3.93%	528,203	36.45%	920,900
<b>MAYO</b>	1,524,118	985,356	64.65%	925,428	60.72%	43,572	0.0286	44,395	2.91%	538,762	35.35%	985,368

*Nota. Elaboración Propia*



### 3.9.8. Recolección de datos en la presión y continuidad del sector de San Joaquín

**Tabla 22**

*Presión y Continuidad de la red de distribución de agua*

Nro	Direccion	Punto	Sub Sector	Zona	Reservorio	Día	Hora	Presión [mca]	Contin. [hr/día]	Horario		Presión		Continuidad	
										Inicio	Fin	Prom1 [mca]	Prom2 [mca]	Prom1 [hr/día]	prom2 [hr/día]
170	Av. Los Ángeles Mz I3-1	170	SJ1	Alta	San Joaquin	21	09:08	13.50	24.00	00:00	24:00	13.50	29	24.00	24
80	Jr. Porvenir Mz-R2 Lt-2 Santa Cecilia	80	SJ1	Media	San Joaquin	21	09:15	33.88	24.00	00:00	24:00	33.87		24.00	
82	Jr. Júpiter N° 175 San José	82	SJ1	Baja	San Joaquin	21	09:30	48.70	24.00	00:00	24:00	48.70		24.00	
171	Jr. Porvenir Mz R2-2 Santa Cecilia	171	SJ2	Alta	San Joaquin	21	09:10	37.10	24.00	00:00	24:00	35.43	37	24.00	24
173	Av. Alfonso Ugarte Mz Z S/N Andamarca	173	SJ2	Alta	San Joaquin	25	13:08	39.50	24.00	00:00	24:00				
193	Jr. Pachacutec Mz R Lote 9 (y Jr. La Huaca)	193	SJ2	Alta	San Joaquin	25	13:15	29.70	24.00	00:00	24:00				
81	Jr. Júpiter N° 150 San José	81	SJ2	Media	San Joaquin	21	09:33	31.15	24.00	00:00	24:00	31.15		24.00	
172	Huaychaopampa Mz F1- 6 Andamarca	172	SJ2	Media	San Joaquin	25	13:27	23.70	24.00	00:00	24:00				
174	Jr. 09 De Diciembre Mz B-3 San José	174	SJ2	Media	San Joaquin	21	09:43	25.40	24.00	00:00	24:00				
188	Calle S/N Ruta (Crecado a Jr. JC Mariategui) - Av. La Revolucion	188	SJ2	Media	San Joaquin	25	13:40	39.20	24.00	00:00	24:00				

<b>83</b>	Jr. Júpiter 115 Santa Ana	83	SJ2	Baja	San Joaquin	21	10:13	49.60	24.00	00:00	24:00	46.53		24.00	
<b>175</b>	Av. Palmeras No. 585 Barrio La Unión	175	SJ2	Baja	San Joaquin	21	10:18	48.70	24.00	00:00	24:00				
<b>192</b>	Av. Revolucion Mz B (Calle S/N Ruta (cerca a Jr las Ruinas))	192	SJ2	Baja	San Joaquin	25	13:50	41.30	24.00	00:00	24:00				
<b>84</b>	Jr. Paris 115 Santa Ana	84	SJ3	Alta	San Joaquin	21	10:10	38.72	24.00	00:00	24:00	38.72	46	24.00	24
<b>176</b>	Andamarca Mz N-5 Frente A La Capilla	176	SJ3	Alta	San Joaquin	25	14:10	33.50	24.00	00:00	24:00				
<b>189</b>	Jr. Los Pinos La Union Mz I Lote 1	189	SJ3	Alta	San Joaquin	21	10:26	50.60	24.00	00:00	24:00				
<b>191</b>	Jr. Camino Real Mz H Lote 1 ( y Calle Andamarca)	191	SJ3	Alta	San Joaquin	25	14:05	51.70	24.00	00:00	24:00				
<b>178</b>	Jr. San Joaquín No. 230	178	SJ3	Media	San Joaquin	21	10:20	50.40	24.00	00:00	24:00	47.60		24.00	
<b>190</b>	Av. Andamarca Mz G Lote 02 (Cerca Pte para Carmen Alto)	190	SJ3	Media	San Joaquin	25	14:20	44.80	24.00	00:00	24:00				
<b>86</b>	Jr. Astete 320 Santa Ana	86	SJ3	Baja	San Joaquin	21	10:41	89.24	24.00	00:00	24:00	89.24		24.00	
<b>177</b>	Jr. Chorrillos Moraspamap	177	SJ3	Baja	San Joaquin	25	14:31	50.20	24.00	00:00	24:00				

*Nota.* Data proporcionada por la EPS SEDA AYACUCHO.

La tabla 22 proporcionada contiene una serie de registros que indican las mediciones de presión y continuidad en diferentes puntos ubicados en la zona de San Joaquín. Los puntos están categorizados en diferentes sub-sectores (SJ1, SJ2, SJ3) y se clasifican según la altitud de la zona en alta, media y baja.

Cada registro incluye:

- No: Un número de identificación.
- Dirección: La ubicación del punto de medición.
- Punto: Relación con el número de identificación.
- Sub Sector: Indica a qué sub-sector pertenece el punto.
- Zona: Altitud de la zona (alta, media y baja).
- Reservorio: San Joaquín.
- Día: Día en que se realizó la medición.
- Hora: Hora exacta de la medición.
- Presión [mca]: Presión medida en metros de columna de agua.
- Contin. [hr/día]: Continuidad de la medición en horas por día.
- Horario Inicio y Fin: Rango de tiempo durante el cual se realizaron las mediciones.
- Prom1 [mca] y Prom2 [mca]: Valores promedio de presión.
- Prom1 [hr/día] y prom2 [hr/día]: Valores promedio de continuidad.

De la información provista, se observa que las mediciones se realizaron durante 24 horas del día, a diferentes horas y días, y en puntos ubicados en distintas direcciones y sub-sectores de San Joaquín, donde los valores de presión varían significativamente entre los diferentes puntos, y algunos registros tienen valores promedio en las columnas de presión y continuidad.

Este conjunto de datos puede ser útil para analizar la variación de la presión y continuidad del suministro en diferentes zonas y altitudes de San Joaquín, y para identificar posibles irregularidades o áreas de mejora en el sistema de suministro.

### 3.9.9. Modelamiento en WATER GEMS

#### 3.9.9.1. Características de la red del sector San Joaquín

Las características presentes de la red de distribución de agua en el sector San Joaquín se pueden apreciar en el anexo 3, los cuales muestran los valores que se usaron para el modelamiento de la red de distribución de agua, a continuación, se menciona de forma resumida los datos de las tuberías que permiten la regulación del recurso hídrico en el sector de San Joaquín, y para ello el análisis se dividió en 3 partes:

- Tubería N°1 a Tubería N°96
- Tubería N°97 a Tubería N°192
- Tubería N°193 a Tubería N°287

**Tabla 23**

*Datos de rango de la tubería N°1 a tubería N°96*

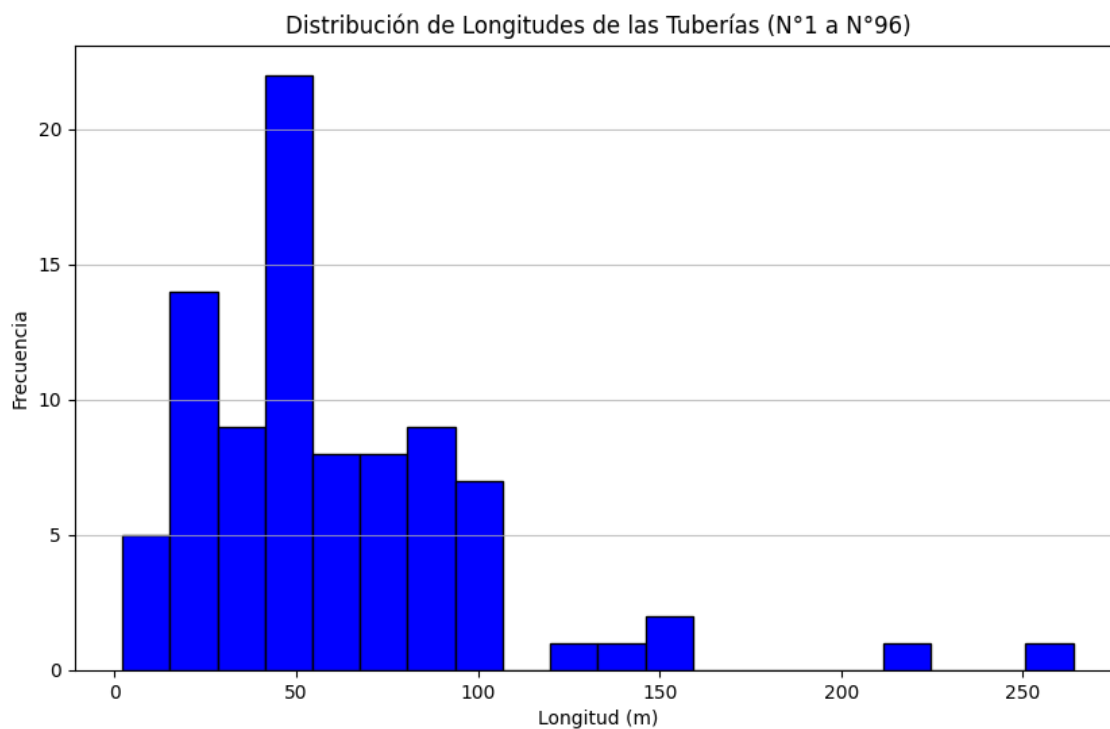
Segmento de Tubería	Descripción General	Rango de Longitud (m)	Rango de Diámetro (mm)	Material	Valor de Hazen Williams C	Rango de Flujo (l/s)	Rango de Velocidad (m/s)
N°1 a N°96	Conexión entre distintos nodos y reservorios	2.13 - 263.87	110 - 200	PVC	150	0.01 - 2.73	0.00032 - 0.14957

Nota. Elaboración Propia

La tabla 23, abarca los segmentos de tubería del N°1 al N°96, destacando su uso para conectar diferentes nodos y reservorios. Se presenta el rango de longitudes desde el más corto (2.13 metros) al más largo (263.87 metros), así como el rango de diámetros de 110 a 200 milímetros. Además, todos los segmentos están hechos de PVC, con un valor constante de Hazen Williams C de 150 y los rangos de flujo y velocidad abarcan un rango de valores mínimos y máximos observados en los datos proporcionados en el anexo 3.

A continuación, se muestran las gráficas de la longitud de tuberías que representa el intervalo N°1 al N°96.

**Figura 20**  
Longitud de tuberías desde N°1 hasta N°96



Nota. Elaboración a partir de los datos del Anexo 3.

Los aspectos que presentan la tubería N°97 a tubería N°192 son los siguientes:

**Tabla 24**  
Datos de rango de la tubería N°97 a tubería N°192

Segmento de tubería	Descripción general	Rango de longitud (m)	Rango de diámetro (mm)	Material	Valor de Hazen Williams C	Rango de flujo (l/s)	Rango de velocidad (m/s)
N°97 a N°192	Conexión entre distintos nodos y reservorios	3.42 - 103.49	110 - 152.4	PVC	110 - 150	0 - 1.44	0.00023 - 0.15116

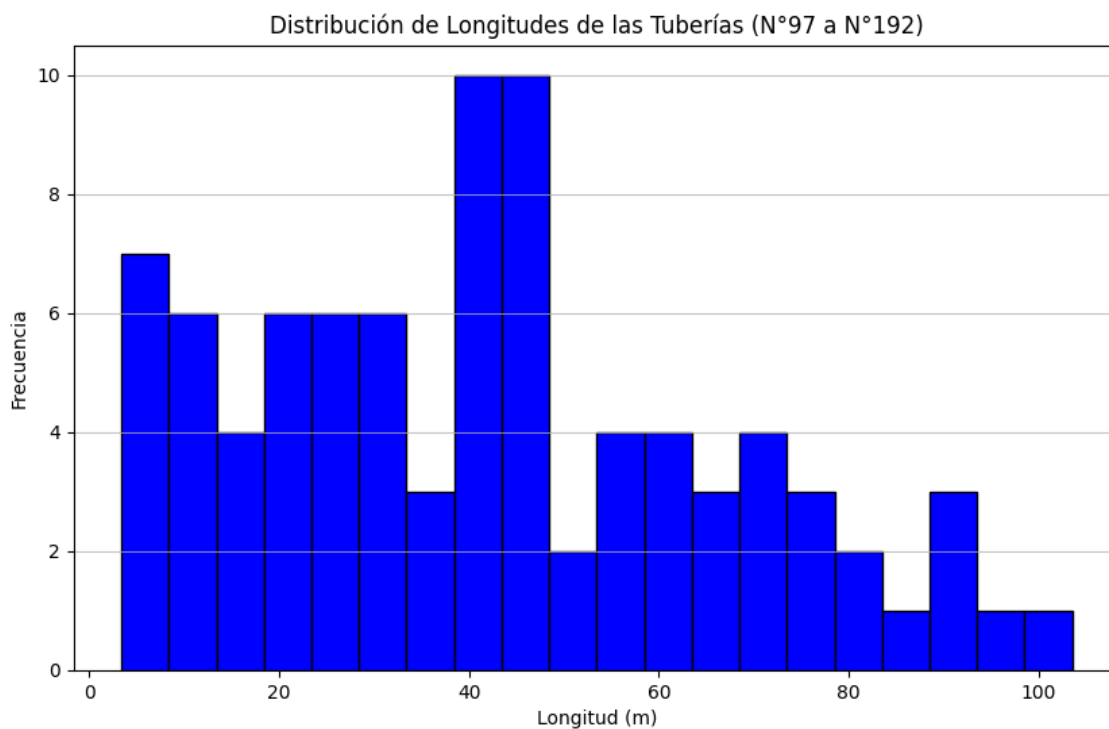
Nota. Elaboración Propia

La tabla 24, abarca los segmentos de tubería del N°97 al N°192, destacando su uso para conectar diferentes nodos y reservorios. Para ello se presenta el rango de longitudes desde el más corto (3.42 metros) al más largo (103.49 metros), así como el rango de diámetros de 110 a 152.4 milímetros. Además, los materiales son

consistentemente de PVC, con valores de Hazen Williams C variando entre 110 y 150 y los rangos de flujo y velocidad varían entre los valores mínimos y máximos.

**Figura 21**

*Longitud de tuberías desde N°97 hasta N°192*



*Nota.* Elaboración a partir de los datos del Anexo 3.

Los aspectos que presentan la tubería N°193 a tubería N°287 son los siguientes:

**Tabla 25**

*Datos de rango de la tubería N°193 a tubería N°287*

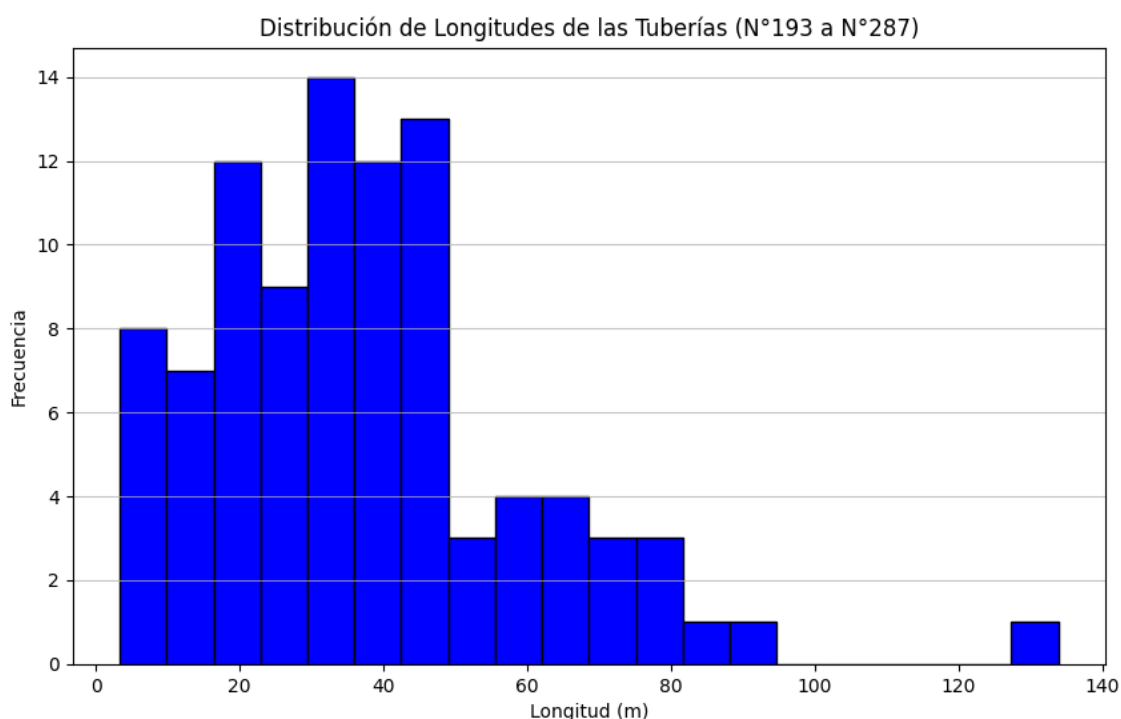
Segmento de tubería	Descripción General	Rango de longitud (m)	Rango de diámetro (mm)	Material	Valor de Hazen Williams C	Rango de flujo (l/s)	Rango de velocidad (m/s)
N°193 a N°287	Conexión entre distintos nodos y reservorios	3.32 - 133.9	110 - 152.4	PVC	150	0 - 0.54	0.00004 - 0.06558

*Nota.* Elaboración propia

La tabla 25, resume los tramos de tubería numerados del 193 al 287, enfocándose en su rol de unir diversos nodos y depósitos, indicando las longitudes de las tuberías, variando de la más corta, que mide 3.32 metros, a la más extensa, de 133.9 metros, e incluye los diámetros que oscilan entre 110 y 152.4 milímetros, todos ellos fabricados en PVC, todos estos segmentos comparten un valor de Hazen Williams C fijado en 150. Adicionalmente, la tabla ofrece una síntesis de los límites observados en los caudales y velocidades, indicando los valores más bajos y más altos registrados en los datos proporcionados por el anexo 3.

### Figura 22

*Longitud de tuberías desde N°193 hasta N°287*



*Nota.* Elaboración a partir de los datos del Anexo 3.

### 3.9.9.2. Análisis de la influencia de las características de la red

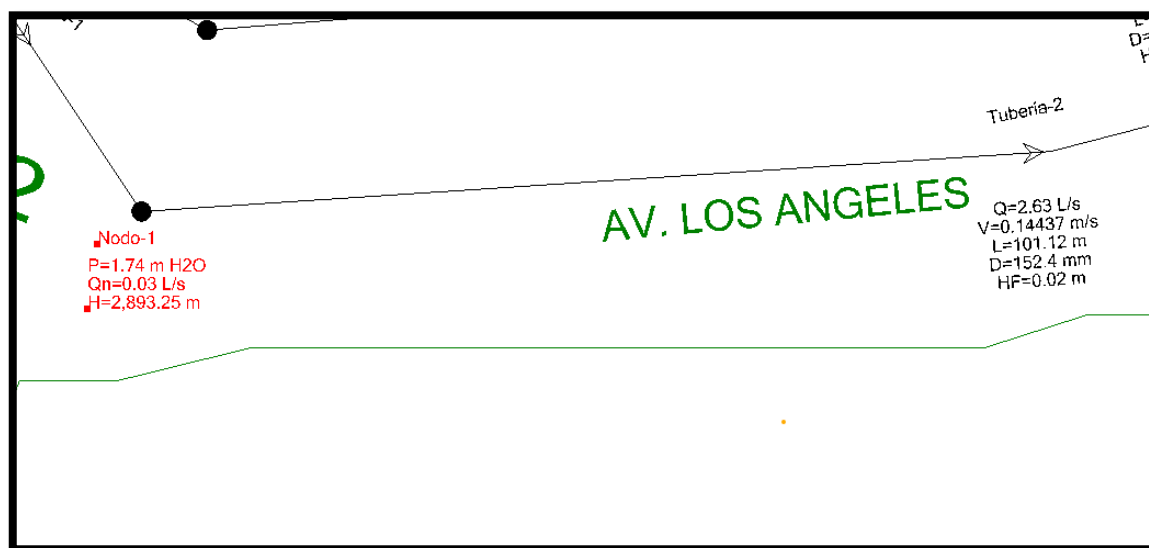
#### ***Comportamiento de la red de distribución***

El modelamiento en WATER GEMS del sector San Joaquín presenta una red que abarca diferentes subsectores y zonas con variaciones significativas en los niveles de presión en diversas direcciones, muestran presiones alarmantemente altas, superiores a 50 mca, tales como Av. Los Ángeles– Referencia Reservoirio San Joaquín, Jr. Las Palmeras – Al costado del Huayco de Santa Ana. Esto sugiere áreas críticas que requieren una atención inmediata para garantizar la seguridad y eficiencia del sistema.

En contraste, de las dos figuras que se muestran a continuación podemos ver el rango de presiones que se puede obtener en este sector, pues pasamos de la Av. Los Ángeles– Referencia Reservorio San Joaquín, que cuenta con una presión de 1.72 m.c.a; a otra dirección que es Jr. Las Palmeras – Al costado del Huayco de Santa Ana, que cuenta con 122.17 m.c.a de presión.

**Figura 23**

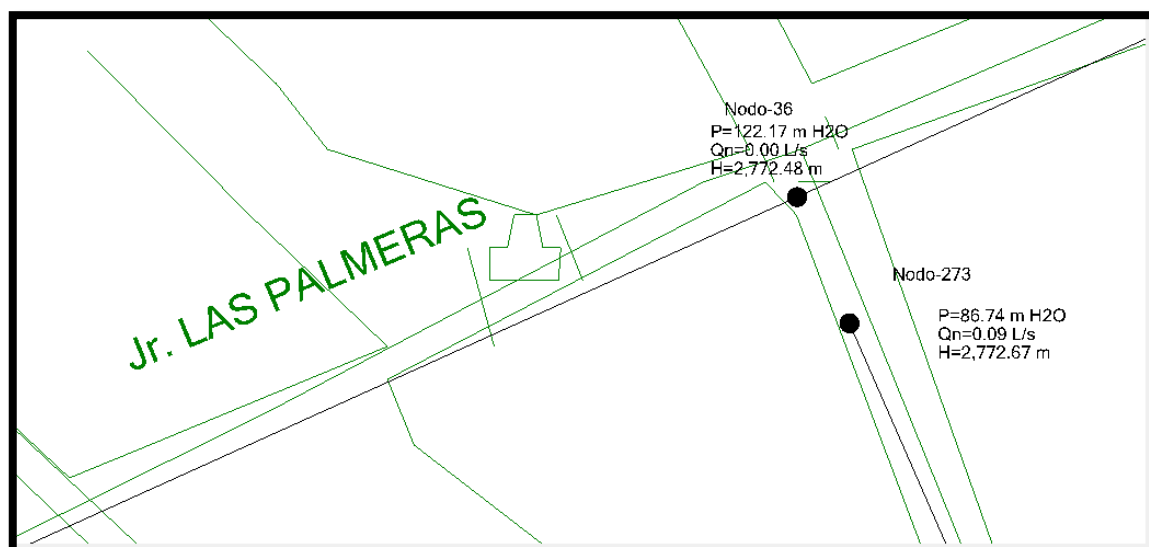
*Av. Los Ángeles– Referencia Reservorio San Joaquín.*



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 24**

*Jr. Las Palmeras – Al costado del Huayco de Santa Ana.*



*Nota.* Elaboración propia



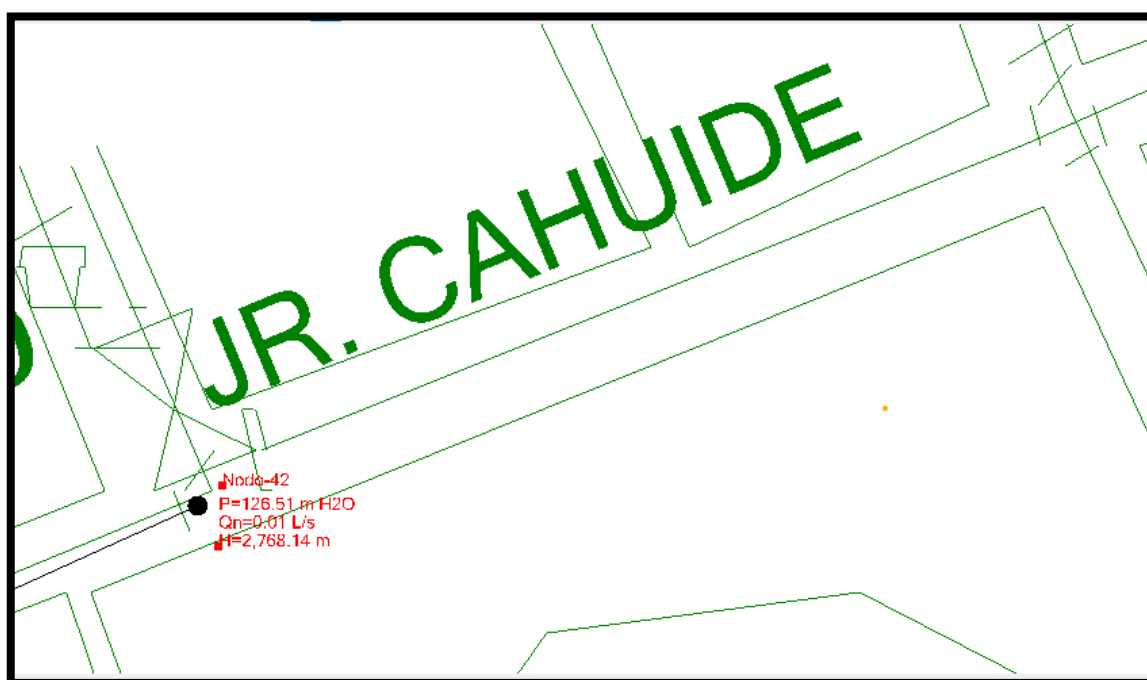
### **Puntos Críticos**

En base al análisis realizado en la tabla 21, 22 y 23 sobre la influencia de las características de la red de distribución de agua en el Sector San Joaquín, se ha detectado una situación crítica en las direcciones siguientes: el Jr.Cahuide – Al costado del Huayco de Santa Ana, Jr. Los pinos – Huayco Santa Ana y Av.22 de noviembre- A 1 cuadra del parque Santa Ana, han registrado un nivel de presión superior a 50 metros de columna de agua (mca), estos valores exceden ampliamente los estándares habituales de presión en sistemas de distribución residenciales. Tal nivel de presión es alarmante, ya que puede generar riesgos asociados a rupturas en las tuberías, fugas, y potencialmente, afectar la calidad y seguridad del suministro de agua a las viviendas de esas áreas.

De la misma manera gracias a la tabla de reporte que contiene el Anexo 03, se puede visualizar las diferentes características que tiene este sector, en cuestión de diámetros y materiales. Se puede observar que el material cien por ciento predominante es el PVC, siendo este un buen indicador es cuestión de longevidad de las tuberías y sumando un muy buen factor de Hazzen y Williams.

### **Figura 25**

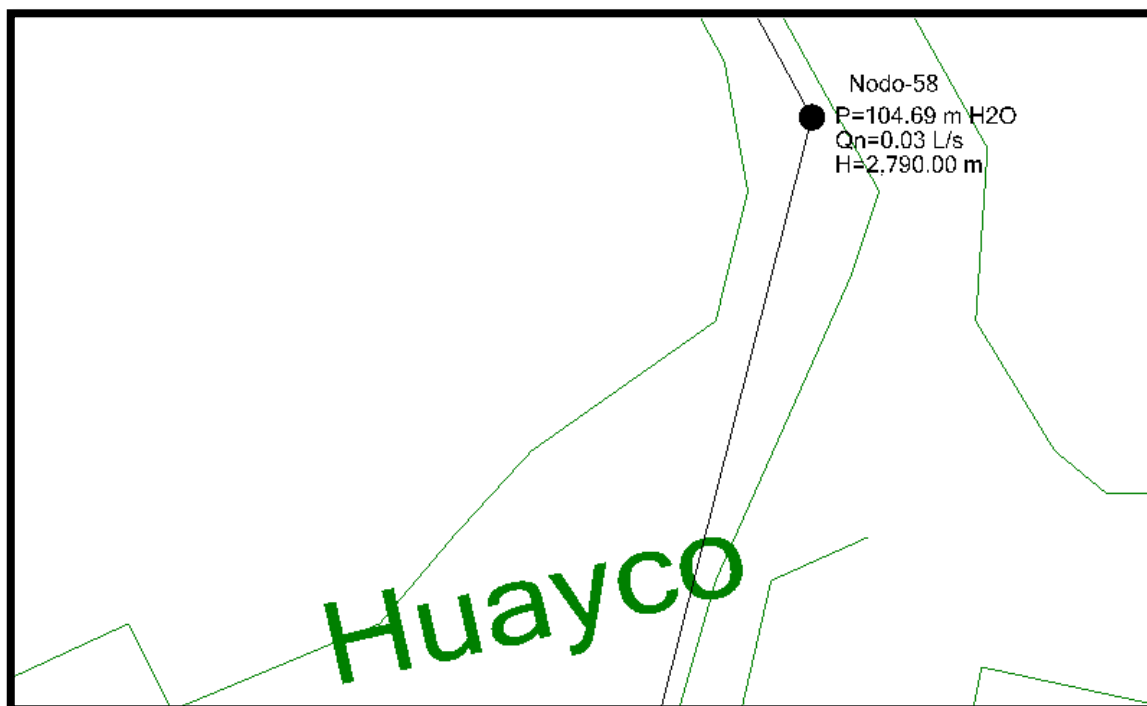
*Modelo de la red de distribución de agua en el Jr.Cahuide – Al costado del Huayco de Santa Ana.*



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 26**

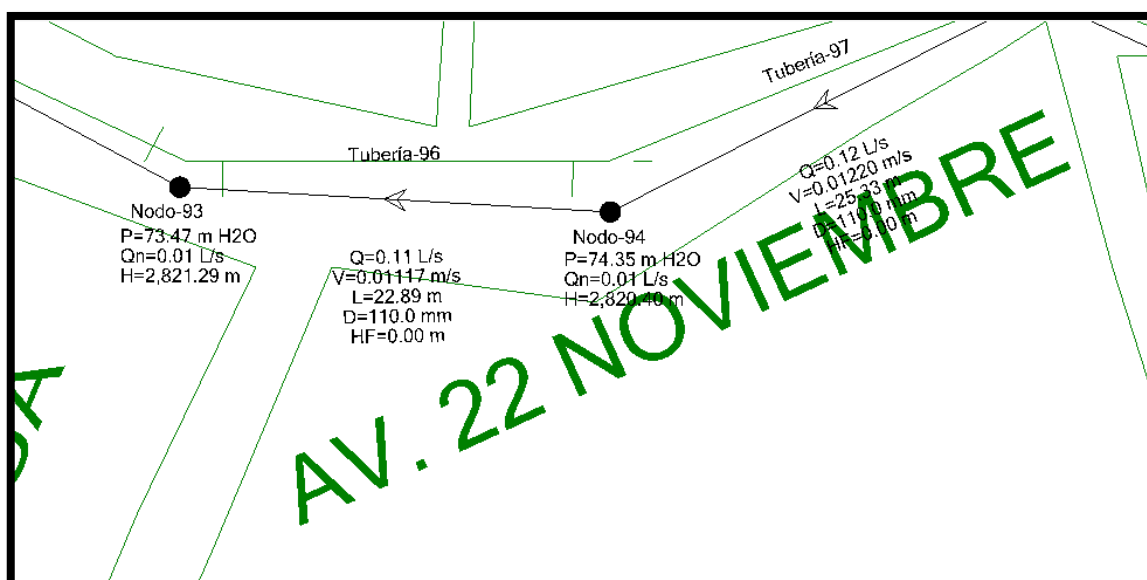
Modelo de la red de distribución de agua en Jr. Los pinos – Huayco Santa Ana.



Nota. Elaboración propia

**Figura 27**

Modelo de la red de distribución de agua Av.22 de noviembre- A 1 cuadra del parque Santa Ana.



Nota. Elaboración propia

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resultados conforme al objetivos específico 1

El objetivo específico 1 planteado en la presente investigación es el siguiente: “Determinar el índice de pérdidas de caudal y su influencia en el funcionamiento de la red de distribución de agua potable del sector San Joaquín de la ciudad de Ayacucho”.

Para calcular el índice de pérdida de caudal, se utilizó la información proporcionada en la Tabla 21: Cuadro comparativo del volumen producido - facturado - medido, asignado y volumen no facturado, ya que esta tabla contiene datos detallados por mes, incluyendo el volumen de agua producido, el volumen facturado, el volumen medido, el volumen asignado y el volumen no facturado, todos expresados en metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

Para calcular el índice de pérdida de caudal se utilizará la siguiente fórmula para su cálculo:

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = \left(1 - \frac{\text{Volumen facturado (m}^3\text{)}}{\text{Volumen producido (m}^3\text{)}}\right) \times 100$$

El resultado obtenido de este cálculo proporciona un porcentaje mensual que refleja el índice de pérdidas de caudal en la red de distribución de agua. El análisis se ha llevado a cabo para cada mes, desde enero hasta diciembre, reflejando una visión detallada y específica de la situación en cada período lo que permite identificar tendencias, patrones en la gestión y distribución del recurso hídrico, ya que al comprender mejor dónde y cómo se producen estas pérdidas, las autoridades y gestores del servicio pueden implementar estrategias más eficaces para reducir las pérdidas y optimizar el uso del agua.

A continuación, se presentan los porcentajes de pérdida de caudal calculados para cada mes, basados en la aplicación de la fórmula mencionada anteriormente.

- **Enero:** El índice de pérdida de caudal es aproximadamente 24.78%.

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = \left(1 - \frac{972,727}{1,293,113}\right) \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 0.24776 \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 24.776\%$$

- **Febrero:** Este mes experimenta un índice de pérdida de caudal del 28.22%.

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = \left(1 - \frac{906,083}{1,262,297}\right) \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 0.28219 \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 28.219\%$$

- **Marzo:** Se observa una reducción en las pérdidas, registrando un índice de aproximadamente 19.80%.

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = \left(1 - \frac{920,076}{1,147,226}\right) \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 0.19799 \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 19.799\%$$

- **Abril:** El índice de pérdida de caudal incrementa ligeramente a 31.20%.

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = \left(1 - \frac{916,270}{1,331,777}\right) \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 0.31199 \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 31.199\%$$

- **Mayo:** En este mes, el índice de pérdida de caudal asciende a 37.58%, siendo uno de los más altos.

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = \left(1 - \frac{893,888}{1,431,944}\right) \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 0.37575 \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 37.575\%$$

- **Junio:** Se registra una leve reducción en las pérdidas, con un índice del 34.00%.

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = \left(1 - \frac{912,508}{1,382,580}\right) \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 0.33999 \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 33.999\%$$

- **Julio:** El índice de pérdida de caudal se mantiene elevado en 36.80%.

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = \left(1 - \frac{911,868}{1,442,908}\right) \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 0.36803 \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 36.803\%$$

- **Agosto:** Este mes mantiene un índice similar al de julio, con un 36.81%.

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = \left(1 - \frac{925,665}{1,464,935}\right) \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 0.36811 \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 36.811\%$$

- **Setiembre:** Se observa una reducción significativa en las pérdidas, con un índice del 28.89%.

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = \left(1 - \frac{1,011,537}{1,422,410}\right) \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 0.28885 \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 28.885\%$$

- **Octubre:** El índice asciende nuevamente, registrando un 34.77%.

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = \left(1 - \frac{946,114}{1,450,385}\right) \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 0.34768 \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 34.768\%$$

- **Noviembre:** Noviembre muestra una leve mejora con un índice de pérdida de caudal de 28.53%.

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = \left(1 - \frac{1,031,421}{1,443,072}\right) \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 0.28526 \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 28.526\%$$

- **Diciembre:** En el último mes del primer año, el índice es de 32.07%.

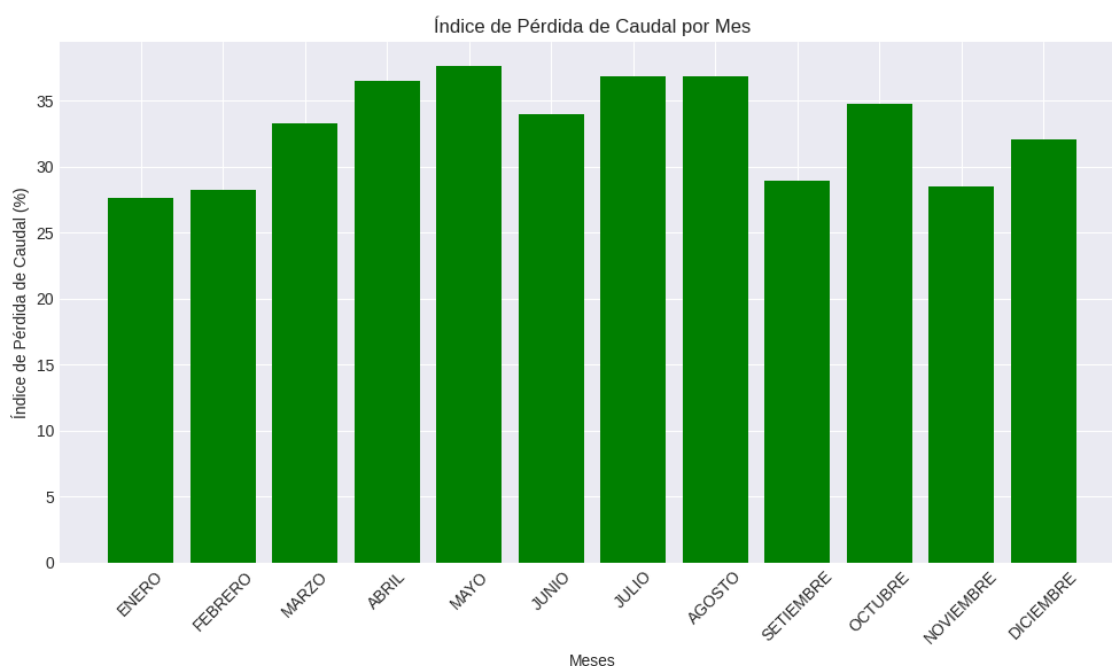
$$\text{Índice de pérdida}(\%) = \left(1 - \frac{1,013,642}{1,492,095}\right) \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 0.32065 \times 100$$

$$\text{Índice de pérdida}(\%) = 32.065\%$$

**Figura 28**

*Índice de pérdida de caudal (%)*



*Nota.* Elaboración propia

La influencia que presenta los Índice de Pérdida de Caudal (%), al analizar el impacto consecuente si lo relacionamos al consumo por cuadros comerciales, se infiere que el índice de pérdida de caudal calculado anteriormente, con respecto a la red de distribución de agua potable en el sector San Joaquín está experimentando variaciones en las pérdidas de agua. Dado que la mayoría del consumo se da en el sector doméstico, cualquier pérdida significativa de agua tendría un impacto directo en la disponibilidad de agua para los hogares en la región, así mismo se sospecha de conexiones ilegales de parte del sector doméstico.

La figura 32 proporciona de forma gráfica el índice de pérdida de caudal en el sector de San Joaquín en Ayacucho, donde se observa que los meses de mayo y julio presentan los índices más elevados de pérdida. Este patrón indica una correlación con

factores estacionales (buen tiempo) y eventos específicos, uno de ellos podría ser el buen clima que presentan estos meses para la construcción de obras, pues como se sabe la construcción de un domicilio o cualquier otra obra demandan cantidades de agua que es difícil para el usuario pagar, también se tiene en cuenta que el sector San Joaquín es un sector en crecimiento y desarrollo.

En mayo, se muestra el pico más alto en el índice de pérdida, esto se debe a que se da el inicio de la temporada de buenas temperaturas en la región, lo que causa el inicio de construcciones domiciliarias, y pues se sabe que el agua que se usa en la construcción de viviendas mayormente es de proveniente de conexiones ilegales pues demanda de una cantidad importante en el proceso constructivo daños en la infraestructura de distribución debido a la congelación y la posterior descongelación del agua dentro de las tuberías. Esta situación provoca roturas o fugas que no se detectan de manera inmediata debido a la naturaleza dispersa de la red en la zona de alta montaña.

En julio, otro mes con un índice de pérdida significativo, con causas similares, aunque otro factor que juega un rol importante, es el aumento en la demanda de agua para la agricultura durante la temporada seca, ya que esta puede exacerbar las deficiencias en la red de distribución, evidenciando las fugas o ineficiencias que durante otros meses no son tan notorias.

En el mes de diciembre ya se presentan temporadas bajas de temperatura los cuales provocan daños en la infraestructura de distribución debido a la congelación y la posterior descongelación del agua dentro de las tuberías. Esta situación provoca roturas o fugas que no se detectan de manera inmediata debido a la naturaleza dispersa de la red en la zona de alta montaña.

Por otro lado, los meses de marzo y septiembre muestran índices más bajos de pérdida, esto se debe a una menor demanda de agua, posiblemente debido a la realización de mantenimientos programados después de identificar y reparar las incidencias de los meses anteriores.

#### **4.1.1. Discusión**

En el sector San Joaquín de la ciudad de Ayacucho, el índice de pérdida de caudal suscita diversas discusiones entre autores relacionados en la materia. Avalos et al. (2021) señalan que las pérdidas considerables en el caudal indican fallas estructurales, afectando principalmente el consumo doméstico, este hallazgo resalta la dependencia crítica de los residentes en el uso eficiente del agua. Por otro lado, López

(2021) argumenta la necesidad de una evaluación detallada de la infraestructura para mitigar estas pérdidas y sugiere que la educación y concientización comunitaria sobre el uso responsable del agua pueden reducir la demanda excesiva en la red.

Los patrones de pérdida de caudal varían estacionalmente, dado que, en diciembre, las bajas temperaturas provocan la congelación y descongelación del agua en las tuberías, causando daños y fugas no inmediatamente detectables debido a la naturaleza dispersa de la red en la zona montañosa. De la misma forma en el mes de mayo se da el inicio a los picos más altos de índice de pérdidas de caudal y esto se debe al buen clima que presenta este mes para poder dar inicio a obras ya sea de vivienda o con otros fines, ya que la cantidad de agua que se necesita para el proceso constructivo es significativa la mayoría de veces provienen de conexiones ilegales. Mientras tanto, en julio, se observa un incremento en la demanda de agua para la agricultura durante la temporada seca, exacerbando las deficiencias en la red y haciendo más evidentes las fugas e ineficiencias. En contraste, marzo y septiembre registran índices más bajos de pérdida, posiblemente debido a una menor demanda de agua y a los mantenimientos programados que se realizan tras identificar y reparar incidencias en meses anteriores. Estos hallazgos subrayan la importancia de una gestión adaptativa de la red de distribución de agua para afrontar los desafíos estacionales y asegurar un suministro de agua constante y eficiente para la comunidad de San Joaquín.

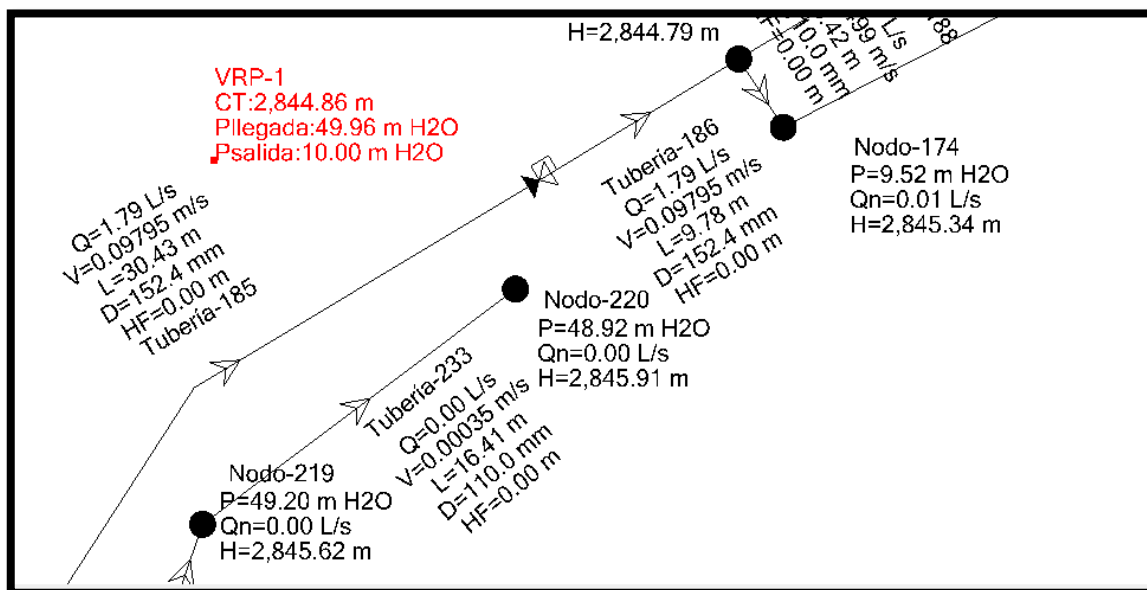
#### **4.2. Resultados conforme al objetivos específico 2**

El objetivo específico 2 planteado en la presente investigación es el siguiente: “Evaluar si las válvulas reductoras de presión existentes son las suficientes para el correcto control de presiones y la mejora de la funcionalidad de la red de distribución de agua potable del sector San Joaquín de la ciudad de Ayacucho”.

El segundo objetivo del estudio se centra en evaluar la eficiencia de las válvulas de presión, dado que solo se cuenta con tres válvulas reductoras de presión, designadas como VRP-01, VRP-02 y VRP-03, ubicadas en el sector San Joaquín. El análisis permitirá determinar si estas instalaciones son suficientes para mantener un control óptimo de la presión y mejorar la funcionalidad general del sistema de distribución de agua potable en la ciudad de Ayacucho, garantizando así un servicio eficiente y confiable para la comunidad.

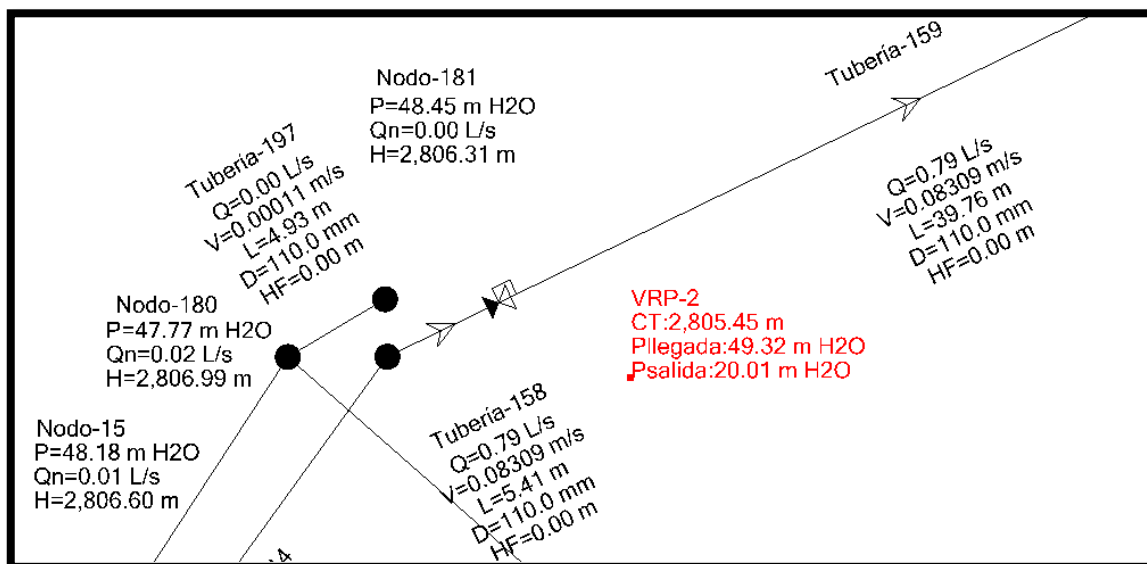


**Figura 29**  
Modelamiento de la válvula VRP-01



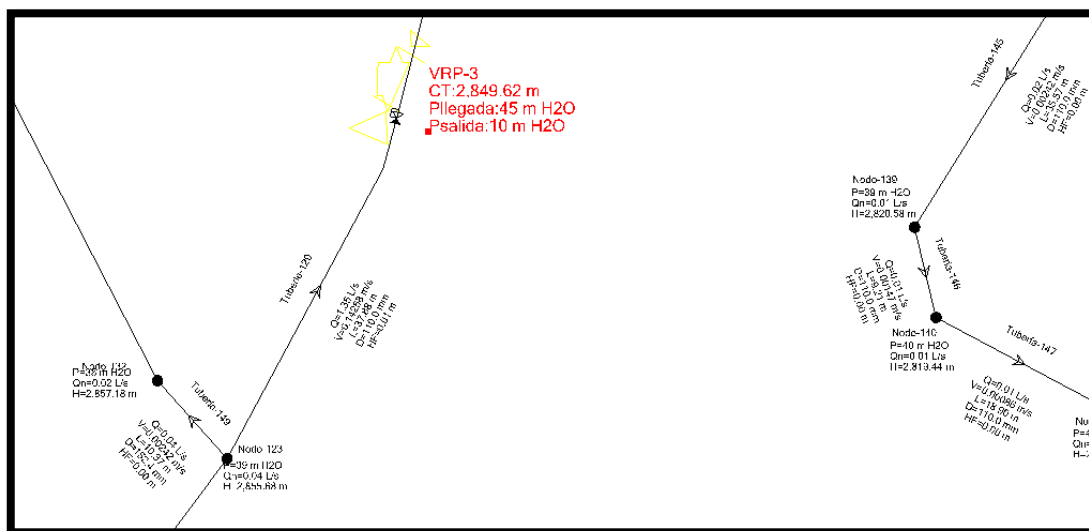
Nota. Elaboración propia

**Figura 30**  
Modelamiento de la válvula VRP-02



Nota. Elaboración propia

**Figura 31**  
Modelamiento de la válvula VRP-03



Nota. Elaboración propia

Como se observa en el Anexo 01, el análisis de las presiones con las tres válvulas reductoras existentes indica niveles fuera de los parámetros normativos (10mca a 50mca).

**Tabla 26**  
Valores fuera de los parámetros permitidos inicial

N°	Etiqueta	Elevación (m)	Demanda (L/s)	Grado Hidráulico (m)	Presión (mca)
5	Nodo-5	2,844.03	0.01	2,894.96	50.83
6	Nodo-6	2,840.95	0.03	2,894.96	53.89
7	Nodo-7	2,827.59	0.04	2,894.94	67.21
8	Nodo-8	2,838.35	0.03	2,894.93	56.46
9	Nodo-9	2,843.50	0.03	2,894.92	51.32
27	Nodo-27	2,769.95	0.04	2,825.49	55.43
28	Nodo-28	2,770.12	0.01	2,825.49	55.26
29	Nodo-29	2,773.09	0.03	2,825.50	52.3
30	Nodo-30	2,770.00	0.02	2,825.50	55.38
31	Nodo-31	2,771.55	0.02	2,825.50	53.83
32	Nodo-32	2,773.89	0.04	2,825.50	51.5
33	Nodo-33	2,788.17	0	2,859.59	71.27
34	Nodo-34	2,781.21	0.04	2,859.59	78.22
35	Nodo-35	2,777.53	0.05	2,859.59	81.89
36	Nodo-36	2,772.48	0	2,894.90	122.17
37	Nodo-37	2,785.11	0.06	2,894.90	109.57
38	Nodo-38	2,790.78	0.07	2,894.90	103.91

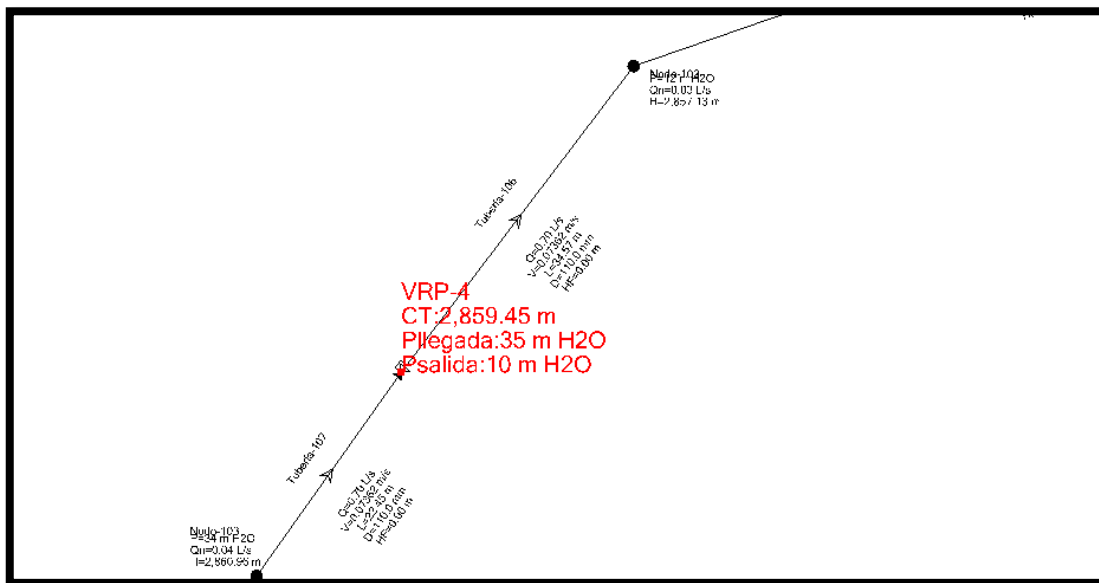
39	Nodo-39	2,812.14	0.07	2,894.90	82.59
40	Nodo-40	2,825.00	0.04	2,894.90	69.76
41	Nodo-41	2,831.96	0.01	2,894.90	62.82
42	Nodo-42	2,768.14	0.01	2,894.90	126.51
43	Nodo-43	2,771.24	0.01	2,859.59	88.17
44	Nodo-44	2,770.00	0.02	2,859.59	89.41
45	Nodo-45	2,768.20	0.03	2,859.59	91.21
46	Nodo-46	2,764.01	0.04	2,859.59	95.38
47	Nodo-47	2,781.31	0.03	2,859.59	78.12
48	Nodo-48	2,778.92	0.02	2,859.59	80.51
49	Nodo-49	2,778.56	0.02	2,859.59	80.87
50	Nodo-50	2,774.64	0.04	2,859.59	84.78
51	Nodo-51	2,770.17	0.03	2,859.59	89.24
52	Nodo-52	2,765.00	0.02	2,859.59	94.4
53	Nodo-53	2,761.62	0.06	2,859.58	97.77
54	Nodo-54	2,760.79	0.02	2,859.58	98.6
55	Nodo-55	2,763.22	0.03	2,859.59	96.18
56	Nodo-56	2,765.30	0.02	2,859.59	94.1
57	Nodo-57	2,765.15	0.01	2,859.59	94.25
58	Nodo-58	2,790.00	0.03	2,894.90	104.69
59	Nodo-59	2,807.89	0.02	2,894.90	86.83
60	Nodo-60	2,813.81	0.01	2,894.90	80.93
61	Nodo-61	2,821.91	0.03	2,894.90	72.85
66	Nodo-66	2,841.92	0.03	2,894.90	52.88
67	Nodo-67	2,840.70	0.02	2,894.90	54.1
68	Nodo-68	2,839.39	0.02	2,894.90	55.4
69	Nodo-69	2,835.29	0.02	2,894.90	59.49
70	Nodo-70	2,835.00	0.02	2,894.90	59.78
71	Nodo-71	2,771.27	0.01	2,859.59	88.14
72	Nodo-72	2,785.63	0.01	2,859.59	73.81
73	Nodo-73	2,784.26	0.04	2,859.59	75.18
74	Nodo-74	2,788.81	0.03	2,859.59	70.63
75	Nodo-75	2,792.85	0.02	2,859.59	66.6
76	Nodo-76	2,795.52	0.04	2,859.59	63.94
77	Nodo-77	2,785.82	0.02	2,859.59	73.62
78	Nodo-78	2,769.64	0.02	2,859.59	89.77
79	Nodo-79	2,765.46	0.03	2,859.59	93.94
80	Nodo-80	2,782.25	0.02	2,859.59	77.18
81	Nodo-81	2,795.00	0.05	2,859.60	64.47
82	Nodo-82	2,788.88	0.02	2,859.60	70.58
83	Nodo-83	2,799.35	0.02	2,859.61	60.14
84	Nodo-84	2,803.28	0.02	2,859.62	56.22
85	Nodo-85	2,804.49	0.02	2,859.62	55.02
86	Nodo-86	2,806.93	0.01	2,859.62	52.59
88	Nodo-88	2,762.00	0.01	2,859.58	97.39

<b>89</b>	Nodo-89	2,788.95	0.08	2,859.58	70.49
<b>90</b>	Nodo-90	2,785.00	0.01	2,859.58	74.43
<b>91</b>	Nodo-91	2,796.17	0.02	2,859.58	63.28
<b>92</b>	Nodo-92	2,785.00	0.02	2,894.90	109.68
<b>93</b>	Nodo-93	2,821.29	0.01	2,894.90	73.47
<b>94</b>	Nodo-94	2,820.40	0.01	2,894.90	74.35
<b>95</b>	Nodo-95	2,820.00	0.01	2,894.90	74.75
<b>96</b>	Nodo-96	2,814.66	0.01	2,894.90	80.08
<b>97</b>	Nodo-97	2,809.91	0.01	2,894.90	84.83
<b>98</b>	Nodo-98	2,825.00	0.02	2,894.90	69.76
<b>99</b>	Nodo-99	2,833.12	0.02	2,894.90	61.67
<b>100</b>	Nodo-100	2,844.60	0.02	2,894.90	50.2
<b>143</b>	Nodo-143	2,805.00	0.02	2,859.62	54.51
<b>145</b>	Nodo-145	2,802.69	0	2,859.62	56.82
<b>146</b>	Nodo-146	2,801.21	0	2,859.62	58.3
<b>147</b>	Nodo-147	2,792.29	0.02	2,859.62	67.2
<b>148</b>	Nodo-148	2,786.48	0.01	2,859.62	73
<b>211</b>	Nodo-211	2,840.52	0.03	2,894.93	54.3
<b>212</b>	Nodo-212	2,839.12	0.04	2,894.93	55.69
<b>216</b>	Nodo-216	2,840.88	0.02	2,894.93	53.94
<b>221</b>	Nodo-221	2,830.48	0.01	2,894.93	64.32
<b>222</b>	Nodo-222	2,830.34	0.01	2,894.93	64.46
<b>273</b>	Nodo-273	2,772.67	0.09	2,859.59	86.74

*Nota.* Elaboración propia

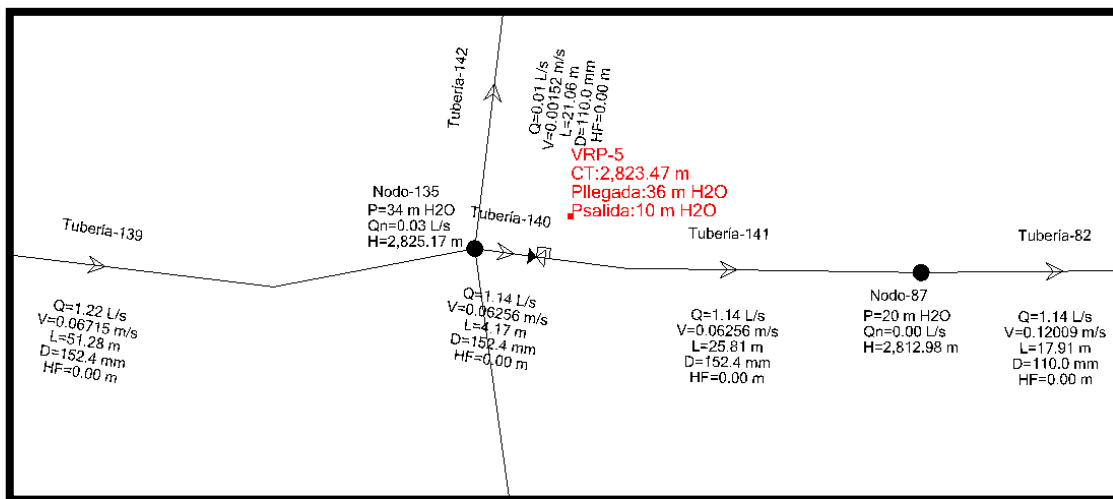
Como se observa en la tabla 26, existen 85 nodos con valores de presión que no están dentro de lo reglamentario, es decir menor a 50 mca, es por ello que se han adicionado 05 válvulas reductoras de presión en el sector de San Joaquín para regularizar la presión en la red y garantizar un suministro constante y seguro. Con esta medida, se quiere estabilizar los niveles de presión en toda la zona, reduciendo los riesgos de rupturas en las tuberías y asegurando una mejor distribución del agua.

**Figura 32**  
Modelamiento de la válvula VRP-04



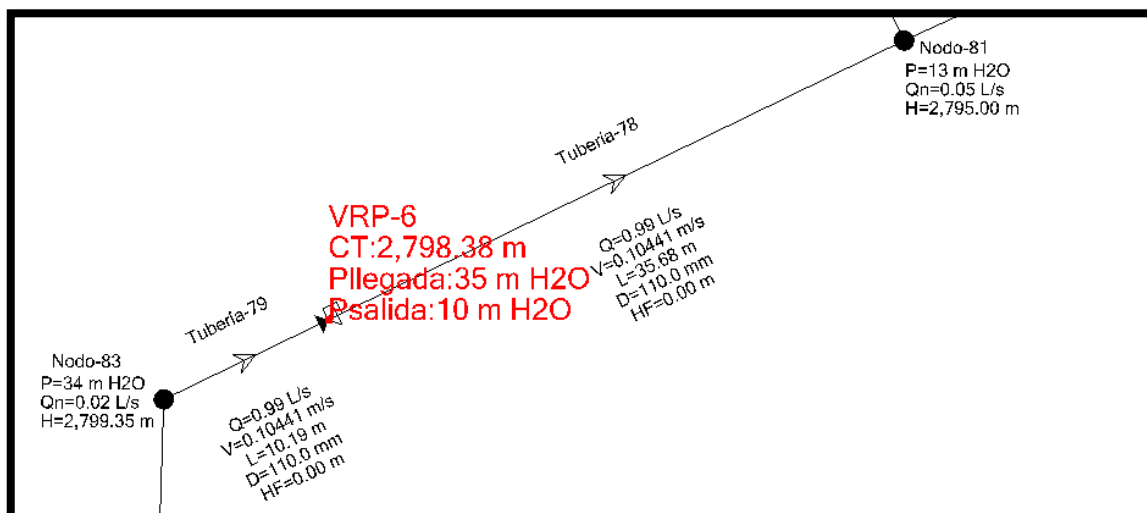
Nota. Elaboración propia

**Figura 33**  
Modelamiento de la válvula VRP-05



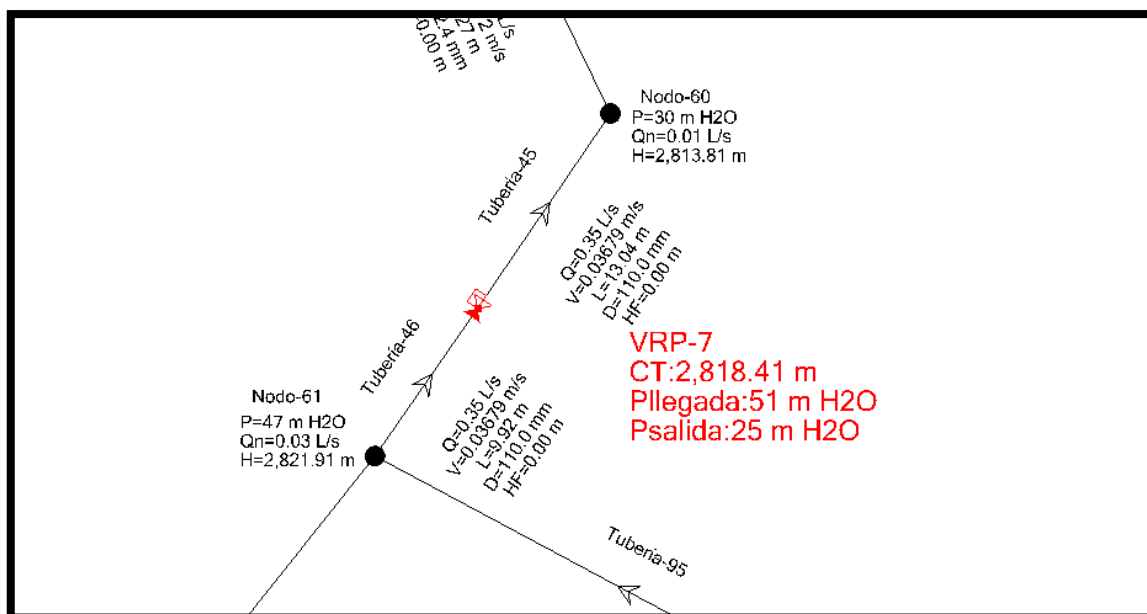
Nota. Elaboración propia

**Figura 34**  
Modelamiento de la válvula VRP-06



Nota. Elaboración propia

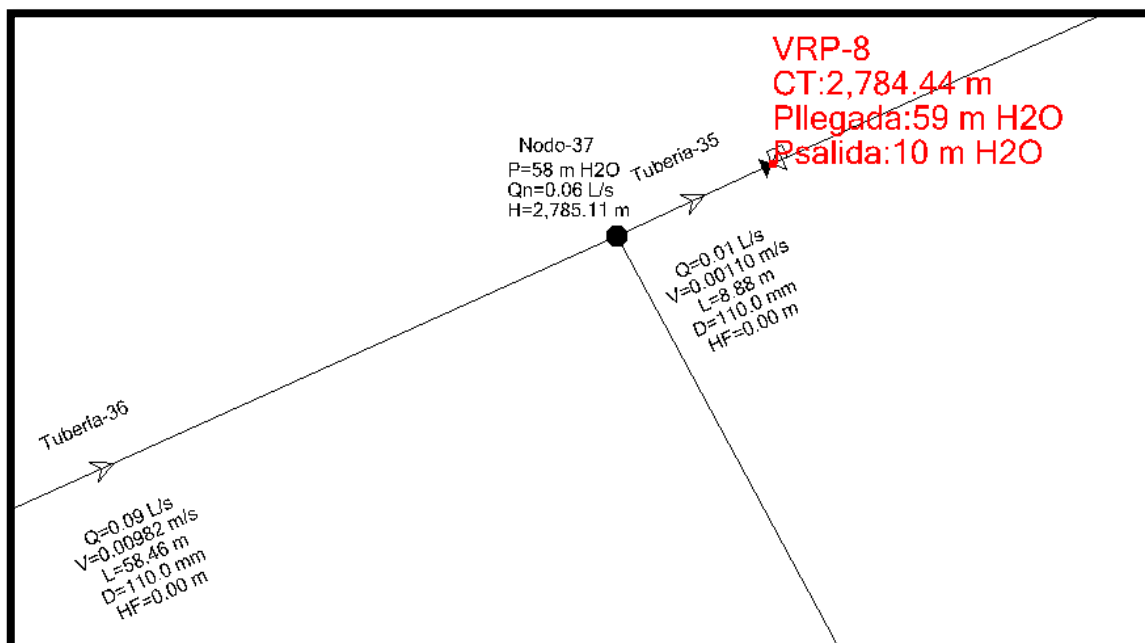
**Figura 35**  
Modelamiento de la válvula VRP-07



Nota. Elaboración propia

**Figura 36**

Modelamiento de la válvula VRP-08



Nota. Elaboración propia

A continuación, se presentará una tabla de reporte de las 8 válvulas en total que trabajaran en el sector, así mismo se anexará el Anexo 02 sobre el reporte final del sector con las presiones en cada nodo, para así concluir que las 03 válvulas que el sector cuenta no son suficientes para su buen desarrollo y eficiencia para los usuarios.

**Tabla 27**

Valores dentro de los parámetros permitidos final

N°	Etiqueta	Elevación (m)	Demanda (L/s)	Grado Hidráulico (m)	Presión (mca)
4	Nodo-4	2,844.29	0.02	2,894.97	51
5	Nodo-5	2,844.03	0.01	2,894.96	51
6	Nodo-6	2,840.95	0.03	2,894.96	54
7	Nodo-7	2,827.59	0.04	2,894.94	67
8	Nodo-8	2,838.35	0.03	2,894.93	56
9	Nodo-9	2,843.50	0.03	2,894.92	51
27	Nodo-27	2,769.95	0.04	2,825.49	55
28	Nodo-28	2,770.12	0.01	2,825.49	55
29	Nodo-29	2,773.09	0.03	2,825.50	52
30	Nodo-30	2,770.00	0.02	2,825.50	55
31	Nodo-31	2,771.55	0.02	2,825.50	54

<b>32</b>	Nodo-32	2,773.89	0.04	2,825.50	52
<b>37</b>	Nodo-37	2,785.11	0.06	2,843.47	58
<b>38</b>	Nodo-38	2,790.78	0.07	2,843.47	53
<b>58</b>	Nodo-58	2,790.00	0.03	2,843.47	53
<b>92</b>	Nodo-92	2,785.00	0.02	2,843.47	58
<b>96</b>	Nodo-96	2,814.66	0.01	2,869.47	55
<b>97</b>	Nodo-97	2,809.91	0.01	2,869.47	59
<b>211</b>	Nodo-211	2,840.52	0.03	2,894.93	54
<b>212</b>	Nodo-212	2,839.12	0.04	2,894.93	56
<b>216</b>	Nodo-216	2,840.88	0.02	2,894.93	54
<b>221</b>	Nodo-221	2,830.48	0.01	2,894.93	64
<b>222</b>	Nodo-222	2,830.34	0.01	2,894.93	64

*Nota.* Elaboración propia

Como se observa en la tabla 27, los datos de presión que superan los 50 mca de lo reglamentados son 23 valores, pero son valores que se encuentran en un rango no tan lejano al adecuando de 50 mca, a diferencia de cuando había 3 válvulas reductoras de presión los cuales superaban los 100mca.

#### **Cálculo el Porcentaje de Disminución**

$$Disminución = \frac{Valor\ Inicial - Valor\ Final}{Valor\ Inicial} \times 100\%$$

$$Disminución = \frac{85 - 23}{85} \times 100\%$$

$$Disminución = 72.94\%$$

Se realiza una comparación de ambos modelamientos en las válvulas, dando como resultado una disminución del 72.94% a comparación a lo observado anteriormente en la tabla 26, lo que hace mención que es necesario que el sector de San Joaquín posea más válvulas reductoras de presión, ya que las que posea ahora no son suficientes.



#### **4.2.1. Discusión**

La evaluación de la suficiencia de válvulas reductoras de presión en el sector San Joaquín de Ayacucho es un tema de vital importancia en el uso sostenible del recurso hídrico.

Como lo señala Illanes (2021), un balance óptimo entre el número y la capacidad de las válvulas es fundamental para asegurar una distribución eficiente del agua, evitando tanto el desperdicio como los daños potenciales en la infraestructura. En San Joaquín, varios puntos registran presiones promedio que exceden los 50 metros de columna de agua (mca), lo indica la necesidad de incrementar el número de válvulas reductoras de presión.

Carhuapoma y Chahuayo (2019) resaltan la importancia de considerar la topografía y las variaciones de demanda en diferentes zonas y horarios al implementar válvulas adicionales. En línea con esta perspectiva, una observación detallada en San Joaquín, especialmente en puntos críticos como Jr. Júpiter, Av. Palmeras y Jr. Astete, indica que las presiones cercanas a 50 mca requieren atención prioritaria.

La eficacia de las válvulas existentes, identificadas como VRP-01, VRP-02 y VRP-03, es otro aspecto crucial, ya que el presente estudio pretende determinar si estas son suficientes para mantener un control óptimo de la presión en toda la red de distribución de agua potable. Según datos presentados a partir del modelamiento hidráulico realizado en WaterGems, existen 85 nodos con presiones fuera del rango reglamentario (menor a 50 mca), lo que llevó a la adición de cinco válvulas reductoras de presión adicionales. Esta medida permitirá estabilizar los niveles de presión, reduciendo los riesgos de rupturas en las tuberías y asegurando una distribución de agua más efectiva, como se demuestra en la comparación de datos antes y después de la implementación de estas medidas dando un porcentaje de 72.94% lo que evidencia que la efectividad de la adición de válvulas en la regulación de la presión es necesaria.

### 4.3. Resultados conforme al objetivos específico 3

El objetivo específico 3 planteado en la presente investigación es el siguiente: “Evaluar y analizar la influencia de las características de la red de distribución en el sector San Joaquín de la ciudad de Ayacucho mediante un modelamiento hidráulico en el software WATER GEMS”

Para alcanzar este objetivo, se utilizó las tablas de los Anexo 3 realizado a partir del modelamiento hidráulico por el software WaterGems como se observa en el Anexos 4. Una vez realizado el modelamiento hidráulico, a continuación, se proporciona detalles sobre las tuberías de la red de distribución en términos de longitud, diámetro, material y velocidad, estos detalles permitirán analizar la influencia que tienen las características en la red de distribución de agua.

**Tabla 28**

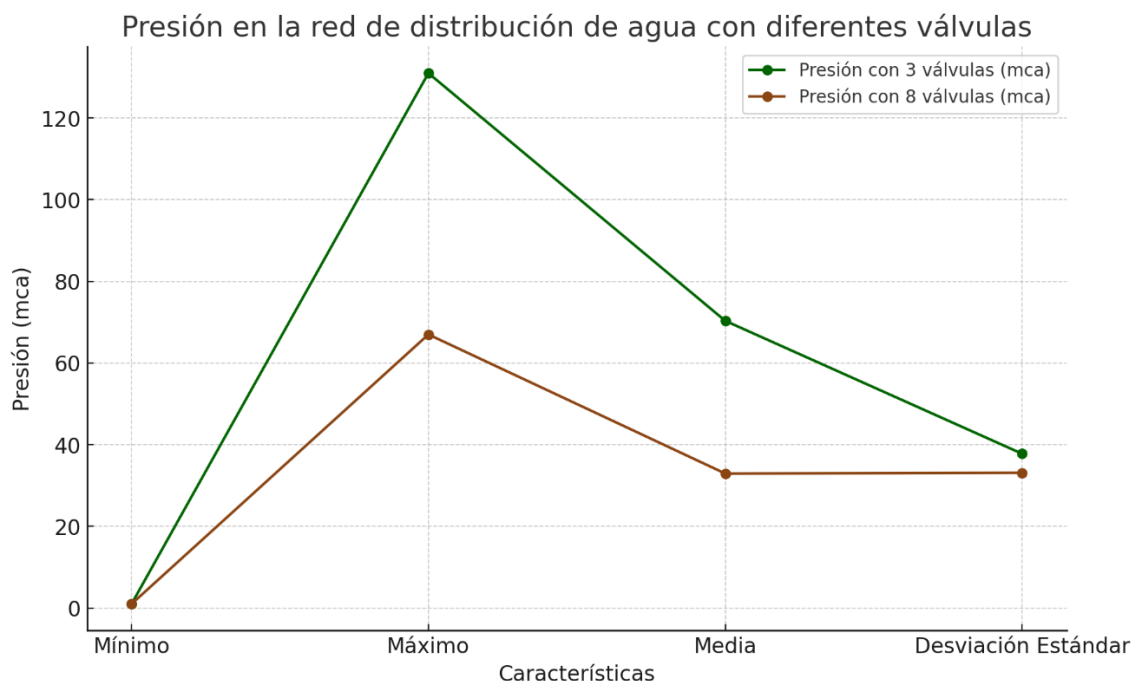
*Características de la red de distribución de agua en los nodos*

	<b>Elevación (m)</b>	<b>Demanda (L/s)</b>	<b>Grado hidráulico (m)</b>	<b>Presión con 3 válvulas (mca)</b>	<b>Presión con 8 válvulas (mca)</b>
<b>Mínimo</b>	2,764.01	0	2,894.89	1	1
<b>Máximo</b>	2,893.74	0.09	2,895.00	131	67
<b>Media</b>	2,824.66	0.02	2,894.91	70.34	32.94
<b>Desviación Estándar</b>	26.57	0.02	0.03	37.79	33.12

*Nota.* Elaboración propia

Como se demostró en el objetivo 2, es necesario incluir 5 válvulas reductoras de presión en el Sector ya que con lo válvulas actuales no se cumple con lo estipulado de 50 mca, esto se puede apreciar de mejor forma en la figura 40.

**Figura 37**  
*Presión con 3 y 8 válvulas reductoras de presión*



*Nota.* Elaboración propia

A partir de los datos estadísticos obtenido una vez realizado el modelamiento hidráulico, se pueden inferir varios puntos y situaciones sobre la red de distribución en el sector San Joaquín de la ciudad de Ayacucho:

- **Rango de Elevación:** La diferencia entre la elevación mínima y máxima es de aproximadamente 130 metros, esto indica que el sector San Joaquín cuenta con variaciones topográficas significativas, lo que puede influir en la presión de la red.
- **Demanda:** La demanda promedio es de 0.02 L/s con una máxima de 0.09 L/s, estos valores son relativamente bajos, pero la desviación estándar cercana a la media sugiere que hay variabilidad en la demanda entre diferentes puntos de la red.
- **Grado Hidráulico:** La desviación estándar es muy baja (0.03 m), lo que indica que la variabilidad del grado hidráulico a lo largo de la red es mínima.
- **Presión:** Existe una amplia variabilidad en la presión, con un rango que va desde 1 mca hasta 131 mca cuando se cuenta con 3 válvulas reductoras de presión, pero un rango de 1mca a 67mca cuando se cuenta con 8 válvulas reductoras de presión lo cual es lo que se debería de cumplir.

A continuación, se calcula la pendiente topográfica para conocer como varia la disposición de los nodos referentes al terreno, para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$Pendiente = \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)}$$

Donde:

$y_1$  y  $y_2$  son las coordenadas Y de los puntos inicial y final del rango de elevación, respectivamente.

$x_1$  y  $x_2$  son las coordenadas X de los puntos inicial y final de la línea, respectivamente.

$$Pendiente = \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)}$$

$$Pendiente = \frac{(2893.25 - 2881.95)}{(8.54 - 6.28)}$$

$$Pendiente = 1.07$$

Esto significa que por cada unidad que se mueve horizontalmente los nodos (en el eje X), la pendiente en terrinos de porcentaje será entonces 107%. En topografía, indica una pendiente muy empinada, puesto que, si el valor de la pendiente fuera más cercano a 0, significaría un terreno más plano; y cuanto más alta sea la pendiente, más empinado será el terreno.

#### **4.3.1. Discusión**

El análisis y la gestión eficiente del recurso hídrico en el sector San Joaquín de Ayacucho se benefician enormemente del uso del modelamiento hidráulico, una herramienta vital destacada por López (2021) por su capacidad para simular el comportamiento de las redes de agua en diversas condiciones. Este enfoque permite una comprensión profunda de cómo la infraestructura existente y la topografía específica del sector afectan la presión y la distribución del agua, lo que es crucial para la toma de decisiones informadas y precisas en la gestión de agua.

Inga (2019) subraya la importancia de herramientas avanzadas como WATER GEMS para analizar las dinámicas de la red de distribución de agua, ya que estas herramientas no solo facilitan la identificación de áreas que requieren mejoras, sino que también garantizan una distribución eficiente del agua, teniendo en cuenta factores

como la elevación, el tipo de material, el diámetro, la velocidad, la longitud, la presión y las condiciones topográficas. En este sentido, el uso de WATER GEMS en San Joaquín ha permitido obtener una representación detallada y precisa de la red de distribución, superando las capacidades de otros softwares.

El estudio detallado de la red de distribución en San Joaquín, utilizando el modelamiento hidráulico, proporciona información valiosa, como los datos recopilados, que se muestra en los Anexos 1, 2 y 3, los cuales detallan aspectos como la elevación, la demanda, el grado hidráulico y la presión en diferentes nodos. Esta información es esencial para evaluar la influencia de estos factores en el funcionamiento de la red como el tipo de material y su diámetro, actualmente el PVC brinda muchas facilidades y su uso es internacional para las redes de distribución de agua potable, un hallazgo bueno al realizar este modelamiento es que en el sector San Joaquín todas las tuberías son de PVC y esto aporta un adicional al funcionamiento de la red. Además, se observa una notable diferencia en la presión cuando se compara el uso de 3 válvulas reductoras de presión con 8, dando a notar aún más la necesidad de adicionar válvulas reductoras de presión en la red de distribución de agua potable, ya que otras de las opciones sería el aumento de diámetro de las tuberías, el cual no es viable por el tiempo en el cual el sector se quedaría sin agua potable, de la misma forma los costos serían demasiado altos y la satisfacción de los usuarios y clientes de la EPS SEDA AYACUCHO bajaría siendo este un factor muy importante para la empresa.

## CONCLUSIONES

Se determinó el índice de pérdidas de caudal del sector San Joaquín , en los doce meses (enero-diciembre), se reveló fluctuaciones notables en el índice de pérdida de caudal, con un pico del 37.58% en mayo y un mínimo del 19.80% en marzo, y con respecto a la influencia de esta pérdida en la red de distribución , estas variaciones están estrechamente vinculadas con factores estacionales, conexiones ilegales y la demanda agrícola, particularmente evidentes en julio, cuando la necesidad de agua para la agricultura aumenta las pérdidas. Estos hallazgos subrayan la importancia de mejorar la red de distribución de agua, pues los porcentajes obtenidos son altos y no ayuda con la satisfacción de los usuarios entonces revela la necesidad de adaptar la gestión del agua a las variaciones estacionales, las demandas específicas del sector agrícola e incluso realizar de manera más constante visitas a campo para reducir las conexiones ilegales de algunos usuarios.

Se evaluó la suficiencia de las válvulas reductoras de presión existente en la red de distribución en el sector San Joaquín de Ayacucho, dado que el estudio inicial reveló que las tres válvulas existentes, VRP-01, VRP-02 y VRP-03, no eran suficientes, con 85 nodos registrando presiones fuera del rango normativo. Esto llevó a la instalación de cinco válvulas adicionales, logrando una significativa disminución del 72.94% en presiones excesivas. Por tanto, la inclusión de más válvulas reductoras de presión es una medida estratégica que se debe de realizar para estabilizar la presión en toda la red, minimizando el riesgo de rupturas en las tuberías y asegurando una distribución de agua más efectiva para el sector de San Joaquín.

Se evaluó y analizó la influencia a partir de las características que presenta la red de distribución de agua potable , tales como: diámetro, material de tubería, coeficiente de Hazen y Williams, diámetro y pendiente del terreno; todas estas características que se encuentran en el Anexo 03 revelan que todas las tuberías que presenta el sector son de material PVC, lo cual mediante el factor de Hazen y Williams proporcionar e influyen en la red de distribución, de la misma forma se tiene los diámetros de cada tuberías , los cuales podrían ser cambiados para así disminuir la presión del agua, pero resulta aún más costoso que la implementación de válvulas reductoras de presión y también teniendo en cuenta la continuidad que no se podría brindar a los usuarios al proponer un proyecto tan complicado teniendo una salida más fácil de realizar. Además, de ello el sector San Joaquín suele ser un sector muy

complicado por su topografía que revela una pendiente 107% siendo muy empinada. Estos hallazgos, apoyados por la capacidad analítica avanzada de WATER GEMS, permitieron una comprensión más profunda de cómo la topografía y otros factores influyen en la distribución y presión del agua.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar seguimientos continuos y análisis detallados de las pérdidas de caudal en diferentes épocas del año para entender mejor la variabilidad mensual observada y determinar si hay una tendencia o patrones recurrentes que puedan ser abordados.

Considerando que varias presiones promedio superan los 30 mca, se recomienda evaluar la instalación de válvulas reductoras de presión adicionales o ajustar las existentes para mejorar el control de presión en la red, especialmente en las zonas donde las presiones registradas son excepcionalmente altas.

Se recomienda continuar utilizando y posiblemente expandir el modelamiento hidráulico con software como WaterGems para analizar diferentes escenarios y estrategias que puedan ayudar a mejorar la gestión de la presión y reducir las pérdidas de caudal.

Se recomienda explorar la implementación de tecnologías avanzadas de monitoreo y control, como sistemas de monitoreo en tiempo real y automatización para optimizar la operación de la red, detectar y localizar fugas, y mejorar la eficiencia en la distribución del agua.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agüero Pittman, R. Agua potable para poblaciones rurales. 1997.  
<https://dokumen.tips/documents/aguero-pitman-agua-potable-para-poblaciones-rurales.html?page=1>
- Avalos, B., Flores, W., y Silva, C. (2021). Control de presiones y reducción de pérdidas en el sistema de distribución de agua potable del Sector VI - Augusto B. Leguía de Tacna. *Ingeniería Investiga*, 3(1), 620–631.  
<https://doi.org/10.47796/ing.v3i1.485>
- Barrantes, R. Investigación, Un camino al conocimiento, Un Enfoque Cualitativo, Cuantitativo y Mixto. San José, Costa Rica. Editorial EUNED; 2014.  
<https://laboratorio-mti.jimdofree.com/>
- Bartolin Ayala, H. Confección de modelos de redes de distribución de agua desde un SIG y desarrollo de de herramientas de apoyo a la toma de decisiones. Tesis de doctor. Universidad Politecnica de Valencia, 2013. *ResearchGate*.  
<https://doi.org/10.4995//Thesis//10251//33152>
- Bentley Software de análisis y diseño de sistemas de distribución de agua. Obtenido de Software de análisis y diseño de sistemas de distribución de agua.; 2016.  
<https://www.bentley.com/>
- Campbell Gonzalez, E. Sectorización de Redes de Abastecimiento de Agua Potable basada en detección de comunidades en redes sociales y optimización heurística. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, 2013. Docplayer.es.  
<https://docplayer.es/114061563-Departamento-de-ingenieria-hidraulica-y-medio-ambiente.html>
- Carhuapoma, M., y Chahuayo, D. (2019). Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la Rinconada de Pamplona Alta, aplicando EPANET y algoritmos genéticos para la localización de válvulas reductoras de presión. *Upc.edu.pe*.  
<http://hdl.handle.net/10757/626349>
- Castro D., M. (2016). Sobre la modelación hidráulica en obras de saneamiento básico Academia.edu. <https://www.academia.edu/29152190/MODELACION>

- CONAGUA Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Datos Básicos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México. 2014. url: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/0%205%20DatosBasicos.pdf>
- Creswell, J. W., Y Hirose, M. (2019). Mixed methods and survey research in family medicine and community health. *Family Medicine and Community Health*, 7(2), e000086–e000086. <https://doi.org/10.1136/fmch-2018-000086>
- Criollo Chango, J. C. (2015). Abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria de los habitantes de la comunidad Shuyo Chico y San Pablo de la parroquia Angamarca, cantón Pujili, provincia de Cotopaxi. *Uta.edu.ec*. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/12161>
- EPSASA Plan Maestro Optimizado. PMO. Comosión de Gestión del Plan Maestro Optimizado, 2014. url: <https://www.sedaayacucho.pe/archivos/262-planmaestro-optimizado-pmo-2015-2044.pdf>.
- Facundo Lozano, E. J. Control de presiones de agua potable para el mejoramiento del sistema a través de la metodología de la sectorización en el distrito de Chocope. Tesis de grado. Universidad Nacional del Centro del Perú, 2020. url: [https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/6553/1/REP\\_EDISON.FACUNDO\\_JOSC389.OLIVA\\_CONTROL.DE.PRESIONES.DE.AGUA.POTABL E.pdf](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/6553/1/REP_EDISON.FACUNDO_JOSC389.OLIVA_CONTROL.DE.PRESIONES.DE.AGUA.POTABL E.pdf).
- Fragoso Sandoval, L. La sectorización en redes de agua potable para mejorar su eficiencia hidráulica. Tesis de grado. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA), Unidad Zacatenco, 2016. <https://fddocuments.net/document/water-supply-network-division-into-sectors-for-a-better-controlar-los-caudales.html?page=1>
- Hernández Sampieri R. Mendoza, C. Metodología de la investigación. 2018. url: <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>.
- Hernández Sampieri, R. Metodología de la Investigación. 2016.

- Illanes, P. (2021). Publicacion de Documentacion Digital - UMSS: "Gestión de pérdidas en redes de distribución de agua en la ciudad de Cochabamba, mediante el uso de válvulas reductoras de presión." *Ums.edu.bo*.  
<http://hdl.handle.net/123456789/24720>
- Inga Ferreyra, A. N. Redistribución del caudal de pérdidas de agua y aumento de la ganancia económica por el agua no facturada a través de una nueva sectorización para mejorar la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho. Tesis de grado. Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion, 2019. Docplayer.es. <https://docplayer.es/227550763-Universidad-nacional-jose-faustino-sanchez-carrion-tesis.html>
- Jimenez Terán, J. M. Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario. 2012. url: <https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Disenio-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>.
- López, A. (2021). Identificación de los puntos críticos para las pérdidas de agua en la red de distribución de agua potable de la vereda el Rosario del municipio de Manizales-Caldas. *Unal.edu.co*.  
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79626>
- López, R. Elementos de diseño para acueductos de agua potable y alcantarillados. Medellín, Colombia. Tesis de grado. Escuela colombiana de ingeniería., 2013. url: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/12161>
- Lossio Aricoché, M. Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones. Tesis de grado. Universidad de Piura, 2012. url: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2053>.
- Magne Ayllon, F. Abastecimiento, diseño y construcción de sistemas de agua potable y modernizando el aprendizaje y enseñanza en la asignatura de ingeniería sanitaria I. Tesis de grado. Universidad mayor de San Simón., 2008. url: <http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/1522.pdf>.
- Ministerio de Vivienda, C. y. S. Reglamento Nacional de Edificaciones-Norma OS 100 Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria. 2006. url: <https://>

/ [www.vivienda.gob.pe / ejes / vivienda - y - urbanismo / documentos / Reglamento20Nacional20de20Edificaciones.pdf](http://www.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento20Nacional20de20Edificaciones.pdf).

Porras Gómez, O. H. Reducción de pérdidas de caudal en red de tuberías para mejorar distribución de agua potable - Sector San Carlos - La Merced. Tesis de grado. Universidad Nacional del Centro del Perú, 2014. url: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/290>.

R. Bogdan., T. y Introducción a los métodos cualitativos. 1984. url: <https://asodea.files.wordpress.com/2009/09/taylor-s-j-bogdan-r-metodologia-cualitativa.pdf>.

R. Bogdan., T. y Metodología de la Investigación Científica para ingenieros. 2012. url: [https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_Investigaci%C3%B3n\\_Cient%C3%ADfica\\_para\\_ingenier%C3%ADa\\_Civil](https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil).

SUNASS Benchmarking Regulatorio de las Empresas Prestadoras de Servicio. 2018. url: [https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/bench\\_regulatorio\\_eps\\_info2018.pdf](https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/bench_regulatorio_eps_info2018.pdf).

SUNASS Proyecto de estudio tarifario. Reporte técnico-Docmento. Dirección de regulación tarifaria-DRT, 2021. url: <https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2021/11/PROYECTO-DE-ESTUDIO-TARIFARIO-SEDA-AYACUCHO-S.A.-TEXTO-COMPLETO.pdf>.

Vegas Niño, O. Herramientas de ayuda a la sectorización de redes de abastecimiento de agua basadas en la teoría de grafos aplicando distintos criterios. Tesis de maestría. Universidad Politécnica de Valencia, 2012. url: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/18008/Tesina\\_Master\\_OscarVegas.pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/18008/Tesina_Master_OscarVegas.pdf?sequence=1).

## ANEXOS

### ANEXO 1: Parámetros e indicadores de la red de distribución de agua en el Sector de San Joaquín del Reporte Inicial

N°	Etiqueta	Elevación (m)	Demanda (L/s)	Grado Hidráulico (m)	Presión (mca)
1	Nodo-1	2,893.25	0.03	2,895.00	1.74
2	Nodo-2	2,881.95	0.02	2,894.98	13.01
3	Nodo-3	2,880.17	0.02	2,894.98	14.78
4	Nodo-4	2,844.29	0.02	2,894.97	50.57
5	Nodo-5	2,844.03	0.01	2,894.96	50.83
6	Nodo-6	2,840.95	0.03	2,894.96	53.89
7	Nodo-7	2,827.59	0.04	2,894.94	67.21
8	Nodo-8	2,838.35	0.03	2,894.93	56.46
9	Nodo-9	2,843.50	0.03	2,894.92	51.32
10	Nodo-10	2,845.05	0.02	2,894.92	49.76
11	Nodo-11	2,838.64	0.01	2,854.88	16.21
12	Nodo-12	2,822.68	0.03	2,854.88	32.13
13	Nodo-13	2,812.09	0.02	2,854.88	42.7
14	Nodo-14	2,810.94	0.01	2,854.88	43.85
15	Nodo-15	2,806.60	0.01	2,854.88	48.18
16	Nodo-16	2,776.31	0.05	2,825.50	49.08
17	Nodo-17	2,893.74	0.03	2,895.00	1.25
18	Nodo-18	2,881.81	0.03	2,894.98	13.14
19	Nodo-19	2,869.84	0.02	2,894.97	25.07
20	Nodo-20	2,862.70	0.04	2,894.96	32.19
21	Nodo-21	2,780.94	0.02	2,825.50	44.47
22	Nodo-22	2,782.05	0.01	2,825.50	43.36
23	Nodo-23	2,782.62	0.01	2,825.50	42.79
24	Nodo-24	2,795.95	0.03	2,825.49	29.48
25	Nodo-25	2,806.73	0.01	2,825.49	18.73
26	Nodo-26	2,775.59	0.04	2,825.49	49.81
27	Nodo-27	2,769.95	0.04	2,825.49	55.43
28	Nodo-28	2,770.12	0.01	2,825.49	55.26
29	Nodo-29	2,773.09	0.03	2,825.50	52.3
30	Nodo-30	2,770.00	0.02	2,825.50	55.38
31	Nodo-31	2,771.55	0.02	2,825.50	53.83
32	Nodo-32	2,773.89	0.04	2,825.50	51.5
33	Nodo-33	2,788.17	0	2,859.59	71.27
34	Nodo-34	2,781.21	0.04	2,859.59	78.22
35	Nodo-35	2,777.53	0.05	2,859.59	81.89
36	Nodo-36	2,772.48	0	2,894.90	122.17
37	Nodo-37	2,785.11	0.06	2,894.90	109.57

38	Nodo-38	2,790.78	0.07	2,894.90	103.91
39	Nodo-39	2,812.14	0.07	2,894.90	82.59
40	Nodo-40	2,825.00	0.04	2,894.90	69.76
41	Nodo-41	2,831.96	0.01	2,894.90	62.82
42	Nodo-42	2,768.14	0.01	2,894.90	126.51
43	Nodo-43	2,771.24	0.01	2,859.59	88.17
44	Nodo-44	2,770.00	0.02	2,859.59	89.41
45	Nodo-45	2,768.20	0.03	2,859.59	91.21
46	Nodo-46	2,764.01	0.04	2,859.59	95.38
47	Nodo-47	2,781.31	0.03	2,859.59	78.12
48	Nodo-48	2,778.92	0.02	2,859.59	80.51
49	Nodo-49	2,778.56	0.02	2,859.59	80.87
50	Nodo-50	2,774.64	0.04	2,859.59	84.78
51	Nodo-51	2,770.17	0.03	2,859.59	89.24
52	Nodo-52	2,765.00	0.02	2,859.59	94.4
53	Nodo-53	2,761.62	0.06	2,859.58	97.77
54	Nodo-54	2,760.79	0.02	2,859.58	98.6
55	Nodo-55	2,763.22	0.03	2,859.59	96.18
56	Nodo-56	2,765.30	0.02	2,859.59	94.1
57	Nodo-57	2,765.15	0.01	2,859.59	94.25
58	Nodo-58	2,790.00	0.03	2,894.90	104.69
59	Nodo-59	2,807.89	0.02	2,894.90	86.83
60	Nodo-60	2,813.81	0.01	2,894.90	80.93
61	Nodo-61	2,821.91	0.03	2,894.90	72.85
62	Nodo-62	2,849.27	0.02	2,894.90	45.54
63	Nodo-63	2,852.72	0.01	2,894.90	42.1
64	Nodo-64	2,851.53	0.01	2,894.90	43.29
65	Nodo-65	2,849.70	0.02	2,894.90	45.11
66	Nodo-66	2,841.92	0.03	2,894.90	52.88
67	Nodo-67	2,840.70	0.02	2,894.90	54.1
68	Nodo-68	2,839.39	0.02	2,894.90	55.4
69	Nodo-69	2,835.29	0.02	2,894.90	59.49
70	Nodo-70	2,835.00	0.02	2,894.90	59.78
71	Nodo-71	2,771.27	0.01	2,859.59	88.14
72	Nodo-72	2,785.63	0.01	2,859.59	73.81
73	Nodo-73	2,784.26	0.04	2,859.59	75.18
74	Nodo-74	2,788.81	0.03	2,859.59	70.63
75	Nodo-75	2,792.85	0.02	2,859.59	66.6
76	Nodo-76	2,795.52	0.04	2,859.59	63.94
77	Nodo-77	2,785.82	0.02	2,859.59	73.62
78	Nodo-78	2,769.64	0.02	2,859.59	89.77
79	Nodo-79	2,765.46	0.03	2,859.59	93.94
80	Nodo-80	2,782.25	0.02	2,859.59	77.18
81	Nodo-81	2,795.00	0.05	2,859.60	64.47
82	Nodo-82	2,788.88	0.02	2,859.60	70.58

83	Nodo-83	2,799.35	0.02	2,859.61	60.14
84	Nodo-84	2,803.28	0.02	2,859.62	56.22
85	Nodo-85	2,804.49	0.02	2,859.62	55.02
86	Nodo-86	2,806.93	0.01	2,859.62	52.59
87	Nodo-87	2,812.98	0	2,859.63	46.55
88	Nodo-88	2,762.00	0.01	2,859.58	97.39
89	Nodo-89	2,788.95	0.08	2,859.58	70.49
90	Nodo-90	2,785.00	0.01	2,859.58	74.43
91	Nodo-91	2,796.17	0.02	2,859.58	63.28
92	Nodo-92	2,785.00	0.02	2,894.90	109.68
93	Nodo-93	2,821.29	0.01	2,894.90	73.47
94	Nodo-94	2,820.40	0.01	2,894.90	74.35
95	Nodo-95	2,820.00	0.01	2,894.90	74.75
96	Nodo-96	2,814.66	0.01	2,894.90	80.08
97	Nodo-97	2,809.91	0.01	2,894.90	84.83
98	Nodo-98	2,825.00	0.02	2,894.90	69.76
99	Nodo-99	2,833.12	0.02	2,894.90	61.67
100	Nodo-100	2,844.60	0.02	2,894.90	50.2
101	Nodo-101	2,854.92	0.03	2,894.91	39.9
102	Nodo-102	2,857.13	0.03	2,894.91	37.71
103	Nodo-103	2,860.96	0.04	2,894.91	33.88
104	Nodo-104	2,864.97	0.05	2,894.91	29.88
105	Nodo-105	2,858.38	0.02	2,894.91	36.46
106	Nodo-106	2,872.93	0.02	2,894.91	21.94
107	Nodo-107	2,860.36	0.03	2,894.92	34.49
108	Nodo-108	2,863.33	0.02	2,894.92	31.53
109	Nodo-109	2,860.37	0.02	2,894.92	34.48
110	Nodo-110	2,859.12	0.02	2,894.92	35.73
111	Nodo-111	2,857.97	0.02	2,894.92	36.88
112	Nodo-112	2,859.53	0.01	2,894.92	35.32
113	Nodo-113	2,847.57	0.01	2,894.92	47.25
114	Nodo-114	2,867.52	0.05	2,894.92	27.35
115	Nodo-115	2,892.01	0.02	2,894.92	2.91
116	Nodo-116	2,864.48	0.02	2,894.92	30.39
117	Nodo-117	2,862.67	0.01	2,894.93	32.2
118	Nodo-118	2,865.00	0.04	2,894.93	29.87
119	Nodo-119	2,864.30	0.02	2,894.95	30.58
120	Nodo-120	2,861.50	0.01	2,894.93	33.37
121	Nodo-121	2,864.93	0.03	2,894.95	29.97
122	Nodo-122	2,866.99	0.01	2,894.95	27.9
123	Nodo-123	2,855.68	0.04	2,894.94	39.19
124	Nodo-124	2,838.79	0.04	2,859.63	20.8
125	Nodo-125	2,836.33	0.02	2,859.63	23.25
126	Nodo-126	2,828.42	0.01	2,859.63	31.15
127	Nodo-127	2,823.25	0.01	2,859.63	36.3

128	Nodo-128	2,819.87	0.01	2,859.63	39.68
129	Nodo-129	2,826.16	0	2,859.63	33.4
130	Nodo-130	2,825.81	0.01	2,859.63	33.75
131	Nodo-131	2,828.99	0.01	2,859.63	30.58
132	Nodo-132	2,857.18	0.02	2,894.94	37.68
133	Nodo-133	2,860.91	0.02	2,894.94	33.96
134	Nodo-134	2,845.40	0.01	2,859.63	14.2
135	Nodo-135	2,825.17	0.03	2,859.63	34.39
136	Nodo-136	2,824.55	0.01	2,859.63	35.01
137	Nodo-137	2,826.02	0.01	2,859.63	33.54
138	Nodo-138	2,821.35	0.02	2,859.63	38.21
139	Nodo-139	2,820.58	0.01	2,859.63	38.97
140	Nodo-140	2,819.44	0.01	2,859.63	40.11
141	Nodo-141	2,819.67	0.01	2,859.63	39.88
142	Nodo-142	2,812.90	0	2,859.63	46.64
143	Nodo-143	2,805.00	0.02	2,859.62	54.51
144	Nodo-144	2,824.40	0.01	2,859.62	35.15
145	Nodo-145	2,802.69	0	2,859.62	56.82
146	Nodo-146	2,801.21	0	2,859.62	58.3
147	Nodo-147	2,792.29	0.02	2,859.62	67.2
148	Nodo-148	2,786.48	0.01	2,859.62	73
149	Nodo-149	2,790.00	0.02	2,825.50	35.43
150	Nodo-150	2,798.57	0.02	2,825.50	26.87
151	Nodo-151	2,797.03	0.04	2,825.50	28.41
152	Nodo-152	2,789.31	0.01	2,825.50	36.12
153	Nodo-153	2,789.22	0.02	2,825.50	36.2
154	Nodo-154	2,788.41	0.01	2,825.50	37.01
155	Nodo-155	2,786.74	0.02	2,825.50	38.67
156	Nodo-156	2,775.89	0.01	2,825.50	49.5
157	Nodo-157	2,792.64	0.01	2,825.50	32.79
158	Nodo-158	2,793.42	0.01	2,825.50	32.01
159	Nodo-159	2,795.67	0	2,825.50	29.76
160	Nodo-160	2,796.02	0.01	2,825.49	29.41
161	Nodo-161	2,793.75	0.01	2,825.49	31.68
162	Nodo-162	2,794.65	0.03	2,825.49	30.78
163	Nodo-163	2,795.29	0.03	2,825.49	30.14
164	Nodo-164	2,794.75	0.02	2,825.49	30.68
165	Nodo-165	2,793.80	0.03	2,825.49	31.63
166	Nodo-166	2,796.09	0.03	2,825.49	29.34
167	Nodo-167	2,802.31	0.02	2,825.49	23.14
168	Nodo-168	2,806.36	0.03	2,825.49	19.1
169	Nodo-169	2,787.46	0.02	2,825.49	37.95
170	Nodo-170	2,809.10	0.01	2,825.49	16.36
171	Nodo-171	2,804.64	0.02	2,825.49	20.81
172	Nodo-172	2,816.18	0	2,825.49	9.29



173	Nodo-173	2,844.79	0.01	2,854.88	10.07
174	Nodo-174	2,845.34	0.01	2,854.88	9.52
175	Nodo-175	2,839.52	0.03	2,854.87	15.32
176	Nodo-176	2,830.92	0.04	2,854.86	23.89
177	Nodo-177	2,822.52	0.03	2,854.86	32.28
178	Nodo-178	2,817.78	0.02	2,854.86	37
179	Nodo-179	2,813.23	0.02	2,854.86	41.55
180	Nodo-180	2,806.99	0.02	2,854.86	47.77
181	Nodo-181	2,806.31	0	2,854.86	48.45
182	Nodo-182	2,812.41	0.02	2,854.86	42.37
183	Nodo-183	2,824.29	0.01	2,854.86	30.5
184	Nodo-184	2,808.31	0.02	2,854.86	46.46
185	Nodo-185	2,811.57	0.03	2,854.86	43.21
186	Nodo-186	2,811.52	0.02	2,854.86	43.25
187	Nodo-187	2,811.93	0.01	2,854.86	42.84
188	Nodo-188	2,816.57	0.02	2,854.86	38.21
189	Nodo-189	2,815.41	0.02	2,854.86	39.37
190	Nodo-190	2,817.64	0.02	2,854.86	37.14
191	Nodo-191	2,819.79	0.02	2,854.86	34.99
192	Nodo-192	2,826.17	0.03	2,854.86	28.63
193	Nodo-193	2,828.92	0.03	2,854.86	25.88
194	Nodo-194	2,823.41	0.01	2,854.86	31.39
195	Nodo-195	2,822.98	0.01	2,854.86	31.81
196	Nodo-196	2,828.71	0.02	2,854.86	26.09
197	Nodo-197	2,830.61	0.02	2,854.86	24.2
198	Nodo-198	2,821.52	0	2,854.86	33.27
199	Nodo-199	2,839.53	0.02	2,854.86	15.29
200	Nodo-200	2,843.01	0.02	2,854.86	11.82
201	Nodo-201	2,844.33	0.02	2,854.86	10.51
202	Nodo-202	2,845.88	0.02	2,854.86	8.96
203	Nodo-203	2,811.76	0	2,854.86	43.01
204	Nodo-204	2,812.69	0.02	2,854.86	42.08
205	Nodo-205	2,819.68	0.01	2,854.86	35.11
206	Nodo-206	2,825.49	0.01	2,854.86	29.31
207	Nodo-207	2,828.92	0.02	2,854.86	25.89
208	Nodo-208	2,827.03	0.01	2,854.86	27.77
209	Nodo-209	2,828.36	0.02	2,854.86	26.44
210	Nodo-210	2,832.35	0.01	2,854.86	22.46
211	Nodo-211	2,840.52	0.03	2,894.93	54.3
212	Nodo-212	2,839.12	0.04	2,894.93	55.69
213	Nodo-213	2,847.86	0.02	2,894.93	46.97
214	Nodo-214	2,845.84	0.03	2,894.93	48.99
215	Nodo-215	2,859.04	0.03	2,894.93	35.81
216	Nodo-216	2,840.88	0.02	2,894.93	53.94
217	Nodo-217	2,845.29	0.03	2,894.93	49.54

218	Nodo-218	2,845.86	0.02	2,894.93	48.97
219	Nodo-219	2,845.62	0	2,894.93	49.2
220	Nodo-220	2,845.91	0	2,894.93	48.92
221	Nodo-221	2,830.48	0.01	2,894.93	64.32
222	Nodo-222	2,830.34	0.01	2,894.93	64.46
223	Nodo-223	2,851.52	0.02	2,894.93	43.31
224	Nodo-224	2,854.24	0.04	2,894.92	40.6
225	Nodo-225	2,865.00	0.03	2,894.92	29.86
226	Nodo-226	2,854.65	0.03	2,894.92	40.19
227	Nodo-227	2,851.08	0.01	2,894.92	43.76
228	Nodo-228	2,860.82	0.02	2,894.92	34.03
229	Nodo-229	2,860.38	0.01	2,894.92	34.48
230	Nodo-230	2,858.99	0	2,894.92	35.86
231	Nodo-231	2,853.46	0.02	2,894.92	41.38
232	Nodo-232	2,850.00	0.03	2,894.92	44.83
233	Nodo-233	2,850.00	0	2,894.92	44.83
234	Nodo-234	2,848.97	0.02	2,894.92	45.86
235	Nodo-235	2,851.95	0.02	2,894.92	42.89
236	Nodo-236	2,851.18	0.01	2,894.92	43.66
237	Nodo-237	2,850.00	0.01	2,894.92	44.83
238	Nodo-238	2,846.32	0.01	2,894.92	48.51
239	Nodo-239	2,845.14	0	2,854.87	9.71
240	Nodo-240	2,857.44	0.02	2,894.92	37.41
241	Nodo-241	2,856.00	0.02	2,894.92	38.84
242	Nodo-242	2,857.52	0.02	2,894.92	37.33
243	Nodo-243	2,855.13	0.02	2,894.92	39.72
244	Nodo-244	2,856.64	0.01	2,894.92	38.2
245	Nodo-245	2,857.96	0	2,894.92	36.89
246	Nodo-246	2,859.21	0	2,894.92	35.65
247	Nodo-247	2,846.76	0.01	2,894.92	48.06
248	Nodo-248	2,858.17	0	2,894.92	36.68
249	Nodo-249	2,855.00	0.01	2,894.92	39.84
250	Nodo-250	2,855.00	0.01	2,894.92	39.84
251	Nodo-251	2,827.49	0.01	2,854.86	27.32
252	Nodo-252	2,831.19	0.02	2,854.86	23.62
253	Nodo-253	2,834.36	0.01	2,854.86	20.46
254	Nodo-254	2,836.22	0.02	2,854.86	18.61
255	Nodo-255	2,838.16	0.02	2,854.86	16.66
256	Nodo-256	2,843.94	0.01	2,854.86	10.9
257	Nodo-257	2,845.19	0.01	2,854.86	9.65
258	Nodo-258	2,847.09	0.01	2,854.86	7.75
259	Nodo-259	2,847.43	0.01	2,854.86	7.41
260	Nodo-260	2,846.89	0.02	2,854.86	7.95
261	Nodo-261	2,848.30	0.01	2,854.86	6.55
262	Nodo-262	2,849.70	0	2,854.86	5.15

263	Nodo-263	2,845.72	0.02	2,854.86	9.12
264	Nodo-264	2,849.35	0.01	2,854.86	5.5
265	Nodo-265	2,850.79	0.01	2,854.86	4.06
266	Nodo-266	2,840.00	0.02	2,854.86	14.83
267	Nodo-267	2,842.74	0.01	2,854.86	12.09
268	Nodo-268	2,844.05	0.01	2,854.86	10.79
269	Nodo-269	2,823.61	0.01	2,854.86	31.19
270	Nodo-270	2,817.15	0.01	2,854.86	37.63
271	Nodo-271	2,849.17	0	2,854.86	5.68
272	Nodo-272	2,786.70	0.05	2,825.50	38.72
273	Nodo-273	2,772.67	0.09	2,859.59	86.74

**ANEXO 2:** Parámetros e indicadores de la red de distribución de agua en el Sector de San Joaquín del Reporte Final

<b>N°</b>	<b>Label</b>	<b>Elevación (m)</b>	<b>Demanda (L/s)</b>	<b>Grado Hidráulico (m)</b>	<b>Presión (mca)</b>
1	Nodo-1	2,893.25	0.03	2,895.00	2
2	Nodo-2	2,881.95	0.02	2,894.98	13
3	Nodo-3	2,880.17	0.02	2,894.98	15
4	Nodo-4	2,844.29	0.02	2,894.97	51
5	Nodo-5	2,844.03	0.01	2,894.96	51
6	Nodo-6	2,840.95	0.03	2,894.96	54
7	Nodo-7	2,827.59	0.04	2,894.94	67
8	Nodo-8	2,838.35	0.03	2,894.93	56
9	Nodo-9	2,843.50	0.03	2,894.92	51
10	Nodo-10	2,845.05	0.02	2,894.92	50
11	Nodo-11	2,838.64	0.01	2,854.88	16
12	Nodo-12	2,822.68	0.03	2,854.88	32
13	Nodo-13	2,812.09	0.02	2,854.88	43
14	Nodo-14	2,810.94	0.01	2,854.88	44
15	Nodo-15	2,806.60	0.01	2,854.88	48
16	Nodo-16	2,776.31	0.05	2,825.50	49
17	Nodo-17	2,893.74	0.03	2,895.00	1
18	Nodo-18	2,881.81	0.03	2,894.98	13
19	Nodo-19	2,869.84	0.02	2,894.97	25
20	Nodo-20	2,862.70	0.04	2,894.96	32
21	Nodo-21	2,780.94	0.02	2,825.50	44
22	Nodo-22	2,782.05	0.01	2,825.50	43
23	Nodo-23	2,782.62	0.01	2,825.50	43
24	Nodo-24	2,795.95	0.03	2,825.49	29
25	Nodo-25	2,806.73	0.01	2,825.49	19
26	Nodo-26	2,775.59	0.04	2,825.49	50
27	Nodo-27	2,769.95	0.04	2,825.49	55
28	Nodo-28	2,770.12	0.01	2,825.49	55
29	Nodo-29	2,773.09	0.03	2,825.50	52
30	Nodo-30	2,770.00	0.02	2,825.50	55
31	Nodo-31	2,771.55	0.02	2,825.50	54
32	Nodo-32	2,773.89	0.04	2,825.50	52
33	Nodo-33	2,788.17	0	2,808.39	20
34	Nodo-34	2,781.21	0.04	2,808.39	27
35	Nodo-35	2,777.53	0.05	2,808.39	31
36	Nodo-36	2,772.48	0	2,794.46	22
37	Nodo-37	2,785.11	0.06	2,843.47	58
38	Nodo-38	2,790.78	0.07	2,843.47	53

39	Nodo-39	2,812.14	0.07	2,843.47	31
40	Nodo-40	2,825.00	0.04	2,843.47	18
41	Nodo-41	2,831.96	0.01	2,843.47	11
42	Nodo-42	2,768.14	0.01	2,794.46	26
43	Nodo-43	2,771.24	0.01	2,808.39	37
44	Nodo-44	2,770.00	0.02	2,808.39	38
45	Nodo-45	2,768.20	0.03	2,808.39	40
46	Nodo-46	2,764.01	0.04	2,808.39	44
47	Nodo-47	2,781.31	0.03	2,808.39	27
48	Nodo-48	2,778.92	0.02	2,808.39	29
49	Nodo-49	2,778.56	0.02	2,808.39	30
50	Nodo-50	2,774.64	0.04	2,808.39	34
51	Nodo-51	2,770.17	0.03	2,808.39	38
52	Nodo-52	2,765.00	0.02	2,808.39	43
53	Nodo-53	2,761.62	0.06	2,808.39	47
54	Nodo-54	2,760.79	0.02	2,808.39	48
55	Nodo-55	2,763.22	0.03	2,808.39	45
56	Nodo-56	2,765.30	0.02	2,808.39	43
57	Nodo-57	2,765.15	0.01	2,808.39	43
58	Nodo-58	2,790.00	0.03	2,843.47	53
59	Nodo-59	2,807.89	0.02	2,843.47	36
60	Nodo-60	2,813.81	0.01	2,843.47	30
61	Nodo-61	2,821.91	0.03	2,869.47	47
62	Nodo-62	2,849.27	0.02	2,869.47	20
63	Nodo-63	2,852.72	0.01	2,869.47	17
64	Nodo-64	2,851.53	0.01	2,869.47	18
65	Nodo-65	2,849.70	0.02	2,869.47	20
66	Nodo-66	2,841.92	0.03	2,869.47	27
67	Nodo-67	2,840.70	0.02	2,869.47	29
68	Nodo-68	2,839.39	0.02	2,869.47	30
69	Nodo-69	2,835.29	0.02	2,869.47	34
70	Nodo-70	2,835.00	0.02	2,869.47	34
71	Nodo-71	2,771.27	0.01	2,808.39	37
72	Nodo-72	2,785.63	0.01	2,808.39	23
73	Nodo-73	2,784.26	0.04	2,808.39	24
74	Nodo-74	2,788.81	0.03	2,808.39	20
75	Nodo-75	2,792.85	0.02	2,808.39	16
76	Nodo-76	2,795.52	0.04	2,808.39	13
77	Nodo-77	2,785.82	0.02	2,808.39	23
78	Nodo-78	2,769.64	0.02	2,808.39	39
79	Nodo-79	2,765.46	0.03	2,808.39	43
80	Nodo-80	2,782.25	0.02	2,808.39	26
81	Nodo-81	2,795.00	0.05	2,808.40	13
82	Nodo-82	2,788.88	0.02	2,808.40	19
83	Nodo-83	2,799.35	0.02	2,833.48	34

84	Nodo-84	2,803.28	0.02	2,833.49	30
85	Nodo-85	2,804.49	0.02	2,833.49	29
86	Nodo-86	2,806.93	0.01	2,833.49	27
87	Nodo-87	2,812.98	0	2,833.50	20
88	Nodo-88	2,762.00	0.01	2,808.39	46
89	Nodo-89	2,788.95	0.08	2,808.39	19
90	Nodo-90	2,785.00	0.01	2,808.39	23
91	Nodo-91	2,796.17	0.02	2,808.39	12
92	Nodo-92	2,785.00	0.02	2,843.47	58
93	Nodo-93	2,821.29	0.01	2,869.47	48
94	Nodo-94	2,820.40	0.01	2,869.47	49
95	Nodo-95	2,820.00	0.01	2,869.47	49
96	Nodo-96	2,814.66	0.01	2,869.47	55
97	Nodo-97	2,809.91	0.01	2,869.47	59
98	Nodo-98	2,825.00	0.02	2,869.47	44
99	Nodo-99	2,833.12	0.02	2,869.47	36
100	Nodo-100	2,844.60	0.02	2,869.47	25
101	Nodo-101	2,854.92	0.03	2,869.47	15
102	Nodo-102	2,857.13	0.03	2,869.47	12
103	Nodo-103	2,860.96	0.04	2,894.91	34
104	Nodo-104	2,864.97	0.05	2,894.91	30
105	Nodo-105	2,858.38	0.02	2,894.91	36
106	Nodo-106	2,872.93	0.02	2,894.91	22
107	Nodo-107	2,860.36	0.03	2,894.92	34
108	Nodo-108	2,863.33	0.02	2,894.92	32
109	Nodo-109	2,860.37	0.02	2,894.92	34
110	Nodo-110	2,859.12	0.02	2,894.92	36
111	Nodo-111	2,857.97	0.02	2,894.92	37
112	Nodo-112	2,859.53	0.01	2,894.92	35
113	Nodo-113	2,847.57	0.01	2,894.92	47
114	Nodo-114	2,867.52	0.05	2,894.92	27
115	Nodo-115	2,892.01	0.02	2,894.92	3
116	Nodo-116	2,864.48	0.02	2,894.92	30
117	Nodo-117	2,862.67	0.01	2,894.93	32
118	Nodo-118	2,865.00	0.04	2,894.93	30
119	Nodo-119	2,864.30	0.02	2,894.95	31
120	Nodo-120	2,861.50	0.01	2,894.93	33
121	Nodo-121	2,864.93	0.03	2,894.95	30
122	Nodo-122	2,866.99	0.01	2,894.95	28
123	Nodo-123	2,855.68	0.04	2,894.94	39
124	Nodo-124	2,838.79	0.04	2,859.63	21
125	Nodo-125	2,836.33	0.02	2,859.63	23
126	Nodo-126	2,828.42	0.01	2,859.63	31
127	Nodo-127	2,823.25	0.01	2,859.63	36
128	Nodo-128	2,819.87	0.01	2,859.63	40

129	Nodo-129	2,826.16	0	2,859.63	33
130	Nodo-130	2,825.81	0.01	2,859.63	34
131	Nodo-131	2,828.99	0.01	2,859.63	31
132	Nodo-132	2,857.18	0.02	2,894.94	38
133	Nodo-133	2,860.91	0.02	2,894.94	34
134	Nodo-134	2,845.40	0.01	2,859.63	14
135	Nodo-135	2,825.17	0.03	2,859.63	34
136	Nodo-136	2,824.55	0.01	2,859.63	35
137	Nodo-137	2,826.02	0.01	2,859.63	34
138	Nodo-138	2,821.35	0.02	2,859.63	38
139	Nodo-139	2,820.58	0.01	2,859.63	39
140	Nodo-140	2,819.44	0.01	2,859.63	40
141	Nodo-141	2,819.67	0.01	2,859.63	40
142	Nodo-142	2,812.90	0	2,859.63	47
143	Nodo-143	2,805.00	0.02	2,833.49	28
144	Nodo-144	2,824.40	0.01	2,833.49	9
145	Nodo-145	2,802.69	0	2,833.49	31
146	Nodo-146	2,801.21	0	2,833.49	32
147	Nodo-147	2,792.29	0.02	2,833.49	41
148	Nodo-148	2,786.48	0.01	2,833.49	47
149	Nodo-149	2,790.00	0.02	2,825.50	35
150	Nodo-150	2,798.57	0.02	2,825.50	27
151	Nodo-151	2,797.03	0.04	2,825.50	28
152	Nodo-152	2,789.31	0.01	2,825.50	36
153	Nodo-153	2,789.22	0.02	2,825.50	36
154	Nodo-154	2,788.41	0.01	2,825.50	37
155	Nodo-155	2,786.74	0.02	2,825.50	39
156	Nodo-156	2,775.89	0.01	2,825.50	50
157	Nodo-157	2,792.64	0.01	2,825.50	33
158	Nodo-158	2,793.42	0.01	2,825.50	32
159	Nodo-159	2,795.67	0	2,825.50	30
160	Nodo-160	2,796.02	0.01	2,825.49	29
161	Nodo-161	2,793.75	0.01	2,825.49	32
162	Nodo-162	2,794.65	0.03	2,825.49	31
163	Nodo-163	2,795.29	0.03	2,825.49	30
164	Nodo-164	2,794.75	0.02	2,825.49	31
165	Nodo-165	2,793.80	0.03	2,825.49	32
166	Nodo-166	2,796.09	0.03	2,825.49	29
167	Nodo-167	2,802.31	0.02	2,825.49	23
168	Nodo-168	2,806.36	0.03	2,825.49	19
169	Nodo-169	2,787.46	0.02	2,825.49	38
170	Nodo-170	2,809.10	0.01	2,825.49	16
171	Nodo-171	2,804.64	0.02	2,825.49	21
172	Nodo-172	2,816.18	0	2,825.49	9
173	Nodo-173	2,844.79	0.01	2,854.88	10

174	Nodo-174	2,845.34	0.01	2,854.88	10
175	Nodo-175	2,839.52	0.03	2,854.87	15
176	Nodo-176	2,830.92	0.04	2,854.86	24
177	Nodo-177	2,822.52	0.03	2,854.86	32
178	Nodo-178	2,817.78	0.02	2,854.86	37
179	Nodo-179	2,813.23	0.02	2,854.86	42
180	Nodo-180	2,806.99	0.02	2,854.86	48
181	Nodo-181	2,806.31	0	2,854.86	48
182	Nodo-182	2,812.41	0.02	2,854.86	42
183	Nodo-183	2,824.29	0.01	2,854.86	31
184	Nodo-184	2,808.31	0.02	2,854.86	46
185	Nodo-185	2,811.57	0.03	2,854.86	43
186	Nodo-186	2,811.52	0.02	2,854.86	43
187	Nodo-187	2,811.93	0.01	2,854.86	43
188	Nodo-188	2,816.57	0.02	2,854.86	38
189	Nodo-189	2,815.41	0.02	2,854.86	39
190	Nodo-190	2,817.64	0.02	2,854.86	37
191	Nodo-191	2,819.79	0.02	2,854.86	35
192	Nodo-192	2,826.17	0.03	2,854.86	29
193	Nodo-193	2,828.92	0.03	2,854.86	26
194	Nodo-194	2,823.41	0.01	2,854.86	31
195	Nodo-195	2,822.98	0.01	2,854.86	32
196	Nodo-196	2,828.71	0.02	2,854.86	26
197	Nodo-197	2,830.61	0.02	2,854.86	24
198	Nodo-198	2,821.52	0	2,854.86	33
199	Nodo-199	2,839.53	0.02	2,854.86	15
200	Nodo-200	2,843.01	0.02	2,854.86	12
201	Nodo-201	2,844.33	0.02	2,854.86	11
202	Nodo-202	2,845.88	0.02	2,854.86	9
203	Nodo-203	2,811.76	0	2,854.86	43
204	Nodo-204	2,812.69	0.02	2,854.86	42
205	Nodo-205	2,819.68	0.01	2,854.86	35
206	Nodo-206	2,825.49	0.01	2,854.86	29
207	Nodo-207	2,828.92	0.02	2,854.86	26
208	Nodo-208	2,827.03	0.01	2,854.86	28
209	Nodo-209	2,828.36	0.02	2,854.86	26
210	Nodo-210	2,832.35	0.01	2,854.86	22
211	Nodo-211	2,840.52	0.03	2,894.93	54
212	Nodo-212	2,839.12	0.04	2,894.93	56
213	Nodo-213	2,847.86	0.02	2,894.93	47
214	Nodo-214	2,845.84	0.03	2,894.93	49
215	Nodo-215	2,859.04	0.03	2,894.93	36
216	Nodo-216	2,840.88	0.02	2,894.93	54
217	Nodo-217	2,845.29	0.03	2,894.93	50
218	Nodo-218	2,845.86	0.02	2,894.93	49



219	Nodo-219	2,845.62	0	2,894.93	49
220	Nodo-220	2,845.91	0	2,894.93	49
221	Nodo-221	2,830.48	0.01	2,894.93	64
222	Nodo-222	2,830.34	0.01	2,894.93	64
223	Nodo-223	2,851.52	0.02	2,894.93	43
224	Nodo-224	2,854.24	0.04	2,894.92	41
225	Nodo-225	2,865.00	0.03	2,894.92	30
226	Nodo-226	2,854.65	0.03	2,894.92	40
227	Nodo-227	2,851.08	0.01	2,894.92	44
228	Nodo-228	2,860.82	0.02	2,894.92	34
229	Nodo-229	2,860.38	0.01	2,894.92	34
230	Nodo-230	2,858.99	0	2,894.92	36
231	Nodo-231	2,853.46	0.02	2,894.92	41
232	Nodo-232	2,850.00	0.03	2,894.92	45
233	Nodo-233	2,850.00	0	2,894.92	45
234	Nodo-234	2,848.97	0.02	2,894.92	46
235	Nodo-235	2,851.95	0.02	2,894.92	43
236	Nodo-236	2,851.18	0.01	2,894.92	44
237	Nodo-237	2,850.00	0.01	2,894.92	45
238	Nodo-238	2,846.32	0.01	2,894.92	49
239	Nodo-239	2,845.14	0	2,854.87	10
240	Nodo-240	2,857.44	0.02	2,894.92	37
241	Nodo-241	2,856.00	0.02	2,894.92	39
242	Nodo-242	2,857.52	0.02	2,894.92	37
243	Nodo-243	2,855.13	0.02	2,894.92	40
244	Nodo-244	2,856.64	0.01	2,894.92	38
245	Nodo-245	2,857.96	0	2,894.92	37
246	Nodo-246	2,859.21	0	2,894.92	36
247	Nodo-247	2,846.76	0.01	2,894.92	48
248	Nodo-248	2,858.17	0	2,894.92	37
249	Nodo-249	2,855.00	0.01	2,894.92	40
250	Nodo-250	2,855.00	0.01	2,894.92	40
251	Nodo-251	2,827.49	0.01	2,854.86	27
252	Nodo-252	2,831.19	0.02	2,854.86	24
253	Nodo-253	2,834.36	0.01	2,854.86	20
254	Nodo-254	2,836.22	0.02	2,854.86	19
255	Nodo-255	2,838.16	0.02	2,854.86	17
256	Nodo-256	2,843.94	0.01	2,854.86	11
257	Nodo-257	2,845.19	0.01	2,854.86	10
258	Nodo-258	2,847.09	0.01	2,854.86	8
259	Nodo-259	2,847.43	0.01	2,854.86	7
260	Nodo-260	2,846.89	0.02	2,854.86	8
261	Nodo-261	2,848.30	0.01	2,854.86	7
262	Nodo-262	2,849.70	0	2,854.86	5
263	Nodo-263	2,845.72	0.02	2,854.86	9

264	Nodo-264	2,849.35	0.01	2,854.86	6
265	Nodo-265	2,850.79	0.01	2,854.86	4
266	Nodo-266	2,840.00	0.02	2,854.86	15
267	Nodo-267	2,842.74	0.01	2,854.86	12
268	Nodo-268	2,844.05	0.01	2,854.86	11
269	Nodo-269	2,823.61	0.01	2,854.86	31
270	Nodo-270	2,817.15	0.01	2,854.86	38
271	Nodo-271	2,849.17	0	2,854.86	6
272	Nodo-272	2,786.70	0.05	2,825.50	39
273	Nodo-273	2,772.67	0.09	2,808.39	36

**ANEXO 3:** Características de la red de distribución de agua en el sector de San Joaquín.

ID	ETIQUETA	LONGITUD	INICIO	FINAL	DIAMETRO	MATERIAL	HAZEN Y WILIAMS-C	FLUJO (l/s)	VELOCIDAD (m/s)
52	Tubería-1	23.77	Reservorio N°1	Nodo-1	152.4	PVC	150	2.66	0.14602
53	Tubería-2	101.12	Nodo-1	Nodo-2	152.4	PVC	150	2.63	0.14437
54	Tubería-3	20.56	Nodo-2	Nodo-3	152.4	PVC	150	2.61	0.14301
55	Tubería-4	67.95	Nodo-3	Nodo-4	152.4	PVC	150	2.59	0.14202
56	Tubería-5	40.71	Nodo-4	Nodo-5	152.4	PVC	150	2.57	0.14081
57	Tubería-6	30.4	Nodo-5	Nodo-6	152.4	PVC	150	2.55	0.14002
58	Tubería-7	138.88	Nodo-6	Nodo-7	152.4	PVC	150	2.52	0.13813
59	Tubería-8	42.36	Nodo-7	Nodo-8	152.4	PVC	150	2.48	0.13611
60	Tubería-9	92.18	Nodo-8	Nodo-9	152.4	PVC	150	1.83	0.10038
61	Tubería-10	42.71	Nodo-9	Nodo-10	152.4	PVC	150	1.8	0.09888
63	Tubería-11	31.78	Nodo-11	Nodo-12	152.4	PVC	150	0.86	0.04731
64	Tubería-12	99.09	Nodo-12	Nodo-13	152.4	PVC	150	0.84	0.04585
65	Tubería-13	18.07	Nodo-13	Nodo-14	152.4	PVC	150	0.81	0.04455
66	Tubería-14	24.89	Nodo-14	Nodo-15	152.4	PVC	150	0.8	0.04407
75	Tubería-15	19.41	Reservorio N°1	Nodo-17	152.4	PVC	150	2.73	0.14957
76	Tubería-16	94.77	Nodo-17	Nodo-18	152.4	PVC	150	2.7	0.14808
77	Tubería-17	65.36	Nodo-18	Nodo-19	152.4	PVC	150	2.67	0.14629
78	Tubería-18	52.96	Nodo-19	Nodo-20	152.4	PVC	150	2.64	0.14498
109	Tubería-19	87.89	Nodo-16	Nodo-21	110	PVC	150	0.16	0.01651
110	Tubería-20	15.28	Nodo-21	Nodo-22	110	PVC	150	0.14	0.0143
111	Tubería-21	8.62	Nodo-22	Nodo-23	110	PVC	150	0.04	0.00412
112	Tubería-22	42.41	Nodo-22	Nodo-26	110	PVC	150	0.08	0.00877
113	Tubería-23	155.42	Nodo-26	Nodo-27	110	PVC	150	0.04	0.00454

114	Tubería-24	28.29	Nodo-27	Nodo-28	152.4	PVC	150	0.01	0.00032
118	Tubería-25	55.05	Nodo-23	Nodo-24	110	PVC	150	0.03	0.00276
119	Tubería-26	32.34	Nodo-24	Nodo-25	110	PVC	150	0.01	0.00069
134	Tubería-27	69.67	Nodo-16	Nodo-29	110	PVC	150	0.16	0.01721
135	Tubería-28	93	Nodo-29	Nodo-30	200	PVC	150	0.13	0.00415
136	Tubería-29	13.19	Nodo-30	Nodo-31	200	PVC	150	0.11	0.00347
137	Tubería-30	87.4	Nodo-31	Nodo-32	200	PVC	150	0.09	0.00282
139	Tubería-32	106.28	Nodo-34	Nodo-33	200	PVC	150	0.09	0.00275
140	Tubería-33	48.18	Nodo-34	Nodo-35	200	PVC	150	0.14	0.0045
144	Tubería-36	58.46	Nodo-38	Nodo-37	110	PVC	150	0.09	0.00987
145	Tubería-37	216.94	Nodo-38	Nodo-39	110	PVC	150	0.12	0.01263
146	Tubería-38	128.19	Nodo-39	Nodo-40	110	PVC	150	0.05	0.00524
147	Tubería-39	58.47	Nodo-40	Nodo-41	110	PVC	150	0.01	0.00125
150	Tubería-41	51.56	Nodo-36	Nodo-42	200	PVC	150	0.01	0.00033
182	Tubería-42	84.63	Nodo-58	Nodo-38	110	PVC	150	0.29	0.0302
183	Tubería-43	84.15	Nodo-59	Nodo-58	110	PVC	150	0.32	0.03381
184	Tubería-44	17.27	Nodo-60	Nodo-59	152.4	PVC	150	0.34	0.01874
186	Tubería-47	68.98	Nodo-62	Nodo-61	110	PVC	150	0.28	0.02947
187	Tubería-48	18.6	Nodo-63	Nodo-62	110	PVC	150	0.3	0.03135
188	Tubería-49	7.72	Nodo-63	Nodo-64	110	PVC	150	0.13	0.01335
189	Tubería-50	17.61	Nodo-64	Nodo-65	110	PVC	150	0.12	0.01281
190	Tubería-51	82.86	Nodo-65	Nodo-66	110	PVC	150	0.1	0.01066
191	Tubería-52	55.52	Nodo-66	Nodo-67	110	PVC	150	0.07	0.0077
192	Tubería-53	42.56	Nodo-67	Nodo-68	110	PVC	150	0.05	0.0056
193	Tubería-54	35.24	Nodo-68	Nodo-69	110	PVC	150	0.04	0.00394
194	Tubería-55	74.39	Nodo-69	Nodo-70	110	PVC	150	0.02	0.00159
197	Tubería-56	50.19	Nodo-33	Nodo-47	152.4	PVC	150	0.09	0.00474

198	Tubería-57	50.99	Nodo-47	Nodo-43	152.4	PVC	150	0.01	0.00057
199	Tubería-58	54.52	Nodo-47	Nodo-48	110	PVC	150	0.04	0.00468
200	Tubería-59	2.13	Nodo-48	Nodo-49	152.4	PVC	150	0.01	0.00077
201	Tubería-60	47.48	Nodo-50	Nodo-49	110	PVC	150	0.03	0.00354
202	Tubería-61	51.63	Nodo-50	Nodo-51	110	PVC	150	0.04	0.00447
203	Tubería-62	78.75	Nodo-51	Nodo-52	110	PVC	150	0.02	0.00168
205	Tubería-63	48.95	Nodo-49	Nodo-44	110	PVC	150	0.03	0.00291
206	Tubería-64	43.55	Nodo-44	Nodo-71	110	PVC	150	0.01	0.00093
208	Tubería-65	46.44	Nodo-48	Nodo-72	110	PVC	150	0.01	0.00099
216	Tubería-66	50.81	Nodo-50	Nodo-45	110	PVC	150	0.22	0.02287
217	Tubería-67	47.31	Nodo-45	Nodo-78	110	PVC	150	0.3	0.03125
218	Tubería-68	34.33	Nodo-78	Nodo-79	110	PVC	150	0.28	0.0295
219	Tubería-69	47.05	Nodo-79	Nodo-56	152.4	PVC	150	0.04	0.00196
220	Tubería-70	64.44	Nodo-56	Nodo-57	110	PVC	150	0.01	0.00138
222	Tubería-71	54.15	Nodo-80	Nodo-50	110	PVC	150	0.33	0.03525
223	Tubería-72	24.14	Nodo-77	Nodo-80	110	PVC	150	0.35	0.03692
224	Tubería-73	95.08	Nodo-76	Nodo-77	110	PVC	150	0.38	0.03947
225	Tubería-74	50.84	Nodo-74	Nodo-34	110	PVC	150	0.27	0.02839
226	Tubería-75	48.92	Nodo-75	Nodo-74	110	PVC	150	0.49	0.05178
227	Tubería-76	28.7	Nodo-76	Nodo-75	110	PVC	150	0.51	0.05344
235	Tubería-77	95.78	Nodo-81	Nodo-76	110	PVC	150	0.93	0.09761
237	Tubería-80	74.35	Nodo-84	Nodo-83	110	PVC	150	1.02	0.10699
239	Tubería-81	71.41	Nodo-85	Nodo-86	110	PVC	150	0.01	0.00153
240	Tubería-82	17.91	Nodo-87	Nodo-85	110	PVC	150	1.14	0.12009
263	Tubería-83	49.92	Nodo-46	Nodo-45	110	PVC	150	0.11	0.01154
264	Tubería-84	153.36	Nodo-73	Nodo-46	110	PVC	150	0.15	0.01589
265	Tubería-85	48.77	Nodo-74	Nodo-73	110	PVC	150	0.19	0.02021

266	Tubería-86	88.25	Nodo-81	Nodo-82	152.4	PVC	150	0.02	0.00098
271	Tubería-87	54.7	Nodo-79	Nodo-55	110	PVC	150	0.22	0.02283
272	Tubería-88	70.08	Nodo-55	Nodo-54	110	PVC	150	0.19	0.02016
273	Tubería-89	26.22	Nodo-54	Nodo-88	110	PVC	150	0.17	0.0181
274	Tubería-90	7.23	Nodo-88	Nodo-53	110	PVC	150	0.17	0.01738
275	Tubería-91	263.87	Nodo-53	Nodo-89	110	PVC	150	0.11	0.01158
276	Tubería-92	39.94	Nodo-89	Nodo-90	110	PVC	150	0.01	0.00085
277	Tubería-93	98.79	Nodo-89	Nodo-91	110	PVC	150	0.02	0.00211
279	Tubería-94	91.07	Nodo-37	Nodo-92	110	PVC	150	0.02	0.00195
290	Tubería-95	31.52	Nodo-93	Nodo-61	110	PVC	150	0.1	0.01001
291	Tubería-96	22.89	Nodo-94	Nodo-93	110	PVC	150	0.11	0.01117
292	Tubería-97	25.33	Nodo-95	Nodo-94	110	PVC	150	0.12	0.0122
293	Tubería-98	44.22	Nodo-96	Nodo-95	110	PVC	150	0.13	0.01369
294	Tubería-99	14.55	Nodo-97	Nodo-96	110	PVC	150	0.14	0.01495
295	Tubería-100	40	Nodo-98	Nodo-97	110	PVC	150	0.15	0.01611
296	Tubería-101	46.87	Nodo-99	Nodo-98	110	PVC	150	0.17	0.01797
297	Tubería-102	49.67	Nodo-100	Nodo-99	110	PVC	150	0.19	0.02004
298	Tubería-103	56.12	Nodo-101	Nodo-100	110	PVC	150	0.21	0.0223
299	Tubería-104	12.33	Nodo-101	Nodo-63	110	PVC	150	0.43	0.04552
305	Tubería-105	74	Nodo-102	Nodo-101	110	PVC	150	0.67	0.07087
307	Tubería-108	79.26	Nodo-103	Nodo-104	110	PVC	150	0.09	0.00951
308	Tubería-109	89.44	Nodo-104	Nodo-106	110	PVC	150	0.02	0.00191
309	Tubería-110	93.31	Nodo-104	Nodo-105	110	PVC	150	0.02	0.002
319	Tubería-111	73.19	Nodo-107	Nodo-103	110	PVC	150	0.83	0.08772
320	Tubería-112	39.38	Nodo-108	Nodo-107	110	PVC	150	0.94	0.09873
321	Tubería-113	43.67	Nodo-107	Nodo-109	110	PVC	150	0.07	0.00766
322	Tubería-114	41.48	Nodo-109	Nodo-110	110	PVC	150	0.06	0.00584

323	Tubería-115	42.29	Nodo-110	Nodo-111	110	PVC	150	0.04	0.00405
324	Tubería-116	32.33	Nodo-111	Nodo-112	110	PVC	150	0.02	0.00245
325	Tubería-117	41.21	Nodo-112	Nodo-113	110	PVC	150	0.01	0.00088
326	Tubería-118	63.16	Nodo-108	Nodo-114	110	PVC	150	0.08	0.00888
327	Tubería-119	77.74	Nodo-114	Nodo-115	110	PVC	150	0.02	0.00166
329	Tubería-120	98.17	Nodo-114	Nodo-116	110	PVC	150	0.02	0.0021
337	Tubería-121	17.52	Nodo-117	Nodo-108	110	PVC	150	1.05	0.11018
338	Tubería-122	38.55	Nodo-118	Nodo-117	110	PVC	150	1.06	0.11138
339	Tubería-123	78.39	Nodo-119	Nodo-118	110	PVC	150	1.11	0.11691
340	Tubería-124	42.54	Nodo-121	Nodo-119	110	PVC	150	1.14	0.1195
341	Tubería-125	39.84	Nodo-121	Nodo-122	110	PVC	150	0.01	0.00085
342	Tubería-126	55.04	Nodo-20	Nodo-121	110	PVC	150	1.17	0.12329
343	Tubería-127	70.85	Nodo-118	Nodo-120	110	PVC	150	0.01	0.00152
355	Tubería-128	71	Nodo-20	Nodo-123	110	PVC	150	1.44	0.15116
357	Tubería-131	33.29	Nodo-124	Nodo-125	110	PVC	150	0.08	0.00846
358	Tubería-132	64.6	Nodo-125	Nodo-126	110	PVC	150	0.06	0.00636
359	Tubería-133	7.97	Nodo-126	Nodo-129	110	PVC	150	0.05	0.00481
360	Tubería-134	8.29	Nodo-129	Nodo-127	110	PVC	150	0.02	0.00158
361	Tubería-135	32.81	Nodo-127	Nodo-128	110	PVC	150	0.01	0.0007
362	Tubería-136	5.55	Nodo-129	Nodo-130	110	PVC	150	0.03	0.00276
363	Tubería-137	61.75	Nodo-130	Nodo-131	110	PVC	150	0.01	0.00132
365	Tubería-138	27.09	Nodo-124	Nodo-134	152.4	PVC	150	0.01	0.0003
374	Tubería-139	51.28	Nodo-124	Nodo-135	152.4	PVC	150	1.22	0.0671
383	Tubería-142	21.06	Nodo-135	Nodo-137	110	PVC	150	0.01	0.00152
384	Tubería-143	25.09	Nodo-137	Nodo-136	110	PVC	150	0.01	0.00054
385	Tubería-144	44.61	Nodo-135	Nodo-138	110	PVC	150	0.04	0.00414
386	Tubería-145	35.57	Nodo-138	Nodo-139	110	PVC	150	0.02	0.00242

387	Tubería-146	9.21	Nodo-139	Nodo-140	110	PVC	150	0.01	0.00147
388	Tubería-147	18.9	Nodo-140	Nodo-141	110	PVC	150	0.01	0.00086
389	Tubería-148	10.73	Nodo-141	Nodo-142	110	PVC	150	0	0.00023
390	Tubería-149	10.37	Nodo-123	Nodo-132	152.4	PVC	150	0.04	0.00242
391	Tubería-150	103.49	Nodo-132	Nodo-133	152.4	PVC	150	0.02	0.00115
396	Tubería-151	30.53	Nodo-143	Nodo-84	110	PVC	150	1.04	0.10923
397	Tubería-152	21.88	Nodo-85	Nodo-143	110	PVC	150	1.1	0.11619
399	Tubería-153	47.46	Nodo-143	Nodo-144	110	PVC	150	0.01	0.00102
404	Tubería-154	4.8	Nodo-143	Nodo-145	110	PVC	150	0.04	0.0037
405	Tubería-155	4.85	Nodo-145	Nodo-146	110	PVC	150	0.03	0.00349
406	Tubería-156	18.55	Nodo-146	Nodo-147	110	PVC	150	0.03	0.00299
407	Tubería-157	60.7	Nodo-147	Nodo-148	110	PVC	150	0.01	0.0013
413	Tubería-160	87.73	Nodo-151	Nodo-16	110	PVC	150	0.37	0.03897
422	Tubería-161	57.05	Nodo-149	Nodo-24	110	PVC	150	0.26	0.02781
423	Tubería-162	28.16	Nodo-150	Nodo-149	110	PVC	150	0.37	0.03864
424	Tubería-163	47.39	Nodo-151	Nodo-150	110	PVC	150	0.38	0.04026
425	Tubería-164	5.3	Nodo-149	Nodo-152	110	PVC	150	0.08	0.0089
426	Tubería-165	53.61	Nodo-152	Nodo-153	110	PVC	150	0.07	0.00764
427	Tubería-166	29.03	Nodo-153	Nodo-154	110	PVC	150	0.06	0.00587
428	Tubería-167	15.17	Nodo-154	Nodo-155	110	PVC	150	0.05	0.00492
429	Tubería-168	23.39	Nodo-155	Nodo-157	110	PVC	150	0.02	0.00213
430	Tubería-169	25.97	Nodo-157	Nodo-158	110	PVC	150	0.01	0.00107
431	Tubería-170	12.01	Nodo-158	Nodo-159	110	PVC	150	0	0.00026
432	Tubería-171	46.08	Nodo-155	Nodo-156	110	PVC	150	0.01	0.00099
446	Tubería-172	9.44	Nodo-24	Nodo-160	110	PVC	150	0.25	0.02658
447	Tubería-173	24.67	Nodo-160	Nodo-161	110	PVC	150	0.25	0.02585
448	Tubería-174	39.64	Nodo-161	Nodo-162	110	PVC	150	0.23	0.02448



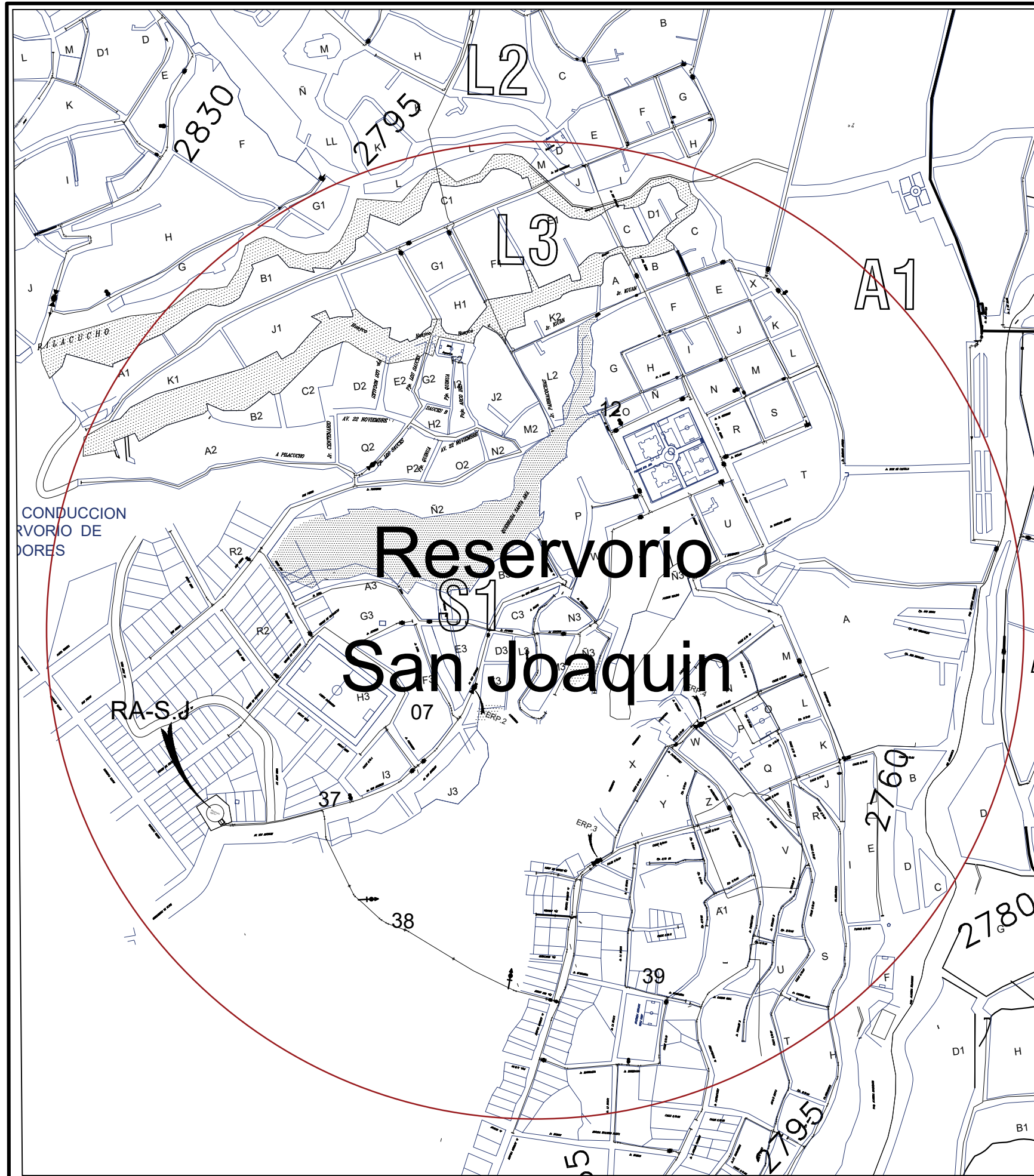
449	Tubería-175	88.68	Nodo-162	Nodo-163	110	PVC	150	0.21	0.02173
450	Tubería-176	48.06	Nodo-163	Nodo-164	110	PVC	150	0.18	0.01881
451	Tubería-177	65.35	Nodo-164	Nodo-165	110	PVC	150	0.16	0.01638
452	Tubería-178	62.82	Nodo-165	Nodo-166	110	PVC	150	0.11	0.01203
453	Tubería-179	71.9	Nodo-166	Nodo-167	110	PVC	150	0.09	0.00914
454	Tubería-180	28.59	Nodo-167	Nodo-171	110	PVC	150	0.07	0.00699
455	Tubería-181	45.78	Nodo-171	Nodo-168	110	PVC	150	0.04	0.00454
456	Tubería-182	83.3	Nodo-168	Nodo-169	110	PVC	150	0.02	0.00178
457	Tubería-183	37.72	Nodo-165	Nodo-170	152.4	PVC	150	0.01	0.00042
458	Tubería-184	20.11	Nodo-171	Nodo-172	110	PVC	150	0	0.00043
461	Tubería-187	14.21	Nodo-173	Nodo-11	152.4	PVC	150	0.87	0.04782
472	Tubería-188	3.42	Nodo-173	Nodo-174	110	PVC	150	0.9	0.09499
473	Tubería-189	39.2	Nodo-174	Nodo-175	110	PVC	110	0.89	0.09407
474	Tubería-190	65.14	Nodo-175	Nodo-176	110	PVC	110	0.86	0.09102
475	Tubería-191	47.12	Nodo-176	Nodo-177	110	PVC	110	0.26	0.02785
476	Tubería-192	34.84	Nodo-177	Nodo-178	110	PVC	110	0.19	0.01983
477	Tubería-193	65.51	Nodo-178	Nodo-179	110	PVC	150	0.17	0.01768
478	Tubería-194	6.43	Nodo-179	Nodo-182	110	PVC	150	0.03	0.00307
479	Tubería-195	68.49	Nodo-182	Nodo-183	110	PVC	150	0.01	0.00147
480	Tubería-196	34.75	Nodo-179	Nodo-180	110	PVC	150	0.12	0.01233
481	Tubería-197	4.93	Nodo-180	Nodo-181	110	PVC	150	0	0.00011
509	Tubería-198	47.19	Nodo-180	Nodo-184	152.4	PVC	150	0.1	0.0054
510	Tubería-199	60.66	Nodo-184	Nodo-185	152.4	PVC	150	0.08	0.0042
511	Tubería-200	69.13	Nodo-185	Nodo-186	152.4	PVC	150	0.05	0.00275
512	Tubería-201	25.67	Nodo-186	Nodo-204	152.4	PVC	150	0.03	0.0017
513	Tubería-202	17.81	Nodo-204	Nodo-187	152.4	PVC	150	0.29	0.01583
514	Tubería-203	51.83	Nodo-187	Nodo-188	152.4	PVC	150	0.27	0.01506

515	Tubería-204	26.27	Nodo-188	Nodo-189	152.4	PVC	150	0.26	0.01419
516	Tubería-205	60.39	Nodo-189	Nodo-190	152.4	PVC	150	0.24	0.01322
517	Tubería-206	21.1	Nodo-190	Nodo-191	152.4	PVC	150	0.22	0.01205
518	Tubería-207	80.07	Nodo-191	Nodo-192	152.4	PVC	150	0.2	0.01092
519	Tubería-208	57.8	Nodo-192	Nodo-193	152.4	PVC	150	0.17	0.00939
520	Tubería-209	38.65	Nodo-193	Nodo-194	152.4	PVC	150	0.07	0.00365
521	Tubería-210	25.15	Nodo-194	Nodo-195	152.4	PVC	150	0.05	0.00294
522	Tubería-211	38.67	Nodo-195	Nodo-196	152.4	PVC	150	0.04	0.00222
523	Tubería-212	80.45	Nodo-196	Nodo-197	152.4	PVC	150	0.02	0.0009
524	Tubería-213	40.88	Nodo-205	Nodo-204	152.4	PVC	150	0.28	0.01508
525	Tubería-214	20.2	Nodo-206	Nodo-205	152.4	PVC	150	0.29	0.01576
526	Tubería-215	34.99	Nodo-207	Nodo-206	152.4	PVC	150	0.3	0.01637
527	Tubería-216	30.33	Nodo-207	Nodo-208	152.4	PVC	150	0.04	0.00231
528	Tubería-217	41.64	Nodo-208	Nodo-209	152.4	PVC	150	0.03	0.00151
529	Tubería-218	46.73	Nodo-209	Nodo-210	152.4	PVC	150	0.01	0.00052
530	Tubería-219	11.1	Nodo-193	Nodo-198	152.4	PVC	150	0	0.00012
531	Tubería-220	34.4	Nodo-193	Nodo-199	152.4	PVC	150	0.07	0.00404
532	Tubería-221	47.4	Nodo-199	Nodo-200	152.4	PVC	150	0.06	0.00312
533	Tubería-222	38.67	Nodo-200	Nodo-201	152.4	PVC	150	0.04	0.00216
534	Tubería-223	77.77	Nodo-201	Nodo-202	152.4	PVC	150	0.02	0.00087
545	Tubería-224	6.28	Nodo-8	Nodo-211	110	PVC	150	0.62	0.06558
546	Tubería-225	63.54	Nodo-211	Nodo-212	110	PVC	150	0.51	0.05333
547	Tubería-226	87.99	Nodo-212	Nodo-213	110	PVC	150	0.07	0.00786
548	Tubería-227	5.85	Nodo-213	Nodo-214	110	PVC	150	0.06	0.00585
549	Tubería-228	133.9	Nodo-214	Nodo-215	110	PVC	150	0.03	0.00286
552	Tubería-229	55.92	Nodo-211	Nodo-216	110	PVC	150	0.09	0.00955
553	Tubería-230	39.62	Nodo-216	Nodo-217	110	PVC	150	0.07	0.00751

554	Tubería-231	42.48	Nodo-217	Nodo-218	110	PVC	150	0.04	0.00388
555	Tubería-232	4.3	Nodo-218	Nodo-219	110	PVC	150	0.01	0.00079
556	Tubería-233	16.41	Nodo-219	Nodo-220	110	PVC	150	0	0.00035
557	Tubería-234	43.82	Nodo-217	Nodo-221	110	PVC	150	0.01	0.00094
558	Tubería-235	48.69	Nodo-218	Nodo-222	110	PVC	150	0.01	0.00104
559	Tubería-236	11.75	Nodo-190	Nodo-203	152.4	PVC	150	0	0.00013
575	Tubería-237	32.26	Nodo-212	Nodo-223	110	PVC	150	0.39	0.04154
576	Tubería-238	53.65	Nodo-223	Nodo-224	110	PVC	150	0.38	0.0397
577	Tubería-239	47.05	Nodo-224	Nodo-231	110	PVC	150	0.14	0.01497
578	Tubería-240	72.63	Nodo-231	Nodo-232	110	PVC	150	0.12	0.01241
579	Tubería-241	45.39	Nodo-232	Nodo-234	110	PVC	150	0.09	0.00901
580	Tubería-242	65.32	Nodo-234	Nodo-235	110	PVC	150	0.06	0.00665
581	Tubería-243	20.75	Nodo-235	Nodo-236	110	PVC	150	0.02	0.00248
582	Tubería-244	14.87	Nodo-236	Nodo-237	110	PVC	150	0.02	0.00172
584	Tubería-245	32.69	Nodo-237	Nodo-238	110	PVC	150	0.01	0.0007
585	Tubería-246	20.3	Nodo-232	Nodo-233	110	PVC	150	0	0.00043
586	Tubería-247	89.18	Nodo-224	Nodo-225	110	PVC	150	0.2	0.02067
587	Tubería-248	74.09	Nodo-225	Nodo-226	110	PVC	150	0.16	0.01718
588	Tubería-249	42.35	Nodo-226	Nodo-228	110	PVC	150	0.13	0.0134
589	Tubería-250	43.04	Nodo-228	Nodo-229	110	PVC	150	0.11	0.01158
591	Tubería-251	30.02	Nodo-226	Nodo-227	110	PVC	150	0.01	0.00064
593	Tubería-252	19.2	Nodo-175	Nodo-239	110	PVC	150	0	0.00041
601	Tubería-253	14.08	Nodo-229	Nodo-246	110	PVC	150	0.1	0.01036
602	Tubería-254	3.32	Nodo-246	Nodo-230	152.4	PVC	150	0	0.00004
603	Tubería-255	4.63	Nodo-246	Nodo-240	110	PVC	150	0.09	0.00981
604	Tubería-256	38.17	Nodo-240	Nodo-241	110	PVC	150	0.07	0.00753
605	Tubería-257	45.69	Nodo-241	Nodo-242	110	PVC	150	0.05	0.00573

606	Tubería-258	45.98	Nodo-242	Nodo-243	110	PVC	150	0.04	0.00377
607	Tubería-259	44.28	Nodo-243	Nodo-244	110	PVC	150	0.02	0.00184
608	Tubería-260	20.87	Nodo-244	Nodo-245	110	PVC	150	0	0.00045
610	Tubería-261	25.25	Nodo-240	Nodo-247	110	PVC	150	0.01	0.00054
612	Tubería-262	6.81	Nodo-240	Nodo-248	110	PVC	150	0	0.00015
614	Tubería-263	27.61	Nodo-235	Nodo-249	110	PVC	150	0.02	0.00173
616	Tubería-264	26.74	Nodo-249	Nodo-250	110	PVC	150	0.01	0.00057
635	Tubería-265	43.18	Nodo-177	Nodo-251	152.4	PVC	150	0.05	0.00279
636	Tubería-266	26.09	Nodo-251	Nodo-252	152.4	PVC	150	0.04	0.00201
637	Tubería-267	33.64	Nodo-252	Nodo-253	152.4	PVC	150	0.48	0.02653
638	Tubería-268	34.48	Nodo-253	Nodo-254	152.4	PVC	150	0.47	0.02577
639	Tubería-269	34.17	Nodo-254	Nodo-255	152.4	PVC	150	0.09	0.00511
640	Tubería-270	52.92	Nodo-255	Nodo-256	152.4	PVC	150	0.08	0.00414
641	Tubería-271	15.17	Nodo-256	Nodo-257	152.4	PVC	150	0.06	0.00338
642	Tubería-272	17.76	Nodo-257	Nodo-258	152.4	PVC	150	0.05	0.00271
643	Tubería-273	21.75	Nodo-258	Nodo-259	152.4	PVC	150	0.04	0.00227
644	Tubería-274	31.73	Nodo-259	Nodo-260	152.4	PVC	150	0.03	0.00168
645	Tubería-275	42.47	Nodo-260	Nodo-261	152.4	PVC	150	0.02	0.00085
646	Tubería-276	16.88	Nodo-261	Nodo-262	152.4	PVC	150	0	0.00019
649	Tubería-277	32.98	Nodo-176	Nodo-269	152.4	PVC	150	0.02	0.00108
650	Tubería-278	31.92	Nodo-269	Nodo-270	152.4	PVC	150	0.01	0.00036
651	Tubería-279	37.73	Nodo-176	Nodo-266	152.4	PVC	150	0.54	0.02979
652	Tubería-280	39.06	Nodo-266	Nodo-263	152.4	PVC	150	0.5	0.02762
653	Tubería-281	48.72	Nodo-263	Nodo-252	152.4	PVC	150	0.47	0.02572
654	Tubería-282	14.36	Nodo-263	Nodo-264	152.4	PVC	150	0.01	0.00076
655	Tubería-283	26.8	Nodo-264	Nodo-265	152.4	PVC	150	0.01	0.0003
656	Tubería-284	32.92	Nodo-266	Nodo-267	152.4	PVC	150	0.02	0.00095

657	Tubería-285	26.18	Nodo-267	Nodo-268	152.4	PVC	150	0.01	0.00029
659	Tubería-286	13.51	Nodo-257	Nodo-271	152.4	PVC	150	0	0.00015
660	Tubería-287	21.63	Nodo-254	Nodo-207	152.4	PVC	150	0.36	0.01965
675	Tubería-31	91.39	Nodo-32	Nodo-272	200	PVC	150	0.05	0.00159
678	Tubería-185	30.43	Nodo-10	VRP-1	152.4	PVC	150	1.79	0.09795
679	Tubería-186	9.78	VRP-1	Nodo-173	152.4	PVC	150	1.79	0.09795
681	Tubería-158	5.41	Nodo-15	VRP-2	110	PVC	150	0.79	0.08309
682	Tubería-159	39.76	VRP-2	Nodo-151	110	PVC	150	0.79	0.08309
684	Tubería-129	37.88	Nodo-123	VRP-3	110	PVC	150	1.35	0.14251
685	Tubería-130	67.81	VRP-3	Nodo-124	110	PVC	150	1.35	0.14249
687	Tubería-106	34.57	VRP-4	Nodo-102	110	PVC	150	0.7	0.07367
688	Tubería-107	22.45	Nodo-103	VRP-4	110	PVC	150	0.7	0.07373
690	Tubería-40	197.46	Nodo-35	Nodo-273	200	PVC	150	0.09	0.00286
695	Tubería-140	4.17	Nodo-135	VRP-5	152.4	PVC	150	1.14	0.06252
696	Tubería-141	25.81	VRP-5	Nodo-87	152.4	PVC	150	1.14	0.06257
698	Tubería-78	35.68	VRP-6	Nodo-81	110	PVC	150	0.99	0.10441
699	Tubería-79	10.19	Nodo-83	VRP-6	110	PVC	150	0.99	0.10442
701	Tubería-45	13.04	VRP-7	Nodo-60	110	PVC	150	0.35	0.03684
702	Tubería-46	9.92	Nodo-61	VRP-7	110	PVC	150	0.35	0.03684
704	Tubería-34	157.77	VRP-8	Nodo-36	110	PVC	150	0.01	0.0011
705	Tubería-35	8.88	Nodo-37	VRP-8	110	PVC	150	0.01	0.00116



### AYACUCHO - PROVINCIAS

E: S/E

### PERU - DEPARTAMENTOS

E: S/E


### HUAMANGA - DISTRITOS

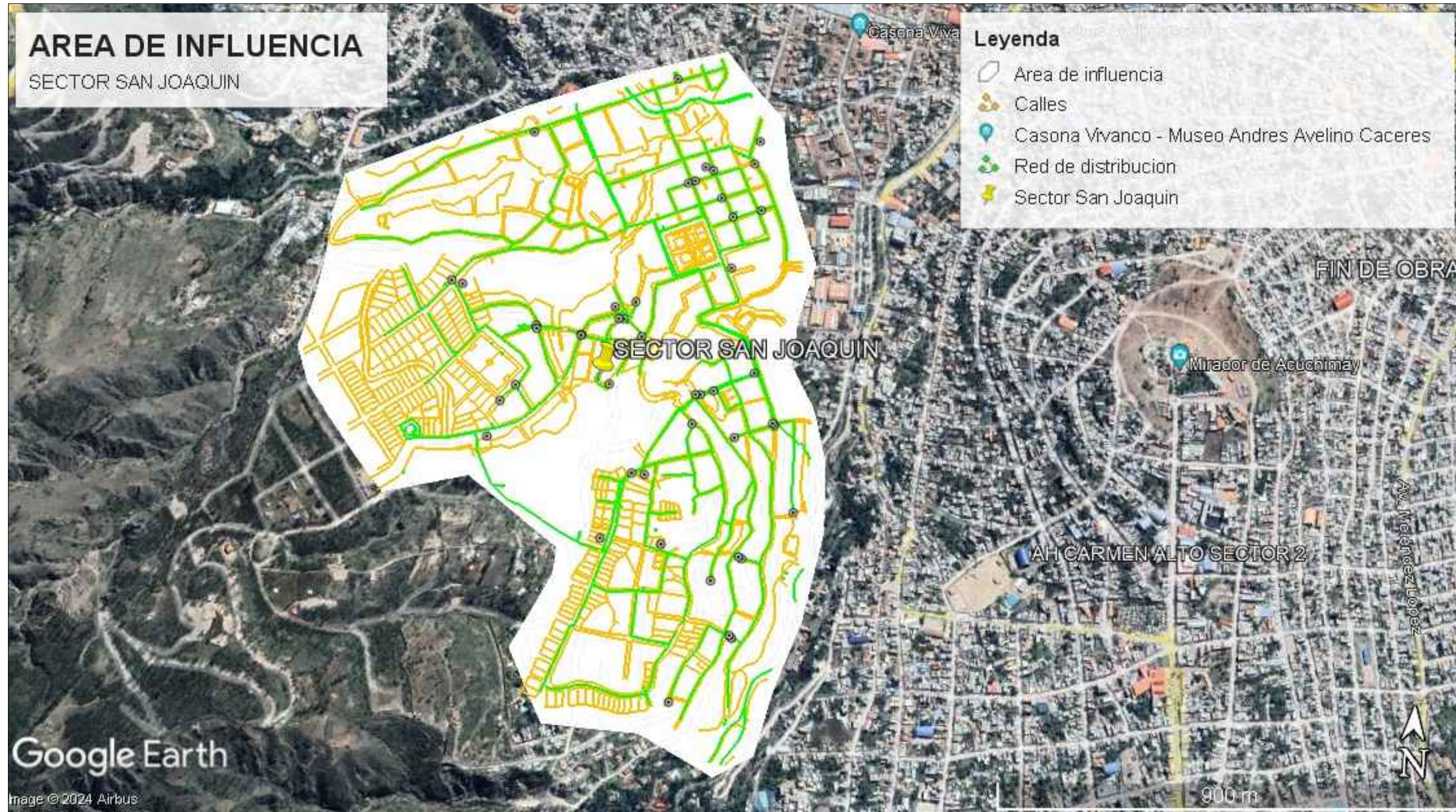
E: S/E

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS : INFLUENCIA DEL CONTROL DE PRESIÓN EN LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE CAUDAL Y EN LA FUNCIONALIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL SECTOR SAN JOAQUÍN DE HUAMANGA–AYACUCHO, 2023


PLANO DE: **UBICACION Y LOCALIZACION**

 <p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA</b> <i>Real, Pontificia y Nacional 1677</i></p>	Dibujo.: LESLY NAYELY TIRADO GARRIAZO		Nro PLANO  <b>UL-01</b>
	Esc.: INDICADA	FECHA: Ayacucho, enero 2024	
UBICACION: DPTO: Ayacucho    PROV: Huamanga DIST: Ayacucho    LUG: Sector San Joaquin		PROYECTO DE TESIS: UBICACION Y LOCALIZACION DEL SECTOR SAN JOAQUIN	
DPTO: AYACUCHO		SECTOR: San Joaquin	



**PLANO DE INFLUENCIA DEL SECTOR SAN JOAQUIN**

S/E

<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>			
TESIS : INFLUENCIA DEL CONTROL DE PRESIÓN EN LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE CAUDAL Y EN LA FUNCIONALIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL SECTOR SAN JOAQUÍN DE HUAMANGA-AYACUCHO, 2023			
PLANO DE:		<b>INFLUENCIA DEL SECTOR SAN JOAQUIN</b>	
 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA</b> <i>Real, Pontificia y Nacional 1677</i>	Dibujo.: LESLY NAYELY TIRADO GARRIAZO	Nro PLANO  <b>IS-01</b>	
	Esc.: INDICADA		FECHA: Ayacucho, enero 2024
DPTO: Ayacucho DIST: Ayacucho	PROV: Huamanga LUG: Sector San Joaquin	DPTO: AYACUCHO      SECTOR: San Joaquin      PROYECTO DE TESIS: UBICACION Y LOCALIZACION DEL SECTOR SAN JOAQUIN	

ANEXO 06: Plano de la red de distribución del sector San Joaquin.




**RED DE DISTRIBUCION DEL SECTOR SAN JOAQUIN**  
 ESC 1/4000

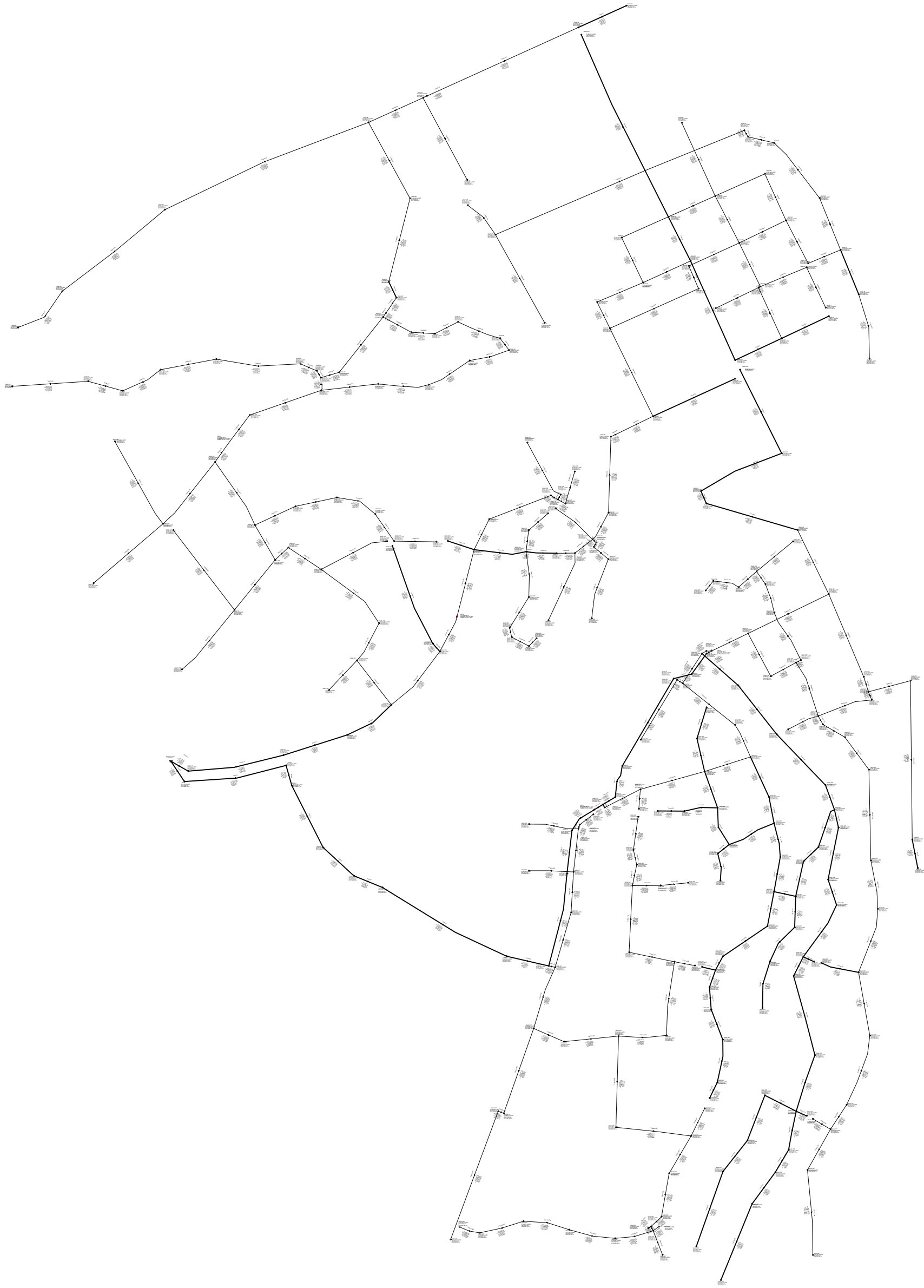
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

TESIS : INFLUENCIA DEL CONTROL DE PRESIÓN EN LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE CAUDAL Y EN LA FUNCIONALIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL SECTOR SAN JOAQUÍN DE HUAMANGA-AYACUCHO, 2023

PLANO DE: **RED DE DISTRIBUCION SECTOR SAN JOAQUIN**

 <p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA</b>  <i>Real, Pontificia y Nacional 1677</i></p>	Dibujo: LESLY NAYELY TIRADO GARRIAZO Esc: INDICADA UBICACION: DPTO: Ayacucho DIST: Ayacucho	FECHA: Ayacucho, enero 2024 PROV: Huamanga LUG: Sector San Joaquin	Nro PLANO  <b>RD-01</b>
	DPTO: AYACUCHO SECTOR: San Joaquin	PROYECTO DE TESIS UBICACION Y LOCALIZACION DEL SECTOR SAN JOAQUIN	





**MODELAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCION-3 VALVULAS**

ESC 1/4000

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

TESIS : INFLUENCIA DEL CONTROL DE PRESIÓN EN LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE CAUDAL Y EN LA FUNCIONALIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL SECTOR SAN JOAQUÍN DE HUAMANGA-AYACUCHO, 2023

PLANO DE:

**MODELAMIENTO SECTOR SAN JOAQUIN**



Dibujó: LESLY NAYELY TIRADO GARRIAZO  
 Esc.: INDICADA  
 FECHA: Ayacucho, enero 2024  
 UBICACION: DPTO: Ayacucho PROV: Huamanga  
 LUG: Sector San Joaquín

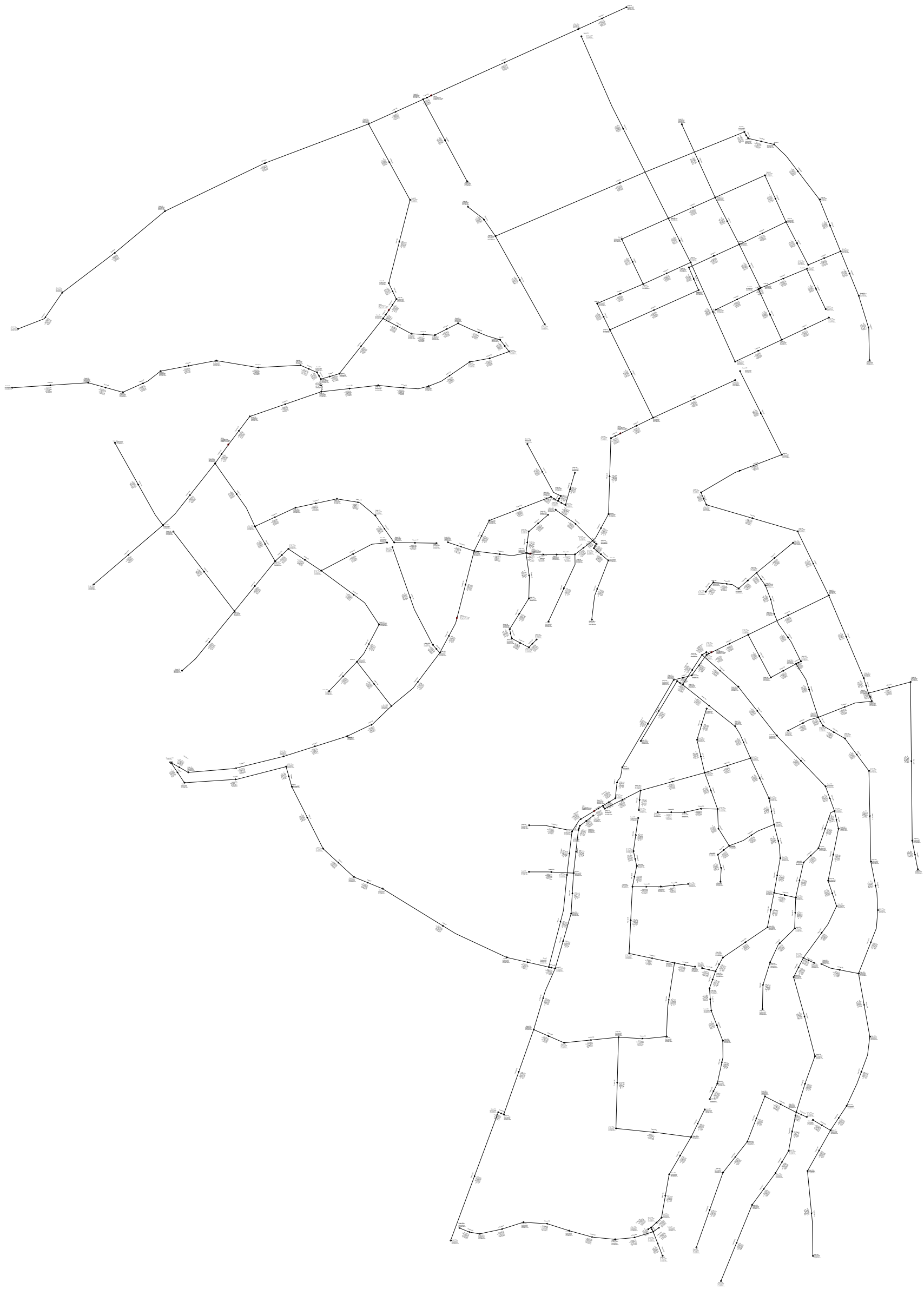
Nro PLANO

**MJ-01**

DPTO: AYACUCHO

SECTOR: San Joaquín

PROYECTO DE TESIS  
 UBICACION Y LOCALIZACION DEL SECTOR SAN JOAQUIN



**MODELAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCION-8 VALVULAS**


ESC 1/4000

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

TESIS : INFLUENCIA DEL CONTROL DE PRESIÓN EN LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE CAUDAL Y EN LA FUNCIONALIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL SECTOR SAN JOAQUÍN DE HUAMANGA-AYACUCHO, 2023

PLANO DE:

**MODELAMIENTO SECTOR SAN JOAQUIN**

 <p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA</b> <i>Real, Pontificia y Nacional 1677</i></p>	Dibujo: LESLY NAYELY TIRADO GARRIAZO Esc.: INDICADA FECHA: Ayacucho, enero 2024	Nro PLANO  <b>RD-01</b>
	UBICACION: DPTO: Ayacucho    PROV: Huamanga DIST: Ayacucho    LUG: Sector San Joaquin	
	DPTO: AYACUCHO    SECTOR: San Joaquin PROYECTO DE TESIS: UBICACION Y LOCALIZACION DEL SECTOR SAN JOAQUIN	

**ANEXO 09:** Tabla de puntos de control para el Comparativo del modelamiento de WATER GEMS con la data proporcionada por la EPS SEDA AYACUCHO

DATA PROPORCIONADA POR LA EPS SEDA AYACUCHO								MODELAMIENTO CON WATER GEMS	
Nro	Direccion	Punto	Sub Sector	Zona	Reservorio	Día	Hora	Presión [mca]	Presión [mca]
80	Jr. Porvenir Mz-R2 Lt-2 Santa Cecilia	80	SJ1	Media	San Joaquin	21	09:15	33.88	33.88
81	Jr. Júpiter N° 150 San José	81	SJ2	Media	San Joaquin	21	09:33	31.15	31.15
84	Jr. Paris 115 Santa Ana	84	SJ3	Alta	San Joaquin	21	10:10	38.72	38.72
86	Jr. Astete 320 Santa Ana	86	SJ3	Baja	San Joaquin	21	10:41	89.24	89.24

*Nota.* Data proporcionada por la EPS SEDA AYACUCHO.

AYACUCHO



**PUNTOS DE CONTROL EN EL MODELAMIENTO HIDRAULICO**

ESC 1/4000


Nro	Direccion	Punto	Sub Sector	Zona	Reservorio	Dia	Hora	Presión [mca]	Contín. [hr/día]	Horario		Presión		Continuidad
										Inicio	Fin	Prom1 [mca]	Prom2 [mca]	
80	Jr. Pervenir Mz-R2 Lt-2 Santa Cecilia	80	SJ1	Media	San Joaquín	21	09:15	33.88	24.00	00:00	24:00	33.87		24.00
81	Jr. Júpiter N° 150 San José	81	SJ2	Media	San Joaquín	21	09:33	31.15	24.00	00:00	24:00	31.15		24.00
84	Jr. Paris 115 Santa Ana	84	SJ3	Alta	San Joaquín	21	10:10	38.72	24.00	00:00	24:00	38.72	46	24.00
86	Jr. Astete 320 Santa Ana	86	SJ3	Baja	San Joaquín	21	10:41	89.24	24.00	00:00	24:00	89.24		24.00

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS : INFLUENCIA DEL CONTROL DE PRESIÓN EN LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE CAUDAL Y EN LA FUNCIONALIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL SECTOR SAN JOAQUÍN DE HUAMANGA-AYACUCHO, 2023

PLANO DE:

**PUNTOS DE CONTROL DENTRO DEL MODELAMIENTO**


 <p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA</b> <i>Real, Pontificia y Nacional 1677</i></p>	Dibujó: LESLEY NAYELY TIRADO GARRIAZO	Nro PLANO
	Esc.: INDICADA	FECHA: Ayacucho, enero 2024
UBICACION: DPTO: Ayacucho	PROV: Huamanga	
DPTO: AYACUCHO	SECTOR: San Joaquín	PROYECTO DE TESIS: UBICACION Y LOCALIZACION DEL SECTOR SAN JOAQUÍN

ANEXO 11: Data proporcionada por la EPS SEDA AYACUCHO.

INFORME DE DATOS - 2022 SEDA AYACUCHO-50/2022-ANP

ING. ANILCAR AUGUATORA PALOMINO


Gerente General




**SEDA AYACUCHO**  
Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Ayacucho S.A.  
*Mejorando vida a tu hogar*

**GERENCIA COMERCIAL**

Departamento de Cobranzas



**CONSOLIDACIÓN DE CUADROS COMERCIALES MAYO-2022**



Bach. ANGEL DE LA CRUZ POMBOCCO  
SEDA AYACUCHO  
JEFE DPTO. COBRANZAS

**INFORME Nº095- 2022-SEDA AYACUCHO-GC/DC-ADP**

**Señor** : Ing. AMILCAR AUCCATOMA PALOMINO  
Gerente Comercial.

**Asunto** : **REMITO CUADROS COMERCIALES MES DE MAYO 2022**

**Ref.** : Cronograma de trabajo establecido Seda Ayacucho S.A.

**Fecha** : Ayacucho, 07 de Mayo del 2022.

---

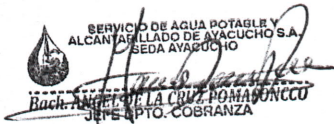
Mediante el presente me dirijo a usted, para remitirle análisis y comentarios de Los cuadros comerciales que reflejan la consolidación de los movimientos mensuales proporcionados por cada Departamento y Unidades de la Gerencia Comercial las cuales se reflejan en los saldos iniciales, las facturaciones brutas, rebajas, facturación neta, cobranzas y los saldos finales de la gestión comercial de manera resumida por cada concepto que SEDA-AYACUCHO presta como servicio de agua potable, alcantarillado, colaterales, anexos y otros; siendo la fuente de ingresos económicos y financieros de acuerdo a la naturaleza jurídica para la cual fue creada, además de ello se muestran como variables o indicadores inherentes a la gestión comercial la eficiencia de cobranza, los volúmenes facturados, volúmenes leídos, conexiones activas, inactivas ya sea por sector o clase, siendo así a continuación se detalla cada cuadro con su respectivo comentario.

- a) Cuadros Comerciales al 31.05.2022
- b) Resumen de reporte de Saldos por Cobrar Comerciales al 31.05.2022
- c) Resumen de reporte de Saldos para la provisión de la cobranza dudosa al 31.05.2022.
- d) Planilla de entrada de Caja
- e) Los indicadores de Gestión del mes de Mayo 2022

Es cuanto informo y remito a usted para los fines pertinentes.

Atentamente

c.c.  
G.C  
D.M  
ODI  
D.C  
Arch.



SERVICIO DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO DE AYACUCHO S.A.  
SEDA AYACUCHO  
Bach. ANGELO LA CRUZ POMAYONCCU  
JEFE DPTO. COBRANZA

CUADRO 01\_CUADRO COMPARATIVO - VOLUMEN PRODUCIDO - FACTURADO - MEDIDO, ASIGNADO Y VOLUMEN NO FACTURADO

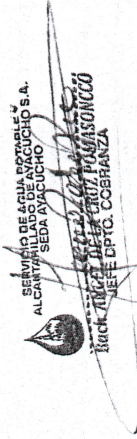
REPORTE ACTIVAS

MESES	VOLUMEN PRODUCIDO M <sup>3</sup>	VOLUMEN TOTAL FACTURADO M <sup>3</sup>	% RESP. A PRODUC.	ACTIVAS VOLUMEN LEIDO FACTURADO (M <sup>3</sup> )	% RESP. A PRODUC.	VOLUMEN ASIGNADO (M <sup>3</sup> )	% RESP. A PRODUC.	VOLUMEN PROMEDIO FACTURADO (M3)	% RESP. A PRODUC.	VOLUMEN NO FACTURADO (M <sup>3</sup> )	% RESP / PROD (AGUA NO FACT)	VOLUMEN FACTURADO (M <sup>3</sup> ) SEGUN CUADROS COMERCIALES ANTERIORES (*)	DIFERENCIA (M <sup>3</sup> )
PERIODO 2021	16,564,742	11,361,799	68.59%	10,109,715	61.03%	527,162	3.18%	724,922	4.38%	5,202,943	31.41%	10,348,157	0
ENERO	1,293,113	972,727	75.22%	870,846	67.34%	44,086	3.41%	57,795	4.47%	320,386	24.78%	972,727	0
FEBRERO	1,262,297	906,083	71.78%	802,987	63.61%	44,076	3.49%	58,020	4.68%	356,214	28.22%	906,083	0
MARZO	1,147,226	920,076	80.20%	809,445	70.56%	44,316	3.86%	66,315	5.78%	227,150	19.80%	920,076	0
ABRIL	1,331,777	916,270	68.50%	815,167	61.21%	44,516	3.34%	56,587	4.25%	415,507	31.20%	916,270	0
MAYO	1,431,944	893,868	62.42%	792,799	55.37%	44,396	3.10%	56,693	3.96%	538,056	37.58%	893,868	0
JUNIO	1,382,580	912,508	66.00%	813,015	58.80%	44,406	3.21%	55,087	3.98%	470,072	34.00%	912,508	0
JULIO	1,442,908	911,868	63.20%	812,712	56.32%	43,856	3.04%	55,300	3.83%	531,040	36.80%	911,868	0
AGOSTO	1,464,935	925,665	63.19%	827,444	56.48%	43,576	2.97%	54,645	3.73%	539,270	36.81%	925,665	0
SEPTIEMBRE	1,422,410	1,011,537	71.11%	907,426	63.79%	43,626	3.07%	60,465	4.25%	410,873	28.89%	1,011,537	0
OCTUBRE	1,450,385	946,114	65.23%	845,440	58.29%	43,516	3.00%	57,158	3.94%	504,271	34.77%	946,114	0
NOVIEMBRE	1,443,072	1,031,421	71.47%	913,330	63.29%	43,406	3.01%	74,685	5.18%	411,651	28.53%	1,031,421	0
DICIEMBRE	1,492,095	1,013,642	67.93%	899,104	60.26%	43,386	2.91%	71,152	4.77%	478,453	32.07%	1,013,642	0
PERIODO 2022	7,185,535	4,884,003	67.97%	4,493,758	62.54%	218,220	3.04%	296,477	4.13%	2,301,532	32.03%	4,884,003	0
ENERO	1,466,438	1,061,926	72.42%	950,640	64.83%	43,716	2.98%	67,570	4.61%	404,512	27.58%	1,061,926	0
FEBRERO	1,307,038	955,714	73.12%	846,804	64.79%	43,596	3.34%	65,314	5.00%	351,324	26.88%	955,714	0
MARZO	1,438,838	960,107	66.73%	853,821	59.34%	44,068	3.06%	62,218	4.32%	478,731	33.27%	960,107	0
ABRIL	1,449,103	920,900	63.55%	917,065	63.29%	43,368	2.99%	56,980	3.83%	528,203	36.45%	920,900	0
MAYO	1,524,118	985,358	64.65%	925,428	60.72%	43,572	2.86%	44,395	2.91%	538,762	35.35%	985,358	0

SERVICIO DE AGUA BOTABLE Y AL CANTINERÍA SEDA ANACUAY S.A.  
 BARRIO LA CRUZ/ROMANONCO  
 JEFE DPTO. COBRANZA

Cuadro N° 02 Cuadro de Facturación, cobranza y saldos por meses.

MESES	FACTURACIÓN DEL MES (S/)	DEVOLUCIÓN FACTURACIÓN (S/)	FACTURACION NETA	NO CONTABLE	QUIERE DE DEUDAS INCOBRABLES	ABONOS	COBRANZA DEL MES (S/)	AJUSTE	EFICIENCIA DE COBRANZA (%)	ANTICIPO	SALDO A FAVOR	RECUPERO DE SALDOS (S/)	COBRANZA TOTAL (S/)	SALDO POR SUSTENTAR Y AJUSTAR (S/)	SALDO POR COBRAR (S/)
PERIODO 2021	25,844,180.03	519,004.27	25,325,175.76				17,072,748.41	-	67.18%			9,249,103.24	28,261,851.65	-	
ENERO	2,076,852.48	25,044.40	2,051,808.08				1,201,045.55		58.54%			1,039,905.99	2,240,851.54		4,268,840.05
FEBRERO	1,939,763.36	19,317.10	1,920,446.26				1,131,066.74		58.00%			786,856.46	1,917,923.20		4,761,168.11
MARZO	1,972,072.85	27,083.87	1,944,988.98				1,402,819.46		72.72%			882,422.95	2,285,242.02		3,920,315.07
ABRIL	1,976,818.11	23,438.90	1,953,379.21				1,245,203.57		63.16%			727,388.64	1,972,582.71		3,901,201.07
MAYO	1,960,537.81	21,748.91	1,938,788.90				1,356,417.72		69.44%			750,885.06	2,147,302.78		3,707,399.19
JUNIO	2,045,970.84	65,715.50	1,980,255.34				1,342,831.66		67.13%			710,127.54	2,093,017.17		3,614,595.30
JULIO	2,127,464.15	29,808.47	2,097,655.68				1,462,390.74		72.53%			1,172,518.26	2,084,775.27		3,458,241.39
AGOSTO	2,324,780.74	23,011.29	2,301,769.45				1,419,403.00		67.13%			665,372.27	2,084,775.27		3,467,883.01
SEPTIEMBRE	2,298,776.69	15,157.73	2,283,618.96				1,634,508.57		71.01%			749,721.44	2,312,639.66		3,477,122.80
OCTUBRE	2,568,839.49	15,667.71	2,495,980.78				1,482,566.58		64.92%			2,232,307.77	2,312,639.66		3,578,134.34
NOVIEMBRE	2,558,716.43	234,500.13	2,324,216.30				1,558,895.45		64.77%			746,756.85	2,346,542.10		3,674,973.02
DICIEMBRE	2,552,497.77	18,558.53	2,533,939.24				1,734,688.10		75.07%			721,370.60	2,456,058.70		3,511,108.62
PERIODO 2022	2,698,348.71	11,970.27	2,686,378.44				8,601,353.74		68.96%			4,274,877.58	13,016,171.32		3,703,966.40
ENERO	2,423,430.31	25,678.25	2,397,752.06				1,686,614.84		64.96%			824,369.50	2,493,783.55		3,607,216.91
FEBRERO	2,620,905.02	13,746.99	2,607,158.03				1,664,414.05		65.00%			1,047,945.65	2,742,441.28		3,471,333.66
MARZO	2,552,497.77	18,558.53	2,533,939.24				1,768,510.26		70.83%			701,977.14	2,490,487.40		3,515,284.50
ABRIL	2,668,088.95	21,762.24	2,646,326.71				1,962,418.95		74.16%			922,947.47	2,885,366.43		3,276,250.78
MAYO															



Departamento de Cobranza

GERENCIA COMERCIAL







GERENCIA  
COMERCIAL

DEPARTAMENTO DE  
COBRANZAS

CONEXIONES SEGÚN CLASE-REALES

MESES	DOMESTICO	%	COMERCIAL	%	INDUSTRIAL	%	ESTATAL	%	SOCIAL	%	TOTAL	%
PERIODO 2021												
ENERO	49,724	89.91%	4,849	8.77%	310	0.56%	293	0.53%	127	0.23%	55,303	100.00%
FEBRERO	49,910	90.00%	4,841	8.73%	281	0.51%	293	0.53%	128	0.23%	55,453	100.00%
MARZO	50,016	89.91%	4,844	8.71%	347	0.62%	296	0.53%	128	0.23%	55,631	100.00%
ABRIL	50,306	89.85%	4,843	8.65%	419	0.75%	295	0.53%	128	0.23%	55,991	100.00%
MAYO	50,615	89.82%	4,872	8.65%	440	0.78%	296	0.53%	128	0.23%	56,351	100.00%
JUNIO	50,715	89.85%	4,885	8.66%	417	0.74%	296	0.52%	128	0.23%	56,441	100.00%
JULIO	50,890	89.89%	4,896	8.65%	405	0.72%	297	0.52%	124	0.22%	56,612	100.00%
AGOSTO	51,102	90.13%	4,883	8.61%	292	0.52%	297	0.52%	124	0.22%	56,698	100.00%
SEPTIEMBRE	51,229	90.24%	4,888	8.61%	245	0.43%	298	0.52%	110	0.19%	56,770	100.00%
OCTUBRE	51,729	90.51%	4,879	8.54%	136	0.24%	299	0.52%	110	0.19%	57,153	100.00%
NOVIEMBRE	51,982	90.50%	4,877	8.49%	167	0.29%	305	0.53%	110	0.19%	57,441	100.00%
DICIEMBRE	52,282	90.46%	4,874	8.43%	216	0.37%	314	0.54%	110	0.19%	57,796	100.00%
PERIODO 2022												
ENERO	52,465	90.49%	4,871	8.40%	214	0.37%	316	0.55%	110	0.19%	57,976	100.00%
FEBRERO	52,777	90.53%	4,868	8.35%	227	0.39%	316	0.54%	109	0.19%	58,297	100.00%
MARZO	53,210	90.58%	4,873	8.30%	235	0.40%	316	0.54%	109	0.19%	58,743	100.00%
ABRIL	53,434	90.63%	4,880	8.28%	216	0.37%	318	0.54%	109	0.18%	58,957	100.00%
MAYO	53,687	90.68%	4,882	8.25%	210	0.35%	320	0.54%	109	0.18%	59,208	100.00%

SERVICIO DE AGUA POTABLE  
ALCANTARILLADO  
EDA AYACUCHO

*[Firma]*  
DIRECTOR GENERAL DE LA UNIDAD PUNTA  
JEFE DPTO. COBRANZA



**GERENCIA  
COMERCIAL**

Departamento de  
Cobranzas

CUADRO N° 05 -ESTADO DE LAS CONEXIONES ACTIVAS POR DISTRITO

MESES	AYACUCHO	%	CARMEN ALTO	%	SAN JUAN BAUTISTA	%	JESUS NAZARENO	%	ANDRÉS A. CÁCERES	%	TOTAL	%
PERIODO 2022												
ENERO	25,639	45.85%	5,943	10.63%	12,808	22.90%	4,079	7.29%	7,453	13.33%	55,922	100.00%
FEBRERO	25,993	46.19%	5,943	10.56%	12,805	22.75%	4,086	7.26%	7,448	13.24%	56,275	100.00%
MARZO	26,322	46.99%	5,860	10.46%	12,579	22.45%	3,995	7.13%	7,263	12.97%	56,019	100.00%
ABRIL	26,132	46.91%	5,772	10.36%	12,541	22.51%	4,003	7.19%	7,264	13.04%	56,712	100.00%
MAYO	26,334	47.07%	5,802	10.37%	12,550	22.43%	3,999	7.15%	7,258	12.97%	56,943	100.00%

SERVICIO DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO DE AYACUCHO S.A.  
SEDA AYACUCHO  
*[Firma]*  
Barr. ANGELES DE LA TRINIDAD  
JEFE DE OFICINA DE COBRANZA



**UNSCH**

FACULTAD DE  
**INGENIERÍA**  
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL

**ACTA N° 006-2024-FIMGC: ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga de la ciudad de Ayacucho, a los 19 días del mes de enero de 2024, siendo las 10:00 am, reunidos en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, bajo la presidencia del Mg. Edward LEÓN PALACIOS en representación del Decano de la FIMGC y los miembros MSc. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS, Ing. Edwin GARCÍA SAEZ, Mg. Jaime Leonardo BENDEZÚ PRADO, actuando como secretario docente el MSc. Edmundo CANCHARI GUTIÉRREZ, para proceder a la sustentación de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, del bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil:

LESLY NAYELY TIRADO GARRIAZO

Quien presentó la tesis denominada:

“INFLUENCIA DEL CONTROL DE PRESIÓN EN LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE CAUDAL Y EN LA FUNCIONALIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL SECTOR DE SAN JOAQUÍN DE HUAMANGA AYACUCHO, 2023”

Los señores miembros del jurado, luego de expuesto el tema y absueltas las preguntas, lo declaran:

*APROBADO CON NOTA 16 (DIECISÉIS)*

Siendo las 11:18am del día 19 de enero de 2024, culmina el acto de sustentación de tesis. Firman los miembros del jurado de tesis en señal de conformidad.

Mg. Edward LEÓN PALACIOS  
Presidente

Mg. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS  
Miembro

Mg. Jaime Leonardo BENDEZÚ PRADO  
Miembro

MSc. Edmundo CANCHARI GUTIÉRREZ  
Secretario docente de la FIMGC

Mg. Edwin GARCÍA SAEZ  
Miembro

cc:  
Archivo



**UNSCH**

FACULTAD DE  
**INGENIERÍA**  
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

### CONSTANCIA N° 004-2024-FIMGC/ASIH

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajos de tesis de pregrado con el software Turnitin, de la Escuelas Profesional de **Ingeniería Civil** de la **Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil**; en cumplimiento a la **Resolución de Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU**, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y **Resolución Decanal N° 476-2023-FIMGC-UNSCH-D**, deja constancia de originalidad de trabajo de investigación, que el/la Sr./Srta.

**Apellidos y Nombres** : TIRADO GARRIAZO, LESLY NAYELY  
**Escuela Profesional** : INGENIERÍA CIVIL  
**Título de la Tesis** : INFLUENCIA DEL CONTROL DE PRESIÓN EN LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE CAUDAL Y EN LA FUNCIONALIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL SECTOR SAN JOAQUÍN DE HUAMANGA AYACUCHO, 2023  
**Evaluación de la Originalidad** : 13 % Índice de Similitud  
**Identificador de la entrega** : 2271396602

Por tanto, según los Artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es **PROCEDENTE** otorgar la **Constancia de Originalidad** para los fines que crea conveniente.

En señal de conformidad y verificación se firma la presente constancia

Ayacucho, 15 de enero del 2024

  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil

**Msc. Ing. Alex Sander IRCANAUPA HUAMANI**  
Verificador de Originalidad de Trabajos de Tesis de Pregrado  
Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil

Con depósito para Sustentación y Tramites  
Cc. Archivo.

# INFLUENCIA DEL CONTROL DE PRESIÓN EN LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE CAUDAL Y EN LA FUNCIONALIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL SECTOR SAN JOAQUÍN DE HUAMANGA AYACUCHO, 2023

*por* LESLY NAYELY TIRADO GARRIAZO

---

**Fecha de entrega:** 15-ene-2024 10:09a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2271396602

**Nombre del archivo:** BORRADOR\_TESIS\_LNTG.pdf (8.64M)

**Total de palabras:** 33926

**Total de caracteres:** 157925

# INFLUENCIA DEL CONTROL DE PRESIÓN EN LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE CAUDAL Y EN LA FUNCIONALIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL SECTOR SAN JOAQUÍN DE HUAMANGA AYACUCHO, 2023

## INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.upt.edu.pe">repositorio.upt.edu.pe</a> Fuente de Internet	4%
2	<a href="https://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
4	<a href="http://www.sunass.gob.pe">www.sunass.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://aprenderly.com">aprenderly.com</a> Fuente de Internet	<1%

Submitted to Universidad Andina del Cusco

8

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

9

[fdocuments.es](http://fdocuments.es)

Fuente de Internet

&lt;1 %

10

[repositorio.unsm.edu.pe](http://repositorio.unsm.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

11

[repositorio.unap.edu.pe](http://repositorio.unap.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

12

[revistas.upt.edu.pe](http://revistas.upt.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

13

[repositorio.unjfsc.edu.pe](http://repositorio.unjfsc.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

14

[repositorio.unfv.edu.pe](http://repositorio.unfv.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

15

[mejorsoftware.info](http://mejorsoftware.info)

Fuente de Internet

&lt;1 %

16

[contenidos.benidorm.org](http://contenidos.benidorm.org)

Fuente de Internet

&lt;1 %

17

[www.sedaayacucho.pe](http://www.sedaayacucho.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

18

[dspace.ucuenca.edu.ec](http://dspace.ucuenca.edu.ec)

Fuente de Internet

&lt;1 %

19

[repositorio.ujcm.edu.pe](http://repositorio.ujcm.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

20 repositorio.utc.edu.ec <1 %  
Fuente de Internet

---

21 doku.pub <1 %  
Fuente de Internet

---

22 repositorio.unsch.edu.pe <1 %  
Fuente de Internet

---

23 repositorio.utn.edu.ec <1 %  
Fuente de Internet

---

24 Submitted to Universidad Andina Nestor  
Caceres Velasquez <1 %  
Trabajo del estudiante

---

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 30 words