



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**Título**

**Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable de  
los cantones Penipe y Saraguro**

**Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil**

**Autor:**

Flores Merchán Erika Fernanda  
Rea Moscoso Marco Vinicio

**Tutor:**

MsC. María Gabriela Zúñiga Rodríguez

**Riobamba, Ecuador. 2023**

## DERECHOS DE AUTORÍA

Nosotros, **Erika Fernanda Flores Merchán** con cédula de ciudadanía **060502192-2**, y **Marco Vinicio Rea Moscoso** con cédula de ciudadanía **060460205-2**, autores del trabajo de investigación titulado: “**Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable de los cantones Penipe y Saraguro**”, certificamos que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedemos a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de nuestra entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 18 de julio del 2023.



---

Erika Fernanda Flores Merchán  
C.I: 060502192-2



---

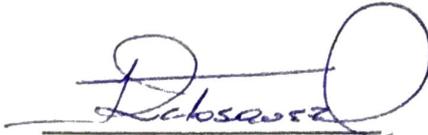
Marco Vinicio Rea Moscoso  
C.I. 06046020-2

**DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación "**Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable de los cantones Penipe y Saraguro**", presentado por **Erika Fernanda Flores Merchán** con cédula de ciudadanía **060502192-2**, y **Marco Vinicio Rea Moscoso** con cédula de ciudadanía **060460205-2**, bajo la tutoría de Msc. María Gabriela Zúñiga Rodríguez; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 18 de julio del 2023.

Mgs. Víctor Renee Velásquez Benavides  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**



**Firma**

Mgs. Alfonso Patricio Arellano Barriga  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



**Firma**

Mgs. Nelson Estuardo Patiño Vaca  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



**Firma**

MsC. María Gabriela Zúñiga Rodríguez  
**TUTOR/A**



**Firma**

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable de los cantones Penipe y Saraguro**”, presentado por **Erika Fernanda Flores Merchán** con cédula de ciudadanía **060502192-2**, y **Marco Vinicio Rea Moscoso** con cédula de ciudadanía **060460205-2**, bajo la tutoría de Msc. María Gabriela Zúñiga Rodríguez; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

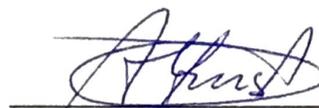
De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 18 de julio del 2023.

Mgs. Víctor Renee Velásquez Benavides  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**



**Firma**

Mgs. Alfonso Patricio Arellano Barriga  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



**Firma**

Mgs. Nelson Estuardo Patiño Vaca  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



**Firma**



# CERTIFICACIÓN

Que, **FLORES MERCHÁN ERIKA FERNANDA** con CC: **060502192-2** y **REA MOSCOSO MARCO VINICIO** con CC: **060460205-2**, estudiantes de la Carrera **INGENIERÍA CIVIL, NO VIGENTE**, Facultad de **INGENIERÍA**; han trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **"INCIDENCIA DE FUGAS EN LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LOS CANTONES PENIPE Y SARAGURO"**, cumple con el **5%**, de acuerdo al reporte del sistema Anti-plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 11 de julio de 2023.

MsC. María Gabriela Zúñiga Rodríguez

**TUTOR(A) TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a mis amados padres, Luis y Nely, quienes han sido mi motor, mi soporte y mi mayor motivación durante este largo camino. A mis hermanos, Carina y Arturo, por apoyarme incondicionalmente a pesar de todo. A mis abuelitos maternos por creer siempre en mí. A mi mejor amigo Jhonny Ramírez, quien me guía desde el cielo y me hace mucha falta.

*Erika Fernanda Flores Merchán*

## **DEDICATORIA**

A mis padres que siempre me impulsaron a continuar y nunca dejar de hacer las cosas a la mitad. Por el tiempo que nunca me faltó y las enseñanzas que día a día me venían dando a pesar de la distancia que en algunas ocasiones se presentaban.

A mis hermanos, que en los momentos más difíciles por los que pasé siempre estuvieron ahí para darme ánimos.

*Marco Vinicio Rea Moscoso*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a la UNACH por abrirnos sus puertas para poder cumplir un sueño y hacerlo posible, a nuestra tutora y mejor maestra de la universidad Gabriela Zúñiga por ayudarnos en todo este proceso, por brindarnos seguridad y confianza en lo que hacíamos, para poder continuar por el mejor camino.

*Erika Flores y Marco Rea*

Agradezco a mis padres por haberme apoyado en el transcurso de toda la carrera, por ser mi motivo para seguir adelante, por confiar en mí y nunca dudar de que lo lograría. A mi mamita Clemencia, por mimarme tanto y siempre darme ánimos para seguir. A mi enamorado Bryan, quien me ha dado su apoyo absoluto y ha estado para mí en todo momento.

A mi mejor amiga Evelyn Ortega, por siempre darme consejos y no dejarme caer. A mis amigas Jhoana, Belén y Jenyffer, con quienes compartí mi vida universitaria y les tengo un cariño enorme. A mi hijo perruno Bodoque, por quedarse conmigo en cada madrugada y esperarme siempre para dormir juntos.

Agradezco a mi compañero y amigo de tesis Marquito, por tenerme paciencia, por confiar en mí y por hacer posible este proyecto de investigación.

*Erika Fernanda Flores Merchán*

Agradezco a todas las personas que siempre estuvieron ahí incondicionalmente. A mi squad Naty, Santy, Walty, Jessy que desde el momento que los conocí nunca me dejaron de alentar para poder continuar y de igual forma yo les apoyaba. A Genesis Belén quien siempre me mataba de iras desde el momento que la conocí, pero siempre me apoyó de manera incondicional a cumplir con mis metas que me proponía. No podía dejar de lado a Veckysita y Juanito que son unas maravillosas personas y espero que nunca dejen de serlo. A Michu por ser una gran amiga y siempre apoyarme.

A mi compañera de este trabajo Eri, decirle que se puede realizar cualquier cosa siempre y cuando se elige a una persona en la que se puede confiar.

A todos y a quienes no les he mencionado y fueron parte de esta bonita etapa de mi vida quiero decirles que muchas gracias por todo su apoyo, que Dios y la virgencita los bendiga toda la vida.

*Marco Vinicio Rea Moscoso*

# ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA.....	
DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO.....	
DEDICATORIA.....	
AGRADECIMIENTO.....	
RESUMEN.....	
ABSTRACT.....	
1.1 Antecedentes .....	15
1.2 Zona de estudio .....	15
1.3 Justificación.....	18
1.4 Planteamiento del problema .....	18
1.5 Objetivos .....	18
1.5.1 General.....	18
1.5.2 Específicos.....	18
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1 Conceptos generales.....	19
2.1.1 Red de abastecimiento de agua potable.....	19
2.1.2 Fugas de agua .....	19
2.2 Balance hídrico.....	19
2.3 Rendimientos.....	20
2.4 Regulación Nacional de Agua.....	22
2.4.1 Índice de agua no contabilizada.....	22
2.5 Estado del arte .....	22
3. CAPÍTULO III. METODOLOGIA .....	24
3.1 Diseño de Investigación .....	24
3.2 Tipo de Investigación.....	25
3.2.1 Alcance .....	25
3.3 Técnicas de recolección de Datos .....	25
3.3.1 Población en estudio.....	25
3.4 Compendio de información y análisis de datos.....	26
3.4.1 Sistema de abastecimiento agua potable – Penipe.....	26
3.4.2 Sistema de abastecimiento agua potable – Saraguro .....	27
3.5 Caudales registrados Qr .....	29

3.5.1	Caudal registrado – Penipe .....	29
3.5.2	Caudal registrado – Saraguro .....	29
3.6	Caudales incontrolados Qic.....	31
3.6.1	Caudal incontrolado – Penipe.....	31
3.6.2	Caudal incontrolado - Saraguro.....	33
3.7	Análisis de registros de pérdidas de agua.....	36
4.	CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	37
4.1	Resultados .....	37
4.1.1	Balance hídrico técnico – Penipe.....	37
4.1.1.1	Balance general – Penipe .....	37
4.1.2	Balance hídrico técnico – Saraguro .....	40
4.1.2.1	Balance hídrico red 1 – Saraguro.....	40
4.1.2.2	Balance hídrico red 2 – Saraguro.....	42
4.1.2.3	Balance hídrico red 3 – Saraguro.....	44
4.1.3	Índice de agua no contabilizada (IANC) .....	47
4.1.3.1	IANC – Penipe .....	47
4.1.3.2	IANC – Saraguro .....	47
4.1.4	Rendimientos hídricos porcentuales .....	48
4.1.4.1	Rendimiento hídrico porcentual – Penipe.....	48
4.1.4.2	Rendimiento hídrico porcentual – Saraguro .....	49
4.1.5	Pérdidas económicas.....	50
4.1.6	Identificación de zonas con presencia de fugas.....	52
4.1.6.1	Identificación fugas – Penipe.....	52
4.1.6.2	Identificación fugas – Saraguro .....	53
4.1.7	Corrección de operación y mantenimiento de fugas del sistema.....	54
4.1.8	Soluciones planteadas.....	55
4.2	Discusión.....	57
5.	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	59
5.1	Conclusiones .....	59
5.2	Recomendaciones.....	60
6.	Bibliografía.....	61
7.	ANEXOS .....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Calificación de la gestión de un abastecimiento en función de $\eta_s$ .....	21
<b>Tabla 2.</b> Rangos de desempeño - Indicador de Agua No Contabilizada .....	22
<b>Tabla 3.</b> Usuarios registrados por categoría en el cantón Penipe .....	26
<b>Tabla 4.</b> Información de los tanques de reserva en el cantón Penipe .....	27
<b>Tabla 5.</b> Caudal inyectado de los tanques de reserva en el cantón Penipe .....	27
<b>Tabla 6.</b> Porcentaje de la aplicación de los tanques de reserva en el cantón Penipe .....	27
<b>Tabla 7.</b> Usuarios registrados por categoría en el cantón Saraguro.....	27
<b>Tabla 8.</b> Información de los tanques de reserva en el cantón Saraguro.....	28
<b>Tabla 9.</b> Caudal inyectado de los tanques de reserva en el cantón Saraguro.....	28
<b>Tabla 10.</b> Porcentaje de la aplicación de los tanques de reserva en el cantón Saraguro ....	29
<b>Tabla 11.</b> Caudal registrado - Penipe.....	29
<b>Tabla 12.</b> Caudal registrado - Saraguro Red 1.....	29
<b>Tabla 13.</b> Caudal registrado - Saraguro Red 2.....	30
<b>Tabla 14.</b> Caudal registrado - Saraguro Red 3.....	30
<b>Tabla 15.</b> Áreas recreativas y deportivas - Penipe.....	31
<b>Tabla 16.</b> Bajo competencia del municipio - Penipe .....	31
<b>Tabla 17.</b> Instituciones Educativas - Penipe .....	32
<b>Tabla 18.</b> Instituciones de Salud - Penipe.....	32
<b>Tabla 19.</b> Instituciones de seguridad y emergencia - Penipe.....	32
<b>Tabla 20.</b> Instituciones religiosas - Penipe .....	32
<b>Tabla 21.</b> Resumen caudal no facturado Qic - Penipe.....	33
<b>Tabla 22.</b> Áreas recreativas y deportivas - Saraguro .....	33
<b>Tabla 23.</b> Bajo competencia del municipio - Saraguro.....	34
<b>Tabla 24.</b> Instituciones educativas - Saraguro .....	34

<b>Tabla 25.</b> Instituciones de salud - Saraguro.....	34
<b>Tabla 26.</b> Instituciones de seguridad y emergencia - Saraguro .....	34
<b>Tabla 27.</b> Instituciones religiosas - Saraguro.....	35
<b>Tabla 28.</b> Resumen caudal no facturado Qic – Saraguro.....	35
<b>Tabla 29.</b> Balance hídrico técnico anual - Penipe.....	37
<b>Tabla 30.</b> Porcentaje de agua fugada anual - Penipe .....	38
<b>Tabla 31.</b> Balance hídrico técnico anual red 1 - Saraguro.....	40
<b>Tabla 32.</b> Porcentaje de agua fugada anual red 1 - Saraguro.....	41
<b>Tabla 33.</b> Balance hídrico técnico anual red 2 - Saraguro .....	42
<b>Tabla 34.</b> Porcentaje de agua fugada anual red 2 - Saraguro.....	43
<b>Tabla 35.</b> Balance hídrico técnico anual red 3 - Saraguro.....	44
<b>Tabla 36.</b> Porcentaje de agua fugada anual red 3 - Saraguro.....	45
<b>Tabla 37.</b> Rendimiento hídrico porcentual por año - Penipe .....	48
<b>Tabla 38.</b> Rendimientos hídricos porcentuales por año – Saraguro Red 1 .....	49
<b>Tabla 39.</b> Rendimientos hídricos porcentuales por año – Saraguro Red 2.....	49
<b>Tabla 40.</b> Rendimientos hídricos porcentuales por año – Saraguro red 3 .....	50
<b>Tabla 41.</b> Pérdida económica de los cantones .....	51
<b>Tabla 42.</b> Dotación media según número de habitantes y clima .....	52
<b>Tabla 43.</b> Dotación de agua a población.....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación cantones Penipe y Saraguro.....	17
<b>Figura 2.</b> Balance hídrico .....	20
<b>Figura 3.</b> Metodología propuesta.....	24
<b>Figura 4.</b> Identificación de los tanques de reserva y red en el cantón Penipe .....	26
<b>Figura 5.</b> Identificación de los tanques de reserva y redes en el cantón Saraguro .....	28
<b>Figura 6.</b> Caudal de agua no Facturada Qic – Penipe.....	33
<b>Figura 7.</b> Caudal de agua no Facturada Qic - Saraguro.....	35
<b>Figura 8.</b> Balance hídrico técnico – Penipe .....	39
<b>Figura 9.</b> Porcentaje fugado – Penipe.....	39
<b>Figura 10.</b> Promedio balance hídrico técnico – Saraguro.....	46
<b>Figura 11.</b> Porcentaje fugado – Saraguro .....	46
<b>Figura 12.</b> Índice de agua no contabilizada – Penipe .....	47
<b>Figura 13.</b> Índice de agua no contabilizada – Saraguro.....	47
<b>Figura 14.</b> Rendimiento global del sistema – Penipe .....	48
<b>Figura 15.</b> Rendimiento global de sistema – Saraguro.....	50
<b>Figura 16.</b> Volumen fugado por año de los cantones .....	51
<b>Figura 17.</b> Identificación de fugas – Penipe .....	53
<b>Figura 18.</b> Índice de agua no contabilizada año 2022 – Saraguro.....	53
<b>Figura 19.</b> Rendimiento volumétrico global del sistema año 2022 – Saraguro.....	54
<b>Figura 20.</b> Proceso de reparación de las redes de agua potable.....	55
<b>Figura 21.</b> Propuestas para la reducción de pérdidas de agua .....	56

## RESUMEN

La disponibilidad de agua limpia es crucial para la vida humana, las fugas de agua presentes en las instalaciones intradomiciliarias y en la red de distribución del sistema de abastecimiento provocan altos niveles de consumos que se ven reflejados en las cartillas mensuales. El mal manejo y mantenimiento deficiente de las redes de distribución de agua potable a nivel nacional aceleran su degradación y crean problemas a futuro. En los cantones de Penipe y Saraguro del Ecuador, las pérdidas de agua por deficiencias en las empresas municipales, y varios factores como hurtos y fugas generan grandes pérdidas económicas. En esta investigación se empleó una metodología cualitativa para establecer la ubicación y reparación de las fugas, también una metodología cuantitativa para procesar los valores de volúmenes de agua inyectados y facturados. A través de un análisis del balance hídrico técnico según Cabrera (1999), se evidenció que Penipe y Saraguro poseen porcentajes de fugas de agua no contabilizada de 49.2% y 55.33% respectivamente, por medio de un estudio realizado a partir del año 2018 hasta 2022, en el que obtuvieron calificaciones de desempeño del sistema “deficiente e inaceptable”. Con base en los hallazgos, se ha desarrollado un plan de acción para minimizar la cantidad de agua fugada y las pérdidas económicas.

**Palabras claves:** fugas, balance hídrico, sistema de distribución, desempeño, redes.

## ABSTRACT

The availability of clean water is crucial for human life. Water leaks in household facilities and the supply system's distribution network result in high consumption levels, which are reflected in monthly bills. Poor management and inadequate national potable water distribution network maintenance accelerate their degradation and create future problems. In the Penipe and Saraguro cantons of Ecuador, water losses due to deficiencies in municipal companies and factors like theft and leaks generate significant economic losses. This research employed a qualitative methodology to identify and repair leaks and a quantitative methodology to process the values of injected and billed water volumes. Through an analysis of the technical water balance according to Cabrera (1999), it was found that Penipe and Saraguro have percentages of unaccounted water leaks of 49.2% and 55.33%, respectively, based on a study conducted from 2018 to 2022, in which they obtained performance ratings of 'poor and unacceptable' for the system. Based on the findings, an action plan has been developed to minimize the amount of leaked water and economic losses.

**Keywords:** leaks, water balance, distribution system, performance, network.

Abstract translation reviewed by

BLANCA  
NARCISA  
FUERTES LOPEZ

Firmado digitalmente por  
BLANCA NARCISA FUERTES  
LOPEZ  
Fecha: 2023.07.10 22:05:56  
-05'00'

Dr. Narcisa Fuertes, PhD  
CC: 1002091161  
Professor at Competencias Lingüísticas UNACH

# CAPÍTULO I. INTRODUCCION

## 1.1 Antecedentes

De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud (2009), en la mayoría de las grandes ciudades de América las redes de agua han sido manejadas a manera de proyecto a corto plazo. El mal mantenimiento de esta acelera el proceso de degradación por lo que los problemas se tornan evidentes a futuro.

El Ecuador es un país que está ubicado en una región donde existen altos índices de escasez de agua, por ende, cualquier pérdida de agua que haya en las redes de distribución resulta ser un gran problema. Las fugas de agua pueden llegar a ser contaminantes para el suelo y aire, debido a las sustancias químicas que se usan para la reparación de las tuberías, por lo que puede tener implicaciones en la salud de la población (Fuentes O., Rodriguez K., Palma A, 2011).

Las deficiencias de las empresas municipales, sumando los hurtos y las fugas provocan el desperdicio de millones de metros cúbicos de agua al año, dando como resultado en el Ecuador una pérdida de 320 millones de dólares al año por fugas y robo de agua potable (Intelligence, 2021).

## 1.2 Zona de estudio

El cantón Penipe está ubicado en la provincia de Chimborazo UTM (E 774 704.32; S 9 826 665.03) a una altura de 2 468 m.s.n.m., posee una extensión de 240 km<sup>2</sup> y una cantidad poblacional de 6 739 habitantes dentro del territorio; de acuerdo con el sistema integrado de indicadores sociales del Ecuador (SIISE) la pobreza por necesidades básicas insatisfechas alcanza el 22.52% de la población total del cantón, y la extrema pobreza al 3.75% (GAD Penipe, 2019). Dentro del cantón existen 708 usuarios activos, mismos que se benefician del servicio de dotación de agua potable por una única red de abastecimiento que existe en el mismo. Esta red parte de dos captaciones subterráneas de agua que se encuentran ubicadas en las comunidades de Matus alto y Matus bajo conducidas por gravedad hacía la planta de tratamiento que se encuentra ubicada en las afueras del cantón. Con respecto a la tarifa aplicada al consumo de agua es de 0.86 \$/m<sup>3</sup>, esto de manera base ya que depende del tipo de categoría que se encuentre el usuario está varia (residencial, comercial, tercera edad y oficial).

Uno de los inconvenientes de mayor importancia que se ha generado en la dotación de agua hacia la población es la presencia de fugas dentro de la red de distribución, contemplado a partir de la planta de tratamiento hasta los micromedidores de cada uno de los usuarios registrados en el catastro, según los técnicos del agua potable del cantón Penipe.

Una problemática que existe para la detección de fugas de agua subterráneas (fugas no visibles) dentro de la red es la falta de equipos adecuados y actualizados para realizar una oportuna gestión. El GAD municipal al no contar con ello, gestiona dicha problemática

únicamente al momento de ser del tipo visible, por ser de fácil identificación. Es por ello que, el mantenimiento que se realiza es únicamente del tipo correctivo, esta se aplica al ser observada o notificada a la institución acerca del inconveniente a través de un llamado para posterior hacer su intervención oportuna.

Con respecto al boletín estadístico emitido en el año 2021 por la Agencia de Regulación y Control de Agua (ARCA) evidencia que en el cantón Penipe existe un valor de agua no contabilizada del 21.82% que se encuentra por debajo del rango a nivel nacional con una diferencia del 26.53%, en el año 2020 había presentado un 57.81% de agua no contabilizada, superando el valor de la media nacional, para años anteriores no se presenta ningún registro.

Saraguro es un cantón de la provincia de Loja, está ubicado al sur del país UTM (E 695 700.81; S 9 599 474.71) a una altura de 2 520 m.s.n.m., posee una extensión de 1 080 km<sup>2</sup> y una cantidad poblacional de 30 183 personas, de los cuales 1 426 son usuarios del agua potable repartidos en tres redes de agua. Existen cuatro captaciones provenientes de vertientes de agua denominadas La Torre, Rudas, Puglla y Kulky-Yaku, siendo la primera de tipo superficial y las restantes subterráneas, mismas que se encuentran en los alrededores del cantón y conducidas por gravedad hacía los tanques de almacenamiento de cada red correspondiente que se encuentran ubicadas estratégicamente a las afueras de la ciudad, favoreciendo el suministro de la dotación de agua a los beneficiarios. Las tres redes de distribución presentes en el cantón se dividen por zonas para dotar del servicio de agua potable a todos los usuarios. Todos los usuarios registrados se encuentran clasificados de acuerdo a una categoría establecida por la entidad (residencial, comercial, oficial y otros). La tarifa de pago depende de la categoría en la que se encuentre registrada, siendo el consumo base de pago de 0.42 \$/m<sup>3</sup>. Los dos cantones forman parte de la región interandina del país y se encuentran ubicadas al norte de sus provincias respectivamente como se puede identificar en la figura 1.

Saraguro al ser una ciudad con una población extensa tiende a tener daños en la red de abastecimiento de agua potable. Estos daños por lo general son las fugas que se generan en la red debido al mal mantenimiento y desgaste de esta. Las fugas al no ser únicamente del tipo externas (visibles) sino que muchas son internas (no visibles) y por ende no todas son denunciadas por la ciudadanía y atendidas oportunamente por la entidad correspondiente, de acuerdo con información proporcionada por los técnicos encargados del departamento de agua potable del cantón.

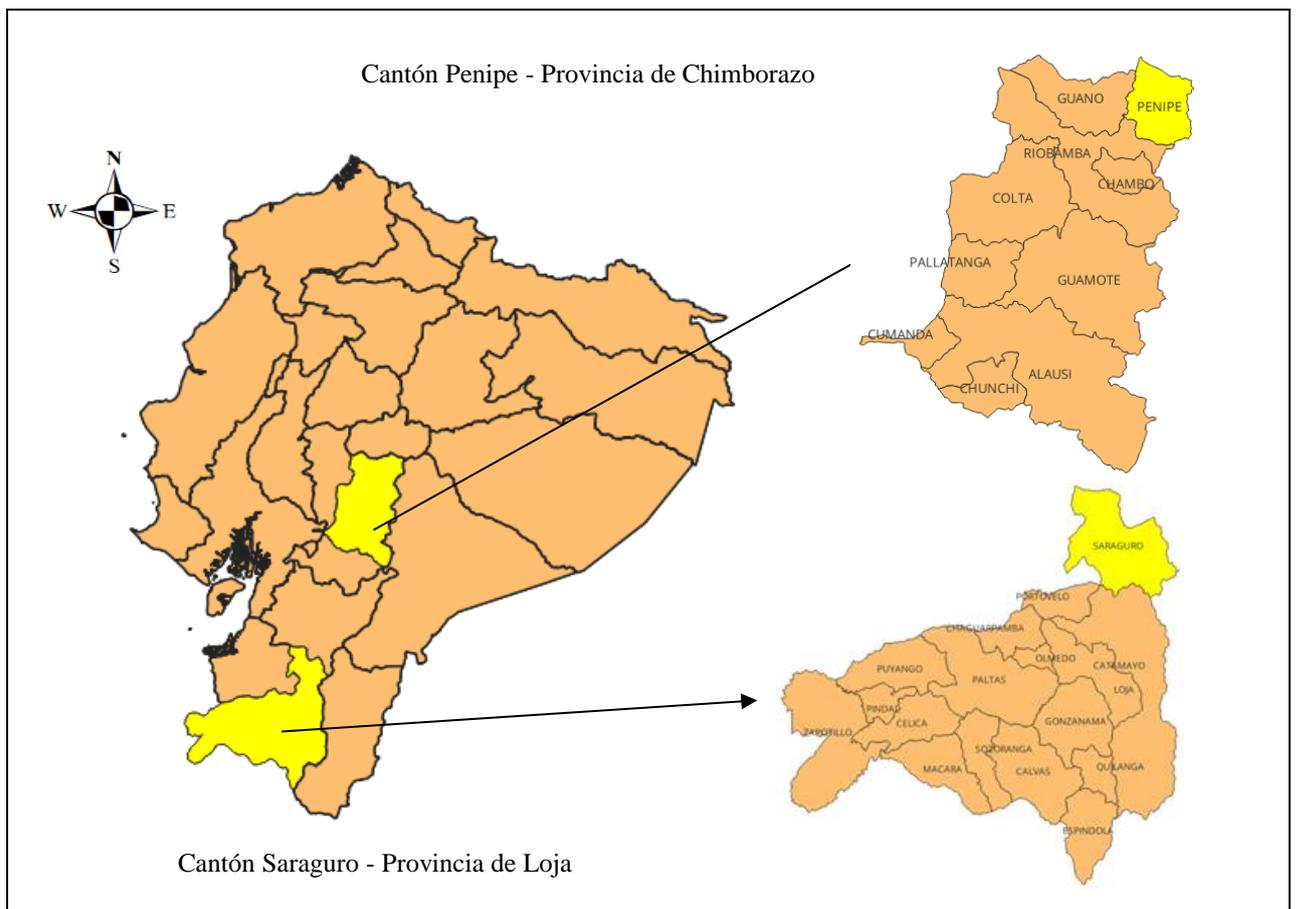
A partir del inicio del uso de la red de agua en el cantón ha existido un crecimiento poblacional considerable, lo cual genera una dotación de agua superior a la que se presentó inicialmente. El excesivo caudal de agua proporcionado en la red genera un incremento de la presión misma que no soportan las características del material, produciendo rupturas internas en las tuberías y los accesorios. Esto produce corte al suministro de agua por reparación en el menor tiempo posible. De acuerdo con los procedimientos realizados por parte del GAD a partir del año 2011 se comenzó a realizar nuevos trabajos dentro del cantón que conlleva a realizar correcciones en la red. El cantón realizaba los trabajos respectivos,

sin embargo, no se llevaba un registro óptimo de la cantidad de agua fugada al momento de realizar dichas actividades, lo que a futuro perjudicaba el rendimiento económico.

Así mismo, la Agencia de Regulación y Control de agua (ARCA) presenta un registro de la cantidad de agua no contabilizada en el cantón Saraguro para el año 2021 presenta un valor de 58.89% superando al valor de la media nacional por 10.54% al igual que el año 2020 con un 53.86%, dando como observación que no se ha tenido una gestión óptima por parte de las autoridades competentes a la gestión de la dotación del agua.

Los cantones en estudio mantienen un protocolo establecido a seguir al momento de realizar algún mantenimiento y/o reparación de tuberías de la red de agua potable. Cabe mencionar que la principal acción a desarrollarse en este apartado es la reparación de tuberías presentes en la red, que se encuentran ubicadas a partir de la salida de los tanques de distribución, hasta los micromedidores presentes en los domicilios de cada usuario registrado en el catastro de la entidad correspondiente. Posterior al micromedidor, las instituciones no se hacen responsables de los daños que se puedan presentar, con el argumento de que este tipo de acción es competencia neta de cada usuario.

La ejecución del mantenimiento es mínima, es por ello que se lo realiza únicamente en el caso de presentar alguna falla dentro de la red, siendo realizada en el menor tiempo posible por el personal de mantenimiento de cada GAD correspondiente.



**Figura 1.** Ubicación cantones Penipe y Saraguro  
**Fuente.** (INEN, 2011)

### **1.3 Justificación**

En el presente proyecto de investigación se identifican las redes de agua potable que existen en cada cantón en estudio y las fugas que éstas presenten, para establecer y analizar las causas que las generan, estimar los valores incontrolados y desaprovechados por esta problemática existente, para poder dar soluciones accesibles, brindando de esta manera un mejor servicio de distribución a las poblaciones en estudio.

### **1.4 Planteamiento del problema**

Dentro de las redes de distribución de agua los principales problemas que se presentan son las pérdidas y fugas existentes en las mismas, provocando pérdidas económicas en la recaudación y al mismo tiempo malestar dentro de los usuarios por los costos generados.

Con todo lo presentado surge la incógnita ¿Cuál es la incidencia de fugas de agua en la red de distribución de los cantones Penipe y Saraguro? y ¿Dónde son las zonas que generan mayor índice de pérdidas? Con la información receptada y analizada se puede dar a conocer los principales incidentes de fugas de agua presentes en cada red de cada cantón en estudio, con la finalidad de poder dar un seguimiento y soluciones viables al problema existente.

### **1.5 Objetivos**

#### **1.5.1 General**

- Analizar la incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable en los cantones Penipe y Saraguro.

#### **1.5.2 Específicos**

- Recolectar información por parte de la institución competente que gestionan el sistema de abastecimiento de agua potable.
- Identificar los sectores de distribución de la red y realizar un balance hídrico para determinar cuantitativamente la cantidad de agua fugada de la red.
- Reconocer las zonas donde existe la mayor cantidad de fugas de agua en los cantones Penipe y Saraguro e identificarlas en sistemas de información geográfica.
- Determinar en base a los resultados obtenidos la relevancia del problema, discutir sus posibles causas y plantear soluciones al mismo.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Una fuga es una salida de agua no controlada en cualquiera de los componentes del sistema de distribución de agua potable; con mayor frecuencia ocurren en uniones de tuberías, codos, roturas de conductos y válvulas. En los sistemas de conducción de agua a presión es común que se presenten fugas de este líquido. Las fugas pueden deberse al agrietamiento transversal, aplastamiento o agrietamiento longitudinal de las tuberías, la corrosión, el mal junteo de los tubos o la falla de las válvulas que pueden incrementar las fugas en una red (Mariles et al., 2011).

### 2.1 Conceptos generales

#### 2.1.1 Red de abastecimiento de agua potable

Una red de abastecimiento de agua potable es un conjunto de tuberías que trabajan a presión para que el agua avance desde la reserva hasta el punto de consumo definido, es decir, el agua llega hasta el consumidor por medio de las redes de agua (Iglesias, 2016).

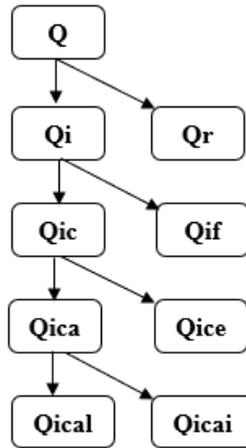
#### 2.1.2 Fugas de agua

Según Mariles et al. (2011) una fuga es una salida de agua no controlada en cualquiera de los componentes del sistema de distribución de agua potable; con la mayor frecuencia ocurren en uniones de tubería, codos, roturas de conductos y válvulas. Las fugas pueden ser:

- ✓ **Fugas visibles:** Son aquellas que se las puede detectar a la vista inmediata.
- ✓ **Fugas no visibles:** Se refiere a aquellas que no se pueden visualizar directamente pero que están ocurriendo dentro de la red de distribución.
- ✓ **Fugas semi-visibles:** Son aquellas que se dificulta su ubicación, un aviso de su presencia es la aparición de agua en la calzada, filtraciones de agua etc.

### 2.2 Balance hídrico

De acuerdo con Cabrera et al. (1999), el balance hídrico se realiza a partir del caudal inyectado a un sistema, mismo que va a servir para dotar a los usuarios definidos dentro de una sola red. Con la aplicación del balance hídrico es posible hacer una evaluación cuantitativa acerca de la eficiencia que tiene el sistema en estudio y con ello poder dar a conocer su nivel de rendimiento mediante una asignación establecida.



**Figura 2. Balance hídrico**  
**Fuente.** (Cabrera et al., 1999)

**Nivel 0.**

Caudal inyectado (**Q**).

**Nivel 1.**

Caudal registrado (**Qr**).

Caudal incontrolado (**Qi**):

$$Q_i = Q - Q_r \quad (1)$$

**Nivel 2.**

Caudal incontrolado consumido (**Qic**).

Caudal incontrolado fugado (**Qif**):

$$Q_{if} = Q - (Q_r + Q_{ic}) \quad (2)$$

**Nivel 3.**

Caudal incontrolado, consumido y no medido por ausencia de contadores (**Qica**).

Caudal incontrolado, consumido y no registrado debido a un error de medida en el contador (**Qice**).

**Nivel 4.**

Caudal incontrolado, consumido y no medido por acometida legal (**Qical**).

Caudal incontrolado, consumido y no medido por acometida ilegal (**Qicai**).

Se menciona también el valor de un caudal combinado denominado  $Q_s$  que se describe como el caudal suministrado por los usuarios, el cual viene dado por la siguiente ecuación:

$$Q_s = Q_r + Q_{ic} = Q - Q_{if} \quad (3)$$

**2.3 Rendimientos**

Los rendimientos de la red que presenta Cabrera et al. (1999) propone la siguiente clasificación:

- **Rendimiento global del sistema ( $\eta_s$ ):** representa la relación entre el caudal registrado frente al caudal inyectado.

$$\eta_s = \frac{Q_r}{Q} \quad (4)$$

Donde:

$\eta_s$  = rendimiento global del sistema

$Q_r$  = caudal registrado

$Q$  = caudal inyectado

- **Rendimiento de la red ( $\eta_r$ ):** representa la relación entre caudal suministrado a los usuarios y el caudal inyectado.

$$\eta_r = \frac{Q_s}{Q} \quad (5)$$

Donde:

$\eta_r$  = rendimiento de la red

$Q_s$  = caudal suministrado

$Q$  = caudal inyectado

- **Rendimiento de la gestión técnico-administrativa ( $\eta_g$ ):** representa la relación entre el caudal registrado y el caudal suministrado

$$\eta_g = \frac{Q_r}{Q_s} \quad (6)$$

Donde:

$\eta_g$  = rendimiento de la gestión técnico-administrativa

$Q_r$  = caudal registrado

$Q_s$  = caudal suministrado

En la tabla 1 se expone una escala que da un valor para identificar la condición en la que se encuentra la red en estudio:

**Tabla 1.**

*Calificación de la gestión de un abastecimiento en función de  $\eta_s$*

Rango	Calificación
$\eta_s > 0.9$	Excelente
$0.8 < \eta_s < 0.9$	Muy buena
$0.7 < \eta_s < 0.8$	Bueno
$0.6 < \eta_s < 0.7$	Regular
$0.5 < \eta_s < 0.6$	Malo
$0.5 < \eta_s$	Inaceptable

Fuente.(Cabrera et al., 1999)

## 2.4 Regulación Nacional de Agua

La Agencia de Regulación y Control de Agua (ARCA), es la encargada de regular y controlar los recursos hídricos del Ecuador.

### 2.4.1 Índice de agua no contabilizada

ARCA (2021) presenta una ecuación (ecuación 7) para proyectar el porcentaje de agua no contabilizada, a partir del volumen inyectado a la red hasta el volumen registrado por cada uno de los usuarios que se encuentren registrados:

$$\%IANC = \frac{V_s - V_r}{V_s} * 100 \quad (7)$$

Donde:

$V_s$  = volumen inyectado (m3)

$V_r$  = volumen registrado (m3)

En la tabla 2 se da una calificación según el rango de desempeño para el indicador de agua no contabilizada.

**Tabla 2.**

*Rangos de desempeño - Indicador de Agua No Contabilizada*

<b>Categoría</b>	<b>Rango</b>
Rango I - Alto	$4.8 \leq IANC \leq 30$
Rango II – Medio	$30 < AINC \leq 45$
Rango III - Bajo	$IANC > 45$

**Fuente.** (ARCA, 2021)

## 2.5 Estado del arte

A través de la Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA) se pueden evidenciar los valores de agua no contabilizada, el país en el año 2018 registró un 48.46%, en el año 2019 un valor de 53.49%, para el año 2020 de 47.69% y para el año 2021 un valor de 48.30%, concluyendo que, en todo el país existe una cantidad considerable de agua no contabilizada, misma que es el resultado de no llevar una adecuada gestión de los abastecimientos de agua potable. para su eficiente manejo.

De acuerdo con publicaciones similares al tema de investigación, varios autores como Montoya & Montoya (2012), Cedeño et al. (2021) y Fragoso et al. (2016), hacen mención de que siempre se debe tener en consideración las fugas de agua en la red, ya que las redes de distribución no van a permanecer siempre en óptimas condiciones, es por ello que se debe realizar un análisis continuo y oportuno en las mismas a medida que se vayan presentando las fallas.

Según Cedeño et al. (2021) presentan el porcentaje de fugas dentro de la ciudad de Portoviejo con la cual se da a conocer sobre la gestión a la red sea deficiente, representando

un valor de apenas 28.76 % de satisfacción frente al 71.24% que se tuvo como registro de agua perdida. Para minimizar la cantidad de agua no contabilizada proponen estrategias para la reducción de pérdidas reales y aparentes con la finalidad de proporcionar una mejor gestión hacia la red tales como instalación de medidores para los usuarios, sectorización hidráulica de las redes para gestionar la presión a través de válvulas reguladoras, fortalecimiento de la normativa renovación de la infraestructura.

En la publicación de Fragoso et al. (2016) mencionan que dentro de una red extensa se pueden presentar cantidades considerables de fugas y variaciones de presión debido a las interconexiones existentes, resultando a largo plazo una pérdida de agua significativa para la entidad y los usuarios; para gestionar de una manera eficiente, proponen un plan de gestión que contempla la sectorización y regulación de las presiones dentro de la red con la finalidad generar una eficiencia hidráulica a través de la calibración del sistema y con ello reducir las pérdidas presentes dando un beneficio de 14 262 m<sup>3</sup> de agua por día.

Montoya & Montoya (2012) en su publicación tratan acerca de las consecuencias que tiene el no tomar en consideración las fugas existentes dentro de una red, las cuales afectan a la presión del agua, provocando pérdidas y causando un sobre costo notable a las entidades prestadoras del servicio del suministro de agua.

En estudios realizados en la provincia de Chimborazo, Achache & Gómez (2022), recalcan que el sistema de distribución de agua potable del cantón Riobamba carece de macromedidores a la salida de los tanques alimentadores de las nueve redes existentes, de las cuales cuatro redes son las que mayor IANC presentan. Debido a las deficiencias presentadas por parte de la entidad encargada de mantenimiento, la mayoría de fugas internas no son corregidas y esto genera un IANC más alto.

Además, según Jaramillo & Oleas (2022), en los cantones Chambo y Guano, confirman que las fugas en las redes de distribución son un gran problema, pero la breve atención a estas por parte de la entidad correspondiente es inmediata. Sin embargo, existen fugas repetitivas que provocan que el IANC aumente, generando pérdidas económicas.

Así mismo, Saigua & Vimos (2023), establecen que las redes de distribución del cantón Alausí presentan un rendimiento “regular”, mientras que en el cantón Colta son “inaceptables”, esto se debe a que en ambos cantones no existen denuncias directas por parte de la ciudadanía hacia la entidad encargada, solamente las fugas externas que son visibles por parte de la entidad son reparadas, generando mayores pérdidas económicas y un alto IANC.



## **3.2 Tipo de Investigación**

Se aplica una investigación mixta, de tipo cuantitativo y cualitativo. De acuerdo con Alan & Cortez (2017) mencionan que este tipo de estudio está orientado a verificar o comprobar de manera deductiva las proposiciones planteadas en la investigación, esto mediante la construcción de hipótesis en base a la relación de variables, para posteriormente someterlas a medición, logrando así su confirmación o refutación. Al ser un enfoque cuantitativo Sampieri (2014) hace énfasis que es secuencial, por lo que cada etapa precede de la anterior y no se puede eludir pasos establecidos.

Al tratarse de una metodología cualitativa Alan & Cortez (2017) discuten que el descubrimiento se relaciona bajo una comprobación o verificación, por eso en el tema a tratar relacionan los dos tipos de metodologías, ya que va a existir una interrelación la cual aporta fundamentos que complementan uno al otro.

Se aplica un diseño no experimental, de acuerdo con Arias (2013) a estas se les llama no experimental porque estas no se manipulan de forma deliberada una o más variables independientes, aquí lo más importante es la observación de los fenómenos a ser analizados ya sea por sus causas, características, efectos, relaciones, etc.

### **3.2.1 Alcance**

El tipo de alcance en este proyecto de investigación es explicativo y descriptivo; el primer alcance se lo aplica de acuerdo con Ramos (2020) que establece que este método busca una explicación y determinación de los fenómenos a manera que se pueden establecer una relación causal entre variables, a las cuales se le pueden presentar la investigación. Para el alcance descriptivo da un complemento al explicativo ya que en este punto se conocen las características del fenómeno y lo que se busca es especificar de mejor manera esto, con la finalidad que se pueda comprender para dar un mejor análisis y entendimiento a las causas que se presentan dentro de la investigación planteada.

## **3.3 Técnicas de recolección de Datos**

### **3.3.1 Población en estudio**

El proyecto de investigación se desarrolla a partir de una población en estudio que corresponde a todos los usuarios que están registrados como beneficiarios del servicio de agua potable pertenecientes a los cantones Penipe y Saraguro, a partir de enero del año 2018 hasta diciembre del año 2022, para ello se realiza la recopilación de información de datos acerca del consumo de agua mensual que registra cada uno de los usuarios, misma que será proporcionada por la entidad correspondiente de cada cantón.

### 3.4 Compendio de información y análisis de datos

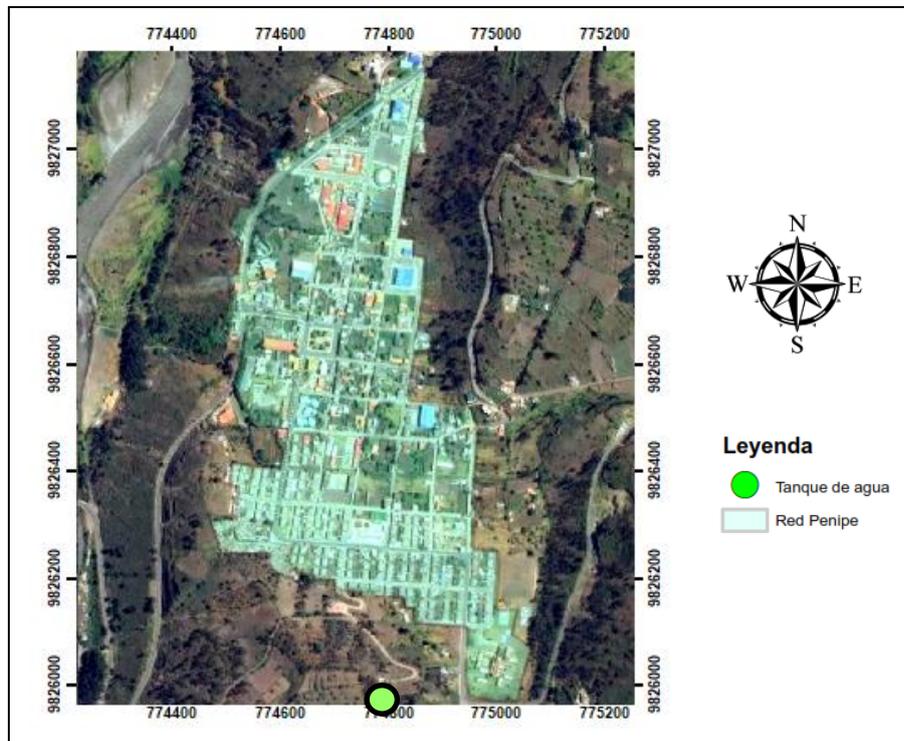
#### 3.4.1 Sistema de abastecimiento agua potable – Penipe

El cantón Penipe presenta una única red de distribución dentro del sector urbano constituido por 724 usuarios en barrios sectorizados.

**Tabla 3.**  
*Usuarios registrados por categoría en el cantón Penipe*

Categoría	N° de usuarios	Porcentaje que representa
Residencial	696	96.1%
Comercial	14	1.9%
Tercera edad	3	0.4%
Oficial	11	1.5%
<b>TOTAL</b>	<b>724</b>	<b>100%</b>

Fuente. (Flores & Rea, 2023)



**Figura 4.** Identificación de los tanques de reserva y red en el cantón Penipe

Fuente. (Flores & Rea, 2023)

En la figura 4 se puede observar la ubicación del tanque de reserva que abastece a toda la población de Penipe.

En las tablas 4, 5 y 6 se describe toda la información necesaria acerca del tanque de reserva del cantón Penipe, misma que solo abastece en una sola red a toda la cabecera cantonal.

**Tabla 4.***Información de los tanques de reserva en el cantón Penipe*

N°	Forma	Nombre	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Ubicación	Altura (msnm)
1	Rectangular	Planta potabilizadora	200	982 597.50 E; 774 830.00 S	2 510

**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)**Tabla 5.***Caudal inyectado de los tanques de reserva en el cantón Penipe*

N°	Nombre	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Q (l/s)	Q (m <sup>3</sup> /mes)
1	Planta potabilizadora	200	7.25	19 418.4
<b>TOTAL:</b>		<b>200</b>	<b>7.25</b>	<b>19 418.4</b>

**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)**Tabla 6.***Porcentaje de la aplicación de los tanques de reserva en el cantón Penipe*

N°	Nombre	Capacidad	Área de cobertura (ha)	Porcentaje de cobertura
1	Planta potabilizadora	200	53.27	100%
<b>TOTAL</b>		<b>200</b>	<b>53.27</b>	<b>100%</b>

**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)

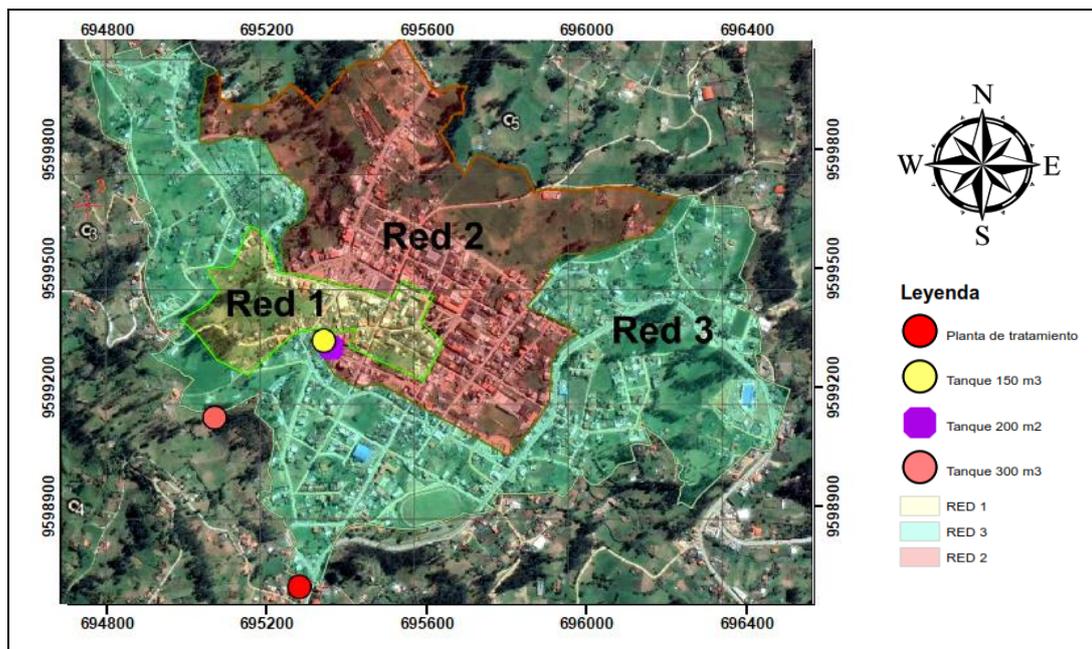
### 3.4.2 Sistema de abastecimiento agua potable – Saraguro

El cantón Saraguro presenta tres redes de abastecimiento de agua potable dentro del cantón urbano las cuales abarcan a 1 426 usuarios registrados.

**Tabla 7.***Usuarios registrados por categoría en el cantón Saraguro*

Categoría	N° de usuarios	Porcentaje que representa
Residencial	1 145	80.29%
Comercial	92	6.45%
Oficial	43	3.02%
Otros	146	10.24%
<b>TOTAL</b>	<b>1 426</b>	<b>100%</b>

**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)



**Figura 5.** Identificación de los tanques de reserva y redes en el cantón Saraguro

**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)

En la figura 5 se puede observar la ubicación de los 3 tanques de reserva que abastecen a las 3 redes de distribución de agua potable que cubren al cantón Saraguro.

En las tablas 8, 9 y 10 se describe toda la información necesaria acerca de los 3 tanques de reserva del cantón Saraguro, mismos que abastecen a todo el cantón mediante rutas diferentes.

**Tabla 8.**

*Información de los tanques de reserva en el cantón Saraguro*

N°	Forma	Nombre	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Ubicación (UTM)	Altura (msnm)
1	Rectangular	Tanque 150	150	695 238.70 E; 9 599 226.00 S	2 543
2	Rectangular	Tanque 200	200	250 928.90 E; 9 599 107.10 S	2 560
3	Rectangular	Tanque 300	300	695 022.60 E; 9 599 195.70 S	2 608

**Nota.** Adicional a estos tanques, existe una planta de tratamiento la cual no cumple con la función de ser de reserva.

**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)

**Tabla 9.**

*Caudal inyectado de los tanques de reserva en el cantón Saraguro*

N°	Nombre	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Q (l/s)	Q (m <sup>3</sup> /mes)
1	Tanque 150	150	3.20	8 570.88
2	Tanque 200	200	6.65	17 409.60
3	Tanque 300	300		
4	Planta de tratamiento	-	15.27	40 899.17
<b>TOTAL:</b>		650	25.12	66 879.65

**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)

**Tabla 10.***Porcentaje de la aplicación de los tanques de reserva en el cantón Saraguro*

N°	Nombre	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Área de cobertura (ha)	Porcentaje de cobertura
1	Tanque 150	150	2.46	8.44%
2	Tanque 200	200	10.49	35.97%
3	Tanque 300	300		
4	Planta de tratamiento	-	16.21	55.59%
<b>TOTAL:</b>		<b>650</b>	<b>29.16</b>	<b>100%</b>

Fuente. (Flores &amp; Rea, 2023)

### 3.5 Caudales registrados Qr

#### 3.5.1 Caudal registrado – Penipe

En la tabla 11 se presenta los valores de los consumos de agua registrado por el cantón Penipe a partir de enero del 2018 hasta diciembre 2022.

**Tabla 11.***Caudal registrado - Penipe*

Mes	Qr (m3/mes)				
	2018	2019	2020	2021	2022
Enero	11 411.00	8 685.00	11 115.00	11 018.00	4 272.00
Febrero	11 939.00	11 850.00	12 172.00	10 765.00	12 192.00
Marzo	9 201.00	11 975.00	12 100.00	9 909.00	6 147.00
Abril	9 628.00	7 287.00	12 609.00	7 764.00	7 117.00
Mayo	10 111.00	11 420.00	11 735.00	12 274.00	6 238.00
Junio	12 430.00	9 594.00	10 436.00	13 198.00	8 988.00
Julio	6 612.00	9 718.00	3 554.00	8 886.00	12 072.00
Agosto	10 971.00	11 242.00	11 135.00	9 221.00	5 573.00
Septiembre	11 124.00	11 022.00	6 032.00	9 207.00	10 162.00
Octubre	10 775.00	9 530.00	9 421.00	9 437.00	9 155.00
Noviembre	11 328.00	9 945.00	11 538.00	4 062.00	7 972.00
Diciembre	12 193.00	11 516.00	6 606.00	6 336.00	8 078.00
<b>TOTAL</b>	<b>127 723.00</b>	<b>123 784.00</b>	<b>118 453.00</b>	<b>11 2077.00</b>	<b>97 966.00</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>10 643.58</b>	<b>10 315.33</b>	<b>9 871.08</b>	<b>9 339.75</b>	<b>8 163.83</b>

Fuente. (Flores &amp; Rea, 2023)

#### 3.5.2 Caudal registrado – Saraguro

En las tablas 12, 13 y 14 se presentan los valores de los consumos de agua registrados por el cantón Saraguro a partir de enero del 2018 hasta diciembre 2022 de cada una de las redes presentes.

**Tabla 12.***Caudal registrado - Saraguro Red 1*

Qr (m3/mes) – RED 1	
---------------------	--

<b>Mes</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
Enero	3 412.10	3 792.65	2 387.75	2 992.35	3 437.45
Febrero	3 064.10	3 779.65	3 242.25	2 753.65	2 390.65
Marzo	3 038.20	4 560.05	2 764.75	2 835.60	2 994.40
Abril	2 736.05	4 190.30	2 749.95	2 919.75	2 857.30
Mayo	3 081.55	3 900.55	2 797.90	2 979.45	2 895.60
Junio	2 850.00	3 988.15	3 123.30	3 094.15	3 222.75
Julio	2 889.15	3 862.65	3 122.75	2 691.25	2 930.10
Agosto	3 861.15	3 861.75	3 225.40	3 426.35	3 226.35
Septiembre	2 742.75	4 453.20	3 395.35	2 735.10	3 604.35
Octubre	2 600.30	3 587.35	2 640.35	2 707.65	3 175.55
Noviembre	3 124.50	4 097.00	3 085.85	2 893.60	3 617.85
Diciembre	2 482.10	4 314.60	2 664.60	2 736.30	3 440.50
<b>TOTAL</b>	<b>35 881.95</b>	<b>48 387.90</b>	<b>35 200.20</b>	<b>34 765.20</b>	<b>37 792.85</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>2 990.16</b>	<b>4 032.33</b>	<b>2 933.35</b>	<b>2 897.10</b>	<b>3 149.40</b>

Fuente. (Flores & Rea, 2023)

**Tabla 13.**

*Caudal registrado - Saraguro Red 2*

<b>Mes</b>	<b>Qr (m3/mes) – RED 2</b>				
	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
Enero	13 650.70	12 637.80	10 852.00	12 467.70	15 229.20
Febrero	14 175.85	12 384.15	13 698.50	11 740.95	10 197.60
Marzo	14 344.60	15 035.50	11 191.15	11 767.45	13 246.90
Abril	11 337.70	13 407.20	11 180.55	11 586.15	12 674.65
Mayo	13 848.05	14 433.50	11 325.40	12 598.20	13 054.90
Junio	12 555.35	13 982.00	11 975.45	13 407.20	13 736.00
Julio	13 716.15	14 025.50	12 623.65	12 028.05	12 072.50
Agosto	14 688.05	13 765.10	13 136.30	14 652.20	13 740.80
Septiembre	13 039.45	15 272.35	13 887.20	12 208.25	15 212.90
Octubre	13 798.65	11 773.60	10 582.35	12 391.00	13 151.55
Noviembre	12 658.90	14 292.55	13 391.20	12 092.30	14 456.45
Diciembre	13 431.65	14 604.10	11 708.35	12 627.05	14 061.15
<b>TOTAL</b>	<b>161 245.10</b>	<b>165 613.35</b>	<b>145 552.10</b>	<b>149 566.50</b>	<b>160 834.60</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>13 437.09</b>	<b>13 801.11</b>	<b>12 129.34</b>	<b>12 463.88</b>	<b>13 402.88</b>

Fuente. (Flores & Rea, 2023)

**Tabla 14.**

*Caudal registrado - Saraguro Red 3*

<b>Mes</b>	<b>Qr (m3/mes) – RED 3</b>				
	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
Enero	7 453.20	9 578.55	6 834.25	7 753.95	9 667.35
Febrero	8 360.05	9 748.20	8 306.25	8 383.40	7 096.75
Marzo	8 476.20	13 808.45	6 983.10	7 968.95	8 548.70

Abril	6 510.25	11 599.50	6 971.50	7 995.10	7 887.05
Mayo	6 506.40	9 717.95	8 022.70	7 903.35	8 248.50
Junio	6 439.65	9 537.85	8 159.25	8 608.65	8 869.25
Julio	7 012.70	100 68.85	8 545.60	7 301.70	7 597.40
Agosto	7 940.80	102 44.15	8 173.30	8 909.45	9 891.85
Septiembre	6 664.80	11 431.45	8 791.45	7 390.65	10 337.75
Octubre	7 571.05	9 852.05	7 148.30	8 056.35	9 135.90
Noviembre	7 367.60	10 754.45	8 134.95	7 471.10	10 303.70
Diciembre	7 544.25	12 283.30	7 855.05	8 402.65	10 051.35
<b>TOTAL</b>	<b>87 846.95</b>	<b>128 624.75</b>	<b>93 925.70</b>	<b>96 145.30</b>	<b>107 635.55</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>7 320.58</b>	<b>10 718.73</b>	<b>7 827.14</b>	<b>8 012.11</b>	<b>8 969.63</b>

Fuente. (Flores & Rea, 2023)

### 3.6 Caudales incontrolados Qic

#### 3.6.1 Caudal incontrolado – Penipe

En el cantón Penipe existen algunas instituciones que consumen agua potable pero no se lleva un registro acerca de la cantidad de agua suministrada en cada una de ellas; es por ello que, en las tablas 15, 16, 17, 18, 19 y 20 se describen a detalle las instituciones que aplican en este parámetro, para proporcionarles una dotación de agua se recurre a “Dotaciones para edificaciones de uso específico” de la norma NEC-11, esto con la finalidad de conocer el valor del caudal incontrolado (Qic) de cada una.

**Tabla 15.**  
*Áreas recreativas y deportivas - Penipe*

Nombre	Cantidad - área (m <sup>2</sup> )	Unidad	Dotación	Dotación (l/s)	Q dotación (m <sup>3</sup> /mes)
Parque central	2 408	L/m <sup>2</sup> /día	2.00	0.06	144.48
Parque infantil y deportivo	4 387	L/m <sup>2</sup> /día	2.00	0.10	263.22
Parque 1	204	L/m <sup>2</sup> /día	2.00	0.00	12.24
<b>TOTAL</b>					<b>419.94</b>

Fuente. (Flores & Rea, 2023)

**Tabla 16.**  
*Bajo competencia del municipio - Penipe*

Nombre	Cantidad	Unidad	Dotación	Dotación (l/s)	Q dotación (m <sup>3</sup> /mes)
Edificio municipio	130	L/persona/día	55.00	0.08	214.50
Revisión técnica Vehicular	14	L/persona/día	55.00	0.01	23.10
Cementerio	13	L/visitante/día	4.00	0.00	1.56
Mercado - Centro de acopio GAD Penipe	36	L/puesto/día	100.00	0.04	108.00
Estadio - GAD municipal Penipe	11 763	L/m <sup>2</sup> /día	2.00	0.27	705.78
Talleres municipio Penipe	12	L/trabajador/día	100.00	0.01	36.00

Auditorio Robin Velastegui Salas	150	L/concurrente/día	5.00	0.01	22.50
Plaza de toros	40	L/concurrente/día	5.00	0.00	6.00
<b>TOTAL</b>					<b>1 117.44</b>

Fuente. (Flores & Rea, 2023)

**Tabla 17.**  
*Instituciones Educativas - Penipe*

Nombre	Cantidad	Unidad	Dotación	Dotación (l/s)	Q dotación (m3/mes)
Unidad educativa milenio Penipe - planta 1	411	L/estudiante/día	20.00	0.10	246.60
Unidad educativa milenio Penipe - planta 2	385	L/estudiante/día	20.00	0.09	231.00
<b>TOTAL</b>					<b>477.60</b>

Fuente. (Flores & Rea, 2023)

**Tabla 18.**  
*Instituciones de Salud - Penipe*

Nombre	Cantidad	Unidad	Dotación	Dotación (l/s)	Q dotación (m3/mes)
Centro de salud tipo B Penipe	68	L/persona/día	75.00	0.06	153.00
<b>TOTAL</b>					<b>153.00</b>

Fuente. (Flores & Rea, 2023)

**Tabla 19.**  
*Instituciones de seguridad y emergencia - Penipe*

Nombre	Cantidad	Unidad	Dotación	Dotación (l/s)	Q dotación (m3/mes)
Cuerpo de bomberos Penipe	14	L/persona/día	250.00	0.04	105.00
Unidad de policía comunitaria UPC	11	L/persona/día	250.00	0.03	82.50
<b>TOTAL</b>					<b>187.50</b>

Fuente. (Flores & Rea, 2023)

**Tabla 20.**  
*Instituciones religiosas - Penipe*

Nombre	Cantidad	Unidad	Dotación	Dotación (l/s)	Q dotación (m3/mes)
Iglesia católica San Francisco del monte del Cedral de Penipe	60	L/concurrente/día	5.00	0.00	9.00
Casa de la caridad	89	L/ocupante/día	200.00	0.21	534.00
Iglesia católica de Jesús caído	40	L/concurrente/día	5.00	0.00	6.00
<b>TOTAL</b>					<b>549.00</b>

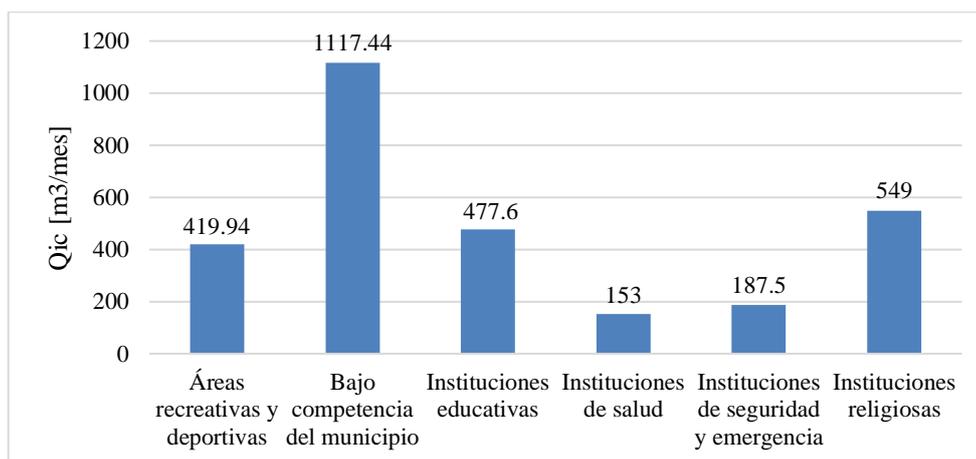
Fuente. (Flores & Rea, 2023)

En la tabla 21 se presenta una tabla de resumen de todo lo mencionado en las tablas anteriores.

**Tabla 21.***Resumen caudal no facturado Qic - Penipe*

Nombre	Q dotación (m3/mes)
Áreas recreativas y deportivas	419.94
Bajo competencia del municipio	1 117.44
Instituciones educativas	477.6
Instituciones de salud	153
Instituciones de seguridad y emergencia	187.5
Instituciones religiosas	549
<b>TOTAL</b>	<b>2 904.48</b>

Fuente. (Flores &amp; Rea, 2023)

**Figura 6.** Caudal de agua no Facturada Qic – Penipe

Fuente. (Flores &amp; Rea, 2023)

En la figura 6 se representa el caudal de agua no facturada por cada grupo de instituciones, siendo “bajo competencia del municipio” con un volumen de 1 117.44 m3/mes la que mayor cantidad de agua consume, seguida de “áreas recreativas y deportivas” con un volumen de 419.94 m3/mes, las cuales no se encuentran facturadas.

### 3.6.2 Caudal incontrolado - Saraguro

En el cantón Saraguro se describen en las tablas 22, 23, 24, 25, 26 y 27 la cantidad de agua consumida correspondiente al caudal incontrolado (Qic) de manera general.

**Tabla 22.***Áreas recreativas y deportivas - Saraguro*

Nombre	Cantidad - área (m2)	Unidad	Dotación	Dotación (l/s)	Q dotación (m3/mes)
Parque central	3 424	L/m2/día	2.00	0.08	205.44
Parque de las culturas	3 424	L/m2/día	2.00	0.08	205.44
Parque de la madre	485	L/m2/día	2.00	0.01	29.10
Parque Saludable	7 830	L/m2/día	2.00	0.18	469.80
<b>TOTAL</b>					<b>909.78</b>

Fuente. (Flores &amp; Rea, 2023)

**Tabla 23.***Bajo competencia del municipio - Saraguro*

Nombre	Cantidad	Unidad	Dotación	Dotación (l/s)	Q dotación (m3/mes)
Edificio municipal	90	L/persona/día	70.00	0.07	189.00
Museo	12	L/persona/día	60.00	0.01	21.60
Cementerio	40	L/visitante/día	3.00	0.00	3.60
Mercado municipal	112	L/puesto/día	150.00	0.19	504.00
Mercado 3 de mayo	62	L/puesto/día	150.00	0.11	279.00
Estadio municipal	13 346	L/m2/día	6.00	0.93	2 402.28
Coliseo ciudad de Saraguro	3 568	L/m2/día	6.00	0.25	642.24
Casa del adulto mayor	37	L/ocupante/día	200.00	0.09	222.00
Feria de ganado	56	L/cabeza	150.00	0.10	252.00
<b>TOTAL</b>					<b>4 515.72</b>

**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)**Tabla 24.***Instituciones educativas - Saraguro*

Nombre	Cantidad	Unidad	Dotación	Dotación (l/s)	Q dotación (m3/mes)
Unidad educativa Saraguro	1 191	L/estudiante/día	20.00	0.28	714.60
Unidad educativa Mariana de Jesús	370	L/estudiante/día	20.00	0.09	222.00
Unidad educativa Fray Cristóbal Zambrano	491	L/estudiante/día	20.00	0.11	294.60
Unidad educativa San José de Calasanz	1 198	L/estudiante/día	20.00	0.28	718.80
Centro CDI	61	L/estudiante/día	20.00	0.01	36.60
<b>TOTAL</b>					<b>1 986.60</b>

**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)**Tabla 25.***Instituciones de salud - Saraguro*

Nombre	Cantidad	Unidad	Dotación	Dotación (l/s)	Q dotación (m3/mes)
Hospital asistencial Saraguro	180	L/persona/día	75.00	0.16	405.00
<b>TOTAL</b>					<b>405.00</b>

**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)**Tabla 26.***Instituciones de seguridad y emergencia - Saraguro*

Nombre	Cantidad	Unidad	Dotación	Dotación (l/s)	Q dotación (m3/mes)
Cuerpo de bomberos Saraguro	20	L/persona/día	250.00	0.06	150.00
Unidad de policía comunitaria UPC	8	L/persona/día	250.00	0.02	60.00
<b>TOTAL</b>					<b>210.00</b>

**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)

**Tabla 27.**  
*Instituciones religiosas - Saraguro*

Nombre	Cantidad	Unidad	Dotación	Dotación (l/s)	Q dotación (m3/mes)
Iglesia San Francisco	100	L/concurrente/día	7.00	0.01	21.00
Iglesia San Pedro de Saraguro	200	L/concurrente/día	7.00	0.02	42.00
				<b>TOTAL</b>	<b>63.00</b>

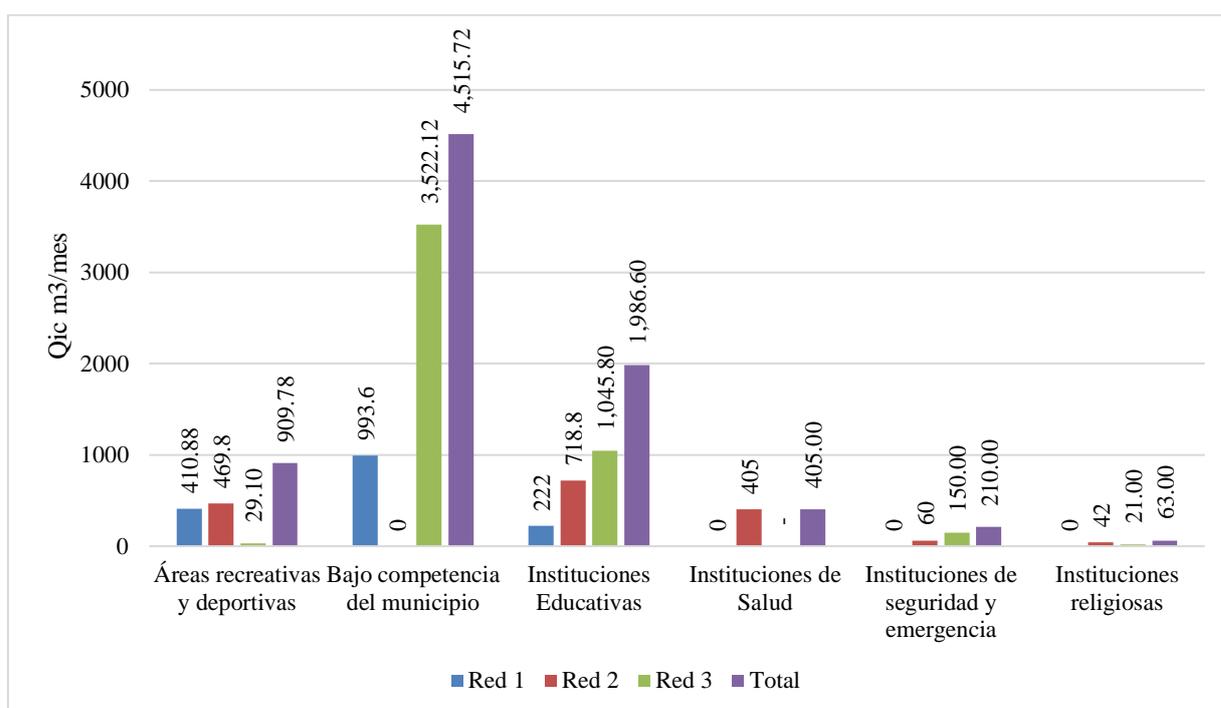
Fuente. (Flores & Rea, 2023)

En la tabla 28 se describe un resumen de las tablas anteriores y en adición, se describe el caudal incontrolado por cada una de las redes presentes, esto para conocer con exactitud la cantidad de agua que es consumida por cada una.

**Tabla 28.**  
*Resumen caudal no facturado Qic – Saraguro*

Nombre	Q dotación (m3/mes)			
	Red 1	Red 2	Red 3	TOTAL
Áreas recreativas y deportivas	410.88	469.8	29.1	909.78
Bajo competencia del municipio	993.6	0	3 522.12	4 515.72
Instituciones educativas	222	718.8	1045.8	1 986.6
Instituciones de salud	0	405	0	405
Instituciones de seguridad y emergencia	0	60	150	210
Instituciones religiosas	0	42	21	63
<b>TOTAL</b>	<b>1 626.48</b>	<b>1 695.6</b>	<b>4 768.02</b>	<b>8 090.1</b>

Fuente. (Flores & Rea, 2023)



**Figura 7.** Caudal de agua no Facturada Qic - Saraguro

Fuente. (Flores & Rea, 2023)

En la figura 7 se representa el caudal de agua no facturada por cada grupo de instituciones, siendo “bajo competencia del municipio” con 4 515.72 m<sup>3</sup>/mes la que más volumen de agua consume, seguida de “instituciones educativas” con un volumen de 1 986.60 m<sup>3</sup>/mes, las cuales no se encuentran facturadas.

### **3.7 Análisis de registros de pérdidas de agua**

Al no contar con la información por parte de las entidades correspondientes acerca de registros históricos y verídicos del agua no contabilizada resulta imposible dar un argumento acertado sobre la gestión interna y la cantidad de agua fugada que se registra por cada cantón. Por ello se realiza el análisis comparativo a partir de los boletines estadísticos presentados en el ARCA de manera anual, con la finalidad de dar a conocer la cantidad de agua no contabilizada en todo el año.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Resultados

#### 4.1.1 Balance hídrico técnico – Penipe

##### 4.1.1.1 Balance general – Penipe

La tabla 29 corresponde a los resultados obtenidos del balance hídrico técnico del cantón Penipe correspondiente a cada año en estudio, en la que se puede identificar el caudal inyectado (Q), caudal registrado (Qr) y caudal incontrolado (Qi). Se observa que el año que mayor índice de caudal incontrolado es en el año 2022 con un Qi de 130 670 m<sup>3</sup>/año, observándose de que se presenta una Qic constante para todos los años.

*Tabla 29. Balance hídrico técnico anual - Penipe*

Mes	año											
	Inyectado	Incontrolado Consumido	Registrado	Incontrolado	Registrado	Incontrolado	Registrado	Incontrolado	Registrado	Incontrolado	Registrado	Incontrolado
	Q	Qic	Qr	Qi (m3/mes)	Qr	Qi (m3/mes)						
	(m3/mes)	(m3/mes)	(m3/mes)		(m3/mes)		(m3/mes)		(m3/mes)		(m3/mes)	
Enero	19 418.40		11 411.00	8 007.40	8 685.00	10 733.40	11 115.00	8 303.40	11 018.00	8 400.40	4 272.00	15 146.40
Febrero	17 539.20		11 939.00	5 600.20	11 850.00	5 689.20	12 172.00	5 367.20	10 765.00	6 774.20	12 192.00	5 347.20
Marzo	19 418.40		9 201.00	10 217.40	11 975.00	7 443.40	12 100.00	7 318.40	9 909.00	9 509.40	6 147.00	13 271.40
Abril	18 792.00		9 628.00	9 164.00	7 287.00	11 505.00	12 609.00	6 183.00	7 764.00	11 028.00	7 117.00	11 675.00
Mayo	19 418.40		10 111.00	9 307.40	11 420.00	7 998.40	11 735.00	7 683.40	12 274.00	7 144.40	6 238.00	13 180.40
Junio	18 792.00		12 430.00	6 362.00	9 594.00	9 198.00	10 436.00	8 356.00	13 198.00	5 594.00	8 988.00	9 804.00
Julio	19 418.40	2 904.48	6 612.00	12 806.40	9 718.00	9 700.40	3 554.00	15 864.40	8 886.00	10 532.40	12 072.00	7 346.40
Agosto	19 418.40		10 971.00	8 447.40	11 242.00	8 176.40	11 135.00	8 283.40	9 221.00	10 197.40	5 573.00	13 845.40
Septiembre	18 792.00		11 124.00	7 668.00	11 022.00	7 770.00	6 032.00	12 760.00	9 207.00	9 585.00	10 162.00	8 630.00
Octubre	19 418.40		10 775.00	8 643.40	9 530.00	9 888.40	9 421.00	9 997.40	9 437.00	9 981.40	9 155.00	10 263.40
Noviembre	18 792.00		11 328.00	7 464.00	9 945.00	8 847.00	11 538.00	7 254.00	4 062.00	14 730.00	7 972.00	10 820.00
Diciembre	19 418.40		12 193.00	7 225.40	11 516.00	7 902.40	6 606.00	12 812.40	6 336.00	13 082.40	8 078.00	11 340.40
<b>Total</b>	<b>228 636.00</b>	<b>34 853.76</b>	<b>127 723.00</b>	<b>100 913.00</b>	<b>123 784.00</b>	<b>104 852.00</b>	<b>118 453.00</b>	<b>110 183.00</b>	<b>112 077.00</b>	<b>116 559.00</b>	<b>97 966.00</b>	<b>130 670.00</b>

<b>Promedio</b>	<b>19 053.00</b>	<b>2 904.48</b>	<b>10 643.58</b>	<b>8 409.42</b>	<b>10 315.33</b>	<b>8 737.67</b>	<b>9 871.08</b>	<b>9 181.92</b>	<b>9 339.75</b>	<b>9 713.25</b>	<b>8 163.83</b>	<b>10 889.17</b>
-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	------------------

Fuente. (Flores & Rea, 2023)

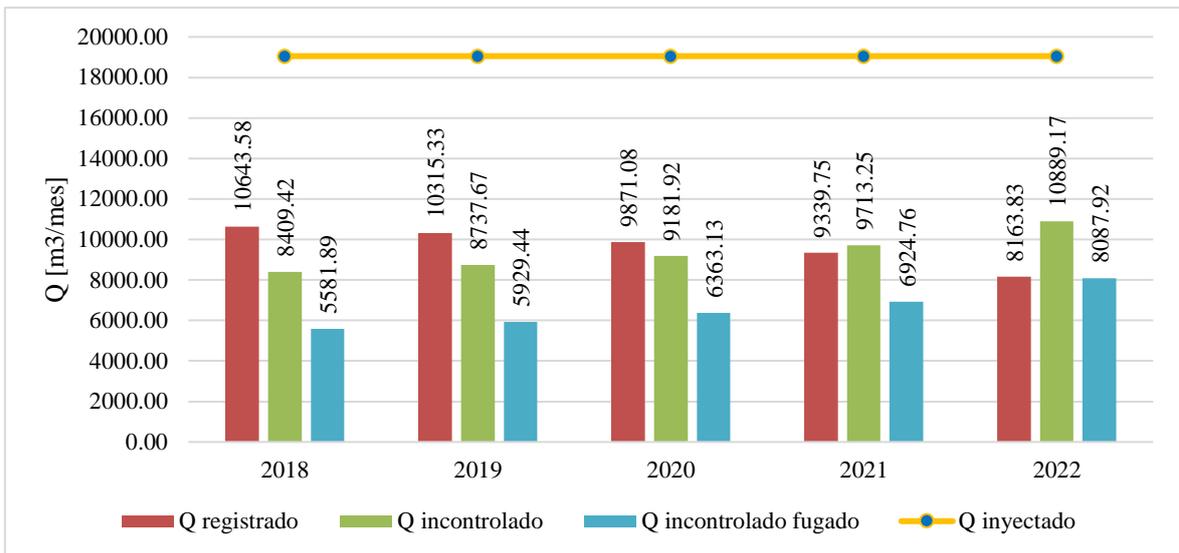
En la tabla 30 se puede observar los resultados obtenidos del balance hídrico técnico del cantón Penipe correspondientes a cada año en estudio, en la que se puede identificar el caudal inyectado (Q) y caudal fugado (Qif). En correlación con la tabla anterior es el mismo año 2022 en la que se presenta la mayor cantidad de caudal de agua fugada con 97 055.00 m<sup>3</sup>/año. Presentando que en el mes de febrero refleja un porcentaje bajo del 15% de agua fugada, lo cual se aleja de los valores registraos por los otros meses. Así mismo, para el año 2018 se presenta un mejor control a comparación del 2022 con 66 982.74 m<sup>3</sup>/año.

**Tabla 30.**

*Porcentaje de agua fugada anual - Penipe*

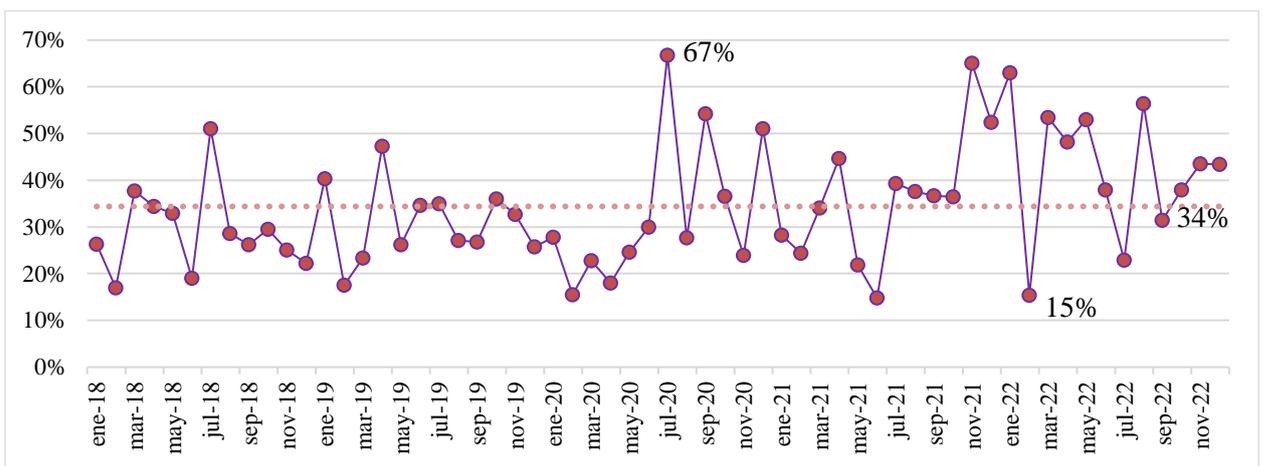
Mes	2018			2019		2020		2021		2022	
	Inyectado Q (m3/mes)	Fugado Qif (m3/mes)	Qif % de agua fugada								
Enero	19 418.40	5 102.92	26%	7 828.92	40%	5 398.92	28%	5 495.92	28%	12 241.92	63%
Febrero	17 539.20	2 984.55	17%	3 083.08	18%	2 726.58	16%	4 284.33	24%	2 704.44	15%
Marzo	19 418.40	7 312.92	38%	4 538.92	23%	4 413.92	23%	6 604.92	34%	10 366.92	53%
Abril	18 792.00	6 468.17	34%	8 887.20	47%	3 387.80	18%	8 394.30	45%	9 062.87	48%
Mayo	19 418.40	6 402.92	33%	5 093.92	26%	4 778.92	25%	4 239.92	22%	10 275.92	53%
Junio	18 792.00	3 572.77	19%	6 503.30	35%	5 633.24	30%	2 779.17	15%	7 129.50	38%
Julio	19 418.40	9 901.92	51%	6 795.92	35%	12 959.92	67%	7 627.92	39%	4 441.92	23%
Agosto	19 418.40	5 542.92	29%	5 271.92	27%	5 378.92	28%	7 292.92	38%	10 940.92	56%
Septiembre	18 792.00	4 922.30	26%	5 027.70	27%	10 184.04	54%	6 903.20	37%	5 916.37	31%
Octubre	19 418.40	5 738.92	30%	6 983.92	36%	7 092.92	37%	7 076.92	36%	7 358.92	38%
Noviembre	18 792.00	4 711.50	25%	6 140.60	33%	4 494.50	24%	12 219.70	65%	8 179.37	44%
Diciembre	19 418.40	4 320.92	22%	4 997.92	26%	9 907.92	51%	10 177.92	52%	8 435.92	43%
<b>Total</b>	<b>228 636.00</b>	<b>66 982.74</b>	<b>350%</b>	<b>71 153.34</b>	<b>373%</b>	<b>76 357.61</b>	<b>399%</b>	<b>83 097.16</b>	<b>435%</b>	<b>97 055.00</b>	<b>507%</b>
<b>Promedio</b>	<b>19 053.00</b>	<b>5 581.89</b>	<b>29%</b>	<b>5 929.44</b>	<b>31%</b>	<b>6 363.13</b>	<b>33%</b>	<b>6 924.76</b>	<b>36%</b>	<b>8 087.92</b>	<b>42%</b>

Fuente. (Flores & Rea, 2023)



**Figura 8. Balance hídrico técnico – Penipe**  
**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)

La figura 8 presenta el registro promedio de los caudales analizados por cada año en el cantón Penipe, en alusión al balance hídrico presentado en la figura 2, se puede identificar de manera gráfica la diferencia existente entre el caudal inyectado con respecto al incontrolado y de igual manera el fugado que es implícito del incontrolado. Dando como evidencia que el año 2022 es el que mayor problemática registra con 8 087.92 m<sup>3</sup>/año de caudal fugado, frente al 2018 que se registra 5 581.89 m<sup>3</sup>/año. Obteniendo como perdida un 42% del caudal inyectado en el último año.



**Figura 9. Porcentaje fugado – Penipe**  
**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)

En la figura 9 se registra los porcentajes de agua fugada mensual del cantón Penipe a partir del 2018 hasta el 2022. La mayor cantidad de agua fugada registrada es en julio 2020 con 67%, mientras que la menor es en febrero 2022 con 15%; este porcentaje presenta un cambio considerable en comparación de enero y marzo del mismo año.

## 4.1.2 Balance hídrico técnico – Saraguro

### 4.1.2.1 Balance hídrico red 1 – Saraguro

La tabla 31 indica que el caudal promedio inyectado durante el año para esta red es de 100 915.20 m<sup>3</sup>/año, frente a este dato, el año que mayor caudal incontrolado obtenido es 2021 con 66 150 m<sup>3</sup>/año; mientras que en el año 2019 presenta la menor cantidad incontrolada de 52 527.30 m<sup>3</sup>/año. Se mantiene el caudal incontrolado consumido de manera constante para todos los años al no tener un registro.

**Tabla 31.** Balance hídrico técnico anual red 1 - Saraguro

Mes	2018			2019			2020			2021			2022		
	Inyectado Q (m <sup>3</sup> /mes)	Incontrolado Consumido Qic (m <sup>3</sup> /mes)	Registrado Qr (m <sup>3</sup> /mes)	Incontrolado Qi (m <sup>3</sup> /mes)	Registrado Qr (m <sup>3</sup> /mes)	Incontrolado Qi (m <sup>3</sup> /mes)	Registrado Qr (m <sup>3</sup> /mes)	Incontrolado Qi (m <sup>3</sup> /mes)	Registrado Qr (m <sup>3</sup> /mes)	Incontrolado Qi (m <sup>3</sup> /mes)	Registrado Qr (m <sup>3</sup> /mes)	Incontrolado Qi (m <sup>3</sup> /mes)	Registrado Qr (m <sup>3</sup> /mes)	Incontrolado Qi (m <sup>3</sup> /mes)	
Enero	8 570.88		3 412.10	5 158.78	3 792.65	4 778.23	2 387.75	6 183.13	2 992.35	5 578.53	3 437.45	5 133.43			
Febrero	7 741.44		3 064.10	4 677.34	3 779.65	3 961.79	3 242.25	4 499.19	2 753.65	4 987.79	2 390.65	5 350.79			
Marzo	8 570.88		3 038.20	5 532.68	4 560.05	4 010.83	2 764.75	5 806.13	2 835.60	5 735.28	2 994.40	5 576.48			
Abril	8 294.40		2 736.05	5 558.35	4 190.30	4 104.10	2 749.95	5 544.45	2 919.75	5 374.65	2 857.30	5 437.10			
Mayo	8 570.88		3 081.55	5 489.33	3 900.55	4 670.33	2 797.90	5 772.98	2 979.45	5 591.43	2 895.60	5 675.28			
Junio	8 294.40		2 850.00	5 444.40	3 988.15	4 306.25	3 123.30	5 171.10	3 094.15	5 200.25	3 222.75	5 071.65			
Julio	8 570.88	1 626.48	2 889.15	5 681.73	3 862.65	4 708.23	3 122.75	5 448.13	2 691.25	5 879.63	2 930.10	5 640.78			
Agosto	8 570.88		3 861.15	4 709.73	3 861.75	4 709.13	3 225.40	5 345.48	3 426.35	5 144.53	3 226.35	5 344.53			
Septiembre	8 294.40		2 742.75	5 551.65	4 453.20	3 841.20	3 395.35	4 899.05	2 735.10	5 559.30	3 604.35	4 690.05			
Octubre	8 570.88		2 600.30	5 970.58	3 587.35	4 983.53	2 640.35	5 930.53	2 707.65	5 863.23	3 175.55	5 395.33			
Noviembre	8 294.40		3 124.50	5 169.90	4 097.00	4 197.40	3 085.85	5 208.55	2 893.60	5 400.80	3 617.85	4 676.55			
Diciembre	8 570.88		2 482.10	6 088.78	4 314.60	4 256.28	2 664.60	5 906.28	2 736.30	5 834.58	3 440.50	5 130.38			
<b>Total</b>	<b>100 915.20</b>	<b>19 517.76</b>	<b>35 881.95</b>	<b>65 033.25</b>	<b>48 387.90</b>	<b>52 527.30</b>	<b>35 200.20</b>	<b>65 715.00</b>	<b>34 765.20</b>	<b>66 150.00</b>	<b>37 792.85</b>	<b>63 122.35</b>			
<b>Promedio</b>	<b>8 409.60</b>	<b>1 626.48</b>	<b>2 990.16</b>	<b>5 419.44</b>	<b>4 032.33</b>	<b>4 377.28</b>	<b>2 933.35</b>	<b>5 476.25</b>	<b>2 897.10</b>	<b>5 512.50</b>	<b>3 149.40</b>	<b>5 260.20</b>			

Fuente. (Flores & Rea, 2023)

En la tabla 32 se indica que el año 2021 es el que mayor índice de agua fugada presenta con 47% y el menor es el año 2019 con un 33%; con exclusión de este año los restantes mantienen una media de porcentaje de fuga del 45%.

**Tabla 32.**

*Porcentaje de agua fugada anual red 1 - Saraguro*

Mes	2018			2019		2020		2021		2022	
	Inyectado Q (m3/mes)	Fugado Qif (m3/mes)	Qif % de agua fugada								
Enero	8 570.88	3 532.30	41%	3 151.75	37%	4 556.65	53%	3 952.05	46%	3 506.95	41%
Febrero	7 741.44	3 377.74	44%	2 585.52	33%	3 180.50	41%	3 721.45	48%	4 123.34	53%
Marzo	8 570.88	3 906.20	46%	2 384.35	28%	4 179.65	49%	4 108.80	48%	3 950.00	46%
Abril	8 294.40	4 062.93	49%	2 560.21	31%	4 048.57	49%	3 873.11	47%	3 937.64	47%
Mayo	8 570.88	3 862.85	45%	3 043.85	36%	4 146.50	48%	3 964.95	46%	4 048.80	47%
Junio	8 294.40	3 945.18	48%	2 769.10	33%	3 662.77	44%	3 692.90	45%	3 560.01	43%
Julio	8 570.88	4 055.25	47%	3 081.75	36%	3 821.65	45%	4 253.15	50%	4 014.30	47%
Agosto	8 570.88	3 083.25	36%	3 082.65	36%	3 719.00	43%	3 518.05	41%	3 718.05	43%
Septiembre	8 294.40	4 056.01	49%	2 288.54	28%	3 381.66	41%	4 063.91	49%	3 165.69	38%
Octubre	8 570.88	4 344.10	51%	3 357.05	39%	4 304.05	50%	4 236.75	49%	3 768.85	44%
Noviembre	8 294.40	3 661.53	44%	2 656.62	32%	3 701.47	45%	3 900.13	47%	3 151.74	38%
Diciembre	8 570.88	4 462.30	52%	2 629.80	31%	4 279.80	50%	4 208.10	49%	3 503.90	41%
<b>Total</b>	<b>100 915.20</b>	<b>46 349.65</b>	<b>551%</b>	<b>33 591.19</b>	<b>399%</b>	<b>46 982.27</b>	<b>558%</b>	<b>47 493.35</b>	<b>565%</b>	<b>44 449.27</b>	<b>529%</b>
<b>Promedio</b>	<b>8 409.60</b>	<b>3 862.47</b>	<b>46%</b>	<b>2 799.27</b>	<b>33%</b>	<b>3 915.19</b>	<b>46%</b>	<b>3 957.78</b>	<b>47%</b>	<b>3 704.11</b>	<b>44%</b>

Fuente. (Flores & Rea, 2023)

#### 4.1.2.2 Balance hídrico red 2 – Saraguro

La tabla 33 presenta los años de estudio de la red 2, donde resulta tener porcentajes semejantes de agua incontrolada. Alcanzando el año 2020 un caudal incontrolado de 54 162.30 m<sup>3</sup>/año, frente al 2019 con 44 101.05 m<sup>3</sup>/año. Considerando un caudal incontrolado consumido de 1 695.60 m<sup>3</sup>/mes.

**Tabla 33.**

*Balance hídrico técnico anual red 2 - Saraguro*

Mes	2018		2019		2020		2021		2022			
	Inyectado Q (m3/mes)	Incontrolado Consumido Qic (m3/mes)	Registrado Qr (m3/mes)	Incontrolado Qi (m3/mes)								
Enero	17 811.36		13 650.70	4 160.66	12 637.80	5 173.56	10 852.00	6 959.36	12 467.70	5 343.66	15 229.20	2 582.16
Febrero	16 087.68		14 175.85	1 911.83	12 384.15	3 703.53	13 698.50	2 389.18	11 740.95	4 346.73	10 197.60	5 890.08
Marzo	17 811.36		14 344.60	3 466.76	15 035.50	2 775.86	11 191.15	6 620.21	11 767.45	6 043.91	13 246.90	4 564.46
Abril	17 236.80		11 337.70	5 899.10	13 407.20	3 829.60	11 180.55	6 056.25	11 586.15	5 650.65	12 674.65	4 562.15
Mayo	17 811.36		13 848.05	3 963.31	14 433.50	3 377.86	11 325.40	6 485.96	12 598.20	5 213.16	13 054.90	4 756.46
Junio	17 236.80		12 555.35	4 681.45	13 982.00	3 254.80	11 975.45	5 261.35	13 407.20	3 829.60	13 736.00	3 500.80
Julio	17 811.36	1 695.60	13 716.15	4 095.21	14 025.50	3 785.86	12 623.65	5 187.71	12 028.05	5 783.31	12 072.50	5 738.86
Agosto	17 811.36		14 688.05	3 123.31	13 765.10	4 046.26	13 136.30	4 675.06	14 652.20	3 159.16	13 740.80	4 070.56
Septiembre	17 236.80		13 039.45	4 197.35	15 272.35	1 964.45	13 887.20	3 349.60	12 208.25	5 028.55	15 212.90	2 023.90
Octubre	17 811.36		13 798.65	4 012.71	11 773.60	6 037.76	10 582.35	7 229.01	12 391.00	5 420.36	13 151.55	4 659.81
Noviembre	17 236.80		12 658.90	4 577.90	14 292.55	2 944.25	13 391.20	3 845.60	12 092.30	5 144.50	14 456.45	2 780.35
Diciembre	17 811.36		13 431.65	4 379.71	14 604.10	3 207.26	11 708.35	6 103.01	12 627.05	5 184.31	14 061.15	3 750.21
<b>Total</b>	<b>209 714.40</b>	<b>20 347.20</b>	<b>161 245.10</b>	<b>48 469.30</b>	<b>165 613.35</b>	<b>44 101.05</b>	<b>145 552.10</b>	<b>64 162.30</b>	<b>149 566.50</b>	<b>60 147.90</b>	<b>160 834.60</b>	<b>48 879.80</b>
<b>Promedio</b>	<b>17 476.20</b>	<b>1 695.60</b>	<b>13 437.09</b>	<b>4 039.11</b>	<b>13 801.11</b>	<b>3 675.09</b>	<b>12 129.34</b>	<b>5 346.86</b>	<b>12 463.88</b>	<b>5 012.33</b>	<b>13 402.88</b>	<b>4 073.32</b>

Fuente. (Flores & Rea, 2023)

Precisamente con lo obtenido en la tabla anterior, a continuación, en la tabla 34 se da a conocer que los años con mayor cantidad de agua fugada registran son el año 2020 y 2019 con un porcentaje de 21% y 11% respectivamente. La cantidad de caudal de agua fugada es considerablemente menor en relación con la red 1, inclusive se registran algunos meses con porcentajes menores al 5%.

**Tabla 34.**

*Porcentaje de agua fugada anual red 2 - Saraguro*

Mes	2018			2019		2020		2021		2022	
	Inyectado Q (m3/mes)	Fugado Qif (m3/mes)	Qif % de agua fugada	Fugado Qif (m3/mes)	Qif % de agua fugada	Fugado Qif (m3/mes)	Qif % de agua fugada	Fugado Qif (m3/mes)	Qif % de agua fugada	Fugado Qif (m3/mes)	Qif % de agua fugada
Enero	17 811.36	2 465.06	14%	3 477.96	20%	5 263.76	30%	3 648.06	20%	886.56	5%
Febrero	16 087.68	239.40	1%	2 223.07	14%	767.89	5%	2 935.18	18%	4 643.89	29%
Marzo	17 811.36	1 771.16	10%	1 080.26	6%	4 924.61	28%	4 348.31	24%	2 868.86	16%
Abril	17 236.80	4 343.62	25%	2 205.13	13%	4 506.01	26%	4 086.89	24%	2 962.10	17%
Mayo	17 811.36	2 267.71	13%	1 682.26	9%	4 790.36	27%	3 517.56	20%	3 060.86	17%
Junio	17 236.80	3 085.38	18%	1 611.17	9%	3 684.61	21%	2 205.13	13%	1 865.37	11%
Julio	17 811.36	2 399.61	13%	2 090.26	12%	3 492.11	20%	4 087.71	23%	4 043.26	23%
Agosto	17 811.36	1 427.71	8%	2 350.66	13%	2 979.46	17%	1 463.56	8%	2 374.96	13%
Septiembre	17 236.80	2 585.14	15%	277.81	2%	1 709.13	10%	3 444.05	20%	339.24	2%
Octubre	17 811.36	2 317.11	13%	4 342.16	24%	5 533.41	31%	3 724.76	21%	2 964.21	17%
Noviembre	17 236.80	2 978.38	17%	1 290.27	7%	2 221.67	13%	3 563.86	21%	1 120.91	7%
Diciembre	17 811.36	2 684.11	15%	1 511.66	8%	4 407.41	25%	3 488.71	20%	2 054.61	12%
<b>Total</b>	<b>209 714.40</b>	<b>28 564.38</b>	<b>163%</b>	<b>24 142.68</b>	<b>138%</b>	<b>44 280.43</b>	<b>251%</b>	<b>40 513.78</b>	<b>232%</b>	<b>29 184.84</b>	<b>168%</b>
<b>Promedio</b>	<b>17 476.20</b>	<b>2 380.37</b>	<b>14%</b>	<b>2 011.89</b>	<b>11%</b>	<b>3 690.04</b>	<b>21%</b>	<b>3 376.15</b>	<b>19%</b>	<b>2 432.07</b>	<b>14%</b>

Fuente. (Flores & Rea, 2023)

### 4.1.2.3 Balance hídrico red 3 – Saraguro

La tabla 35 contiene los registros de la red 3, esta al ser la más grande dentro del cantón tiene mayor cantidad de agua incontrolada. De acuerdo con los resultados obtenidos, el año 2018 presenta la mayor cantidad de caudal incontrolado con 393 707.77 m<sup>3</sup>/año, en esta red se mantiene aproximadamente esa cantidad en todos los años analizados, exceptuando el 2019 donde se registra una disminución de 352 929.97 m<sup>3</sup>/año en relación con los otros.

**Tabla 35.**

*Balance hídrico técnico anual red 3 - Saraguro*

Mes	año		2018		2019		2020		2021		2022	
	Inyectado Q (m3/mes)	Incontrolado Consumido Qic (m3/mes)	Registrado Qr (m3/mes)	Incontrolado Qi (m3/mes)								
Enero	40 899.17	4 768.02	7 453.20	33 445.97	9 578.55	31 320.62	6 834.25	34 064.92	7 753.95	33 145.22	9 667.35	31 231.82
Febrero	36 941.18		8 360.05	28 581.13	9 748.20	27 192.98	8 306.25	28 634.93	8 383.40	28 557.78	7 096.75	29 892.82
Marzo	40 899.17		8 476.20	32 422.97	13 808.45	27 090.72	6 983.10	33 916.07	7 968.95	32 930.22	8 548.70	32 484.39
Abril	39 579.84		6 510.25	33 069.59	11 599.50	27 980.34	6 971.50	32 608.34	7 995.10	31 584.74	7 887.05	31 615.03
Mayo	40 899.17		6 506.40	34 392.77	9 717.95	31 181.22	8 022.70	32 876.47	7 903.35	32 995.82	8 248.50	32 704.24
Junio	39 579.84		6 439.65	33 140.19	9 537.85	30 041.99	8 159.25	31 420.59	8 608.65	30 971.19	8 869.25	30 684.67
Julio	40 899.17		7 012.70	33 886.47	10 068.85	30 830.32	8 545.60	32 353.57	7 301.70	33 597.47	7 597.40	33 623.18
Agosto	40 899.17		7 940.80	32 958.37	10 244.15	30 655.02	8 173.30	32 725.87	8 909.45	31 989.72	9 891.85	30 980.53
Septiembre	39 579.84		6 664.80	32 915.04	11 431.45	28 148.39	8 791.45	30 788.39	7 390.65	32 189.19	10 337.75	29 216.17
Octubre	40 899.17		7 571.05	33 328.12	9 852.05	31 047.12	7 148.30	33 750.87	8 056.35	32 842.82	9 135.90	31 736.48
Noviembre	39 579.84		7 367.60	32 212.24	10 754.45	28 825.39	8 134.95	31 444.89	7 471.10	32 108.74	10 303.70	29 250.22
Diciembre	40 899.17		7 544.25	33 354.92	12 283.30	28 615.87	7 855.05	33 044.12	8 402.65	32 496.52	10 051.35	30 901.39
<b>Total</b>	<b>481 554.72</b>	<b>57 216.24</b>	<b>87 846.95</b>	<b>393 707.77</b>	<b>128 624.75</b>	<b>352 929.97</b>	<b>93 925.70</b>	<b>387 629.02</b>	<b>96 145.30</b>	<b>385 409.42</b>	<b>107 635.55</b>	<b>374 320.93</b>
<b>Promedio</b>	<b>40 129.56</b>	<b>4 768.02</b>	<b>7 320.58</b>	<b>32 808.98</b>	<b>10 718.73</b>	<b>29 410.83</b>	<b>7 827.14</b>	<b>32 302.42</b>	<b>8 012.11</b>	<b>32 117.45</b>	<b>8 969.63</b>	<b>31 193.41</b>

Fuente. (Flores & Rea, 2023)

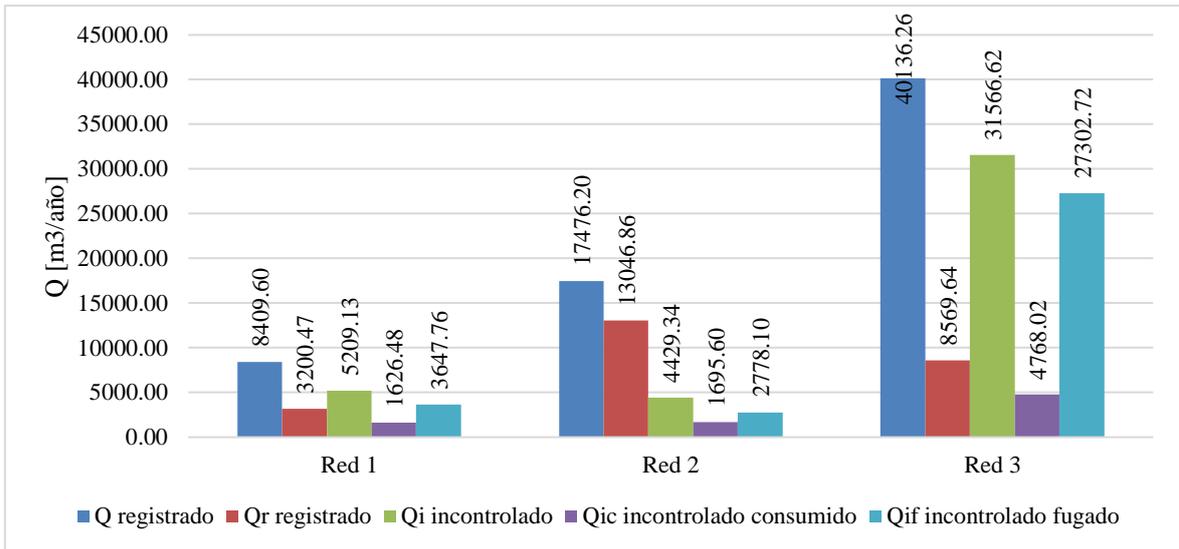
En la tabla 36 se detallan los porcentajes de agua fugada de la red 3, al tener mayor cobertura dentro del cantón presenta una cantidad considerable de agua fugada en relación con las dos redes anteriores, obteniendo como menor porcentaje un 63% de agua fugada correspondiente al 2019, mientras que el porcentaje mayor es 71% obtenido en el 2018. Estos porcentajes de caudal de agua fugada vienen a ser excesivamente altos.

**Tabla 36.**

*Porcentaje de agua fugada anual red 3 - Saraguro*

Mes	2018			2019		2020		2021		2022	
	Inyectado Q (m3/mes)	Fugado Qif (m3/mes)	Qif % de agua fugada	Fugado Qif (m3/mes)	Qif % de agua fugada	Fugado Qif (m3/mes)	Qif % de agua fugada	Fugado Qif (m3/mes)	Qif % de agua fugada	Fugado Qif (m3/mes)	Qif % de agua fugada
Enero	40 899.17	28 677.95	70%	26 552.60	65%	29 296.90	72%	28 377.20	69%	26 463.80	65%
Febrero	36 941.18	26 364.52	71%	24 827.64	67%	26 424.08	72%	26 338.67	71%	27 816.74	75%
Marzo	40 899.17	27 654.95	68%	22 322.70	55%	29 148.05	71%	28 162.20	69%	27 716.37	68%
Abril	39 579.84	29 244.96	74%	23 986.06	61%	28 768.33	73%	27 710.61	70%	27 741.91	70%
Mayo	40 899.17	29 624.75	72%	26 413.20	65%	28 108.45	69%	28 227.80	69%	27 936.22	68%
Junio	39 579.84	29 317.91	74%	26 116.44	66%	27 540.99	70%	27 076.61	68%	26 780.54	68%
Julio	40 899.17	29 118.45	71%	26 062.30	64%	27 585.55	67%	28 829.45	70%	28 855.16	70%
Agosto	40 899.17	28 190.35	69%	25 887.00	63%	27 957.85	68%	27 221.70	67%	26 212.51	64%
Septiembre	39 579.84	29 085.25	73%	24 159.72	61%	26 887.72	68%	28 335.21	72%	25 263.09	64%
Octubre	40 899.17	28 560.10	70%	26 279.10	64%	28 982.85	71%	28 074.80	69%	26 968.46	66%
Noviembre	39 579.84	28 359.03	72%	24 859.28	63%	27 566.10	70%	28 252.08	71%	25 298.27	64%
Diciembre	40 899.17	28 586.90	70%	23 847.85	58%	28 276.10	69%	27 728.50	68%	26 133.37	64%
<b>Total</b>	<b>481 554.72</b>	<b>342 785.10</b>	<b>854%</b>	<b>301 313.87</b>	<b>751%</b>	<b>336 542.95</b>	<b>839%</b>	<b>334 334.81</b>	<b>833%</b>	<b>323 186.43</b>	<b>805%</b>
<b>Promedio</b>	<b>40 129.56</b>	<b>28 565.43</b>	<b>71%</b>	<b>25 109.49</b>	<b>63%</b>	<b>28 045.25</b>	<b>70%</b>	<b>2 7861.23</b>	<b>69%</b>	<b>26 932.20</b>	<b>67%</b>

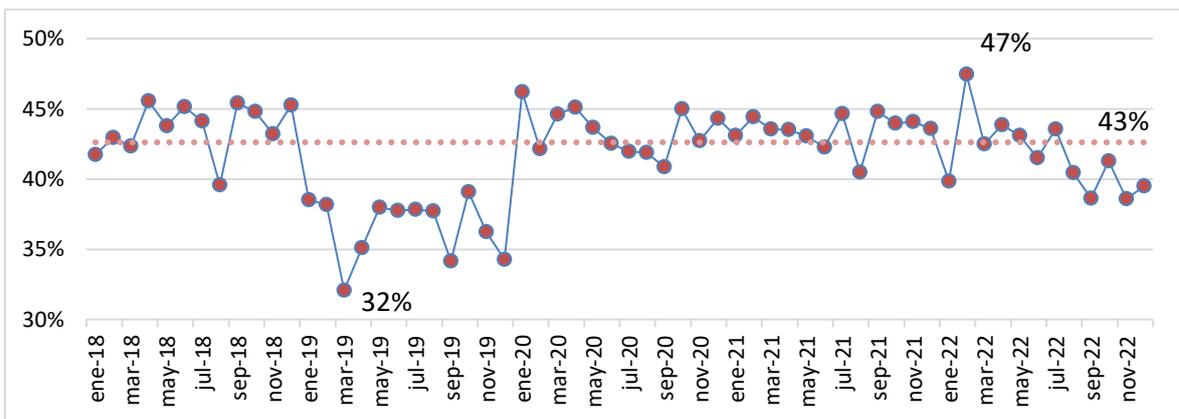
Fuente. (Flores & Rea, 2023)



**Figura 10.** Promedio balance hídrico técnico – Saraguro

**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)

En la figura 10 se presenta un promedio del balance hídrico técnico de los 5 años en estudio (2018-2022) del cantón Saraguro, obteniendo que la red 3 es la que más caudal inyectado tiene, en proporción refleja un caudal incontrolado de 31 566.62 m<sup>3</sup>/año, caudal incontrolado consumido de 4 768.02 m<sup>3</sup>/año y el mayor caudal incontrolado fugado de 27 302.72 m<sup>3</sup>/año. Siendo esta red la más desfavorable en comparación a las dos redes restantes.



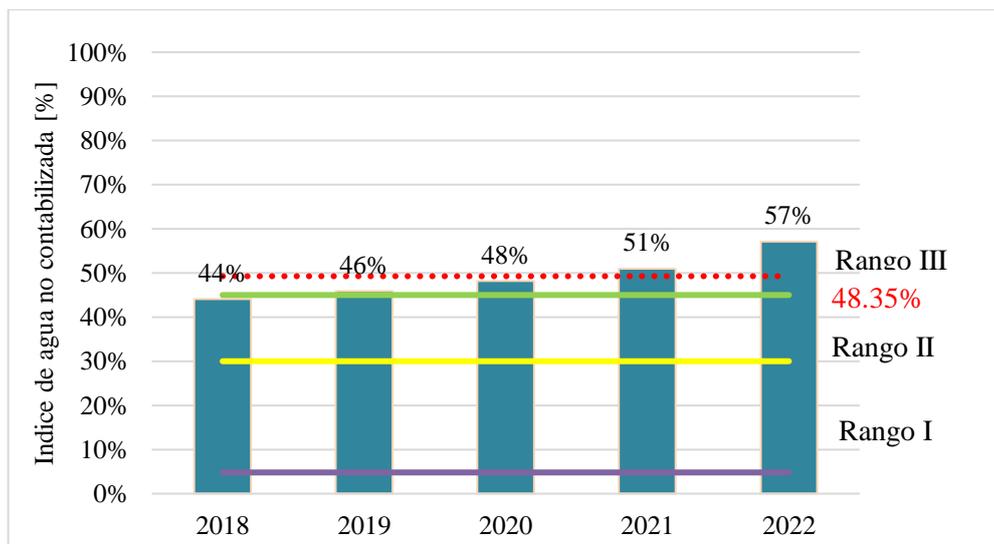
**Figura 11.** Porcentaje fugado – Saraguro

**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)

En la figura 11 se registra los porcentajes de agua fugada mensual del cantón Saraguro de manera general a partir del 2018 hasta el 2022. El valor de la media de todos los años de estudio es de 43%. La mayor cantidad de agua fugada registrada es en marzo del 2022 con 47%, mientras que la menor es en marzo 2019 con 32%, es en este año donde se identifica que un pico considerable de disminución de fugas.

### 4.1.3 Índice de agua no contabilizada (IANC)

#### 4.1.3.1 IANC – Penipe

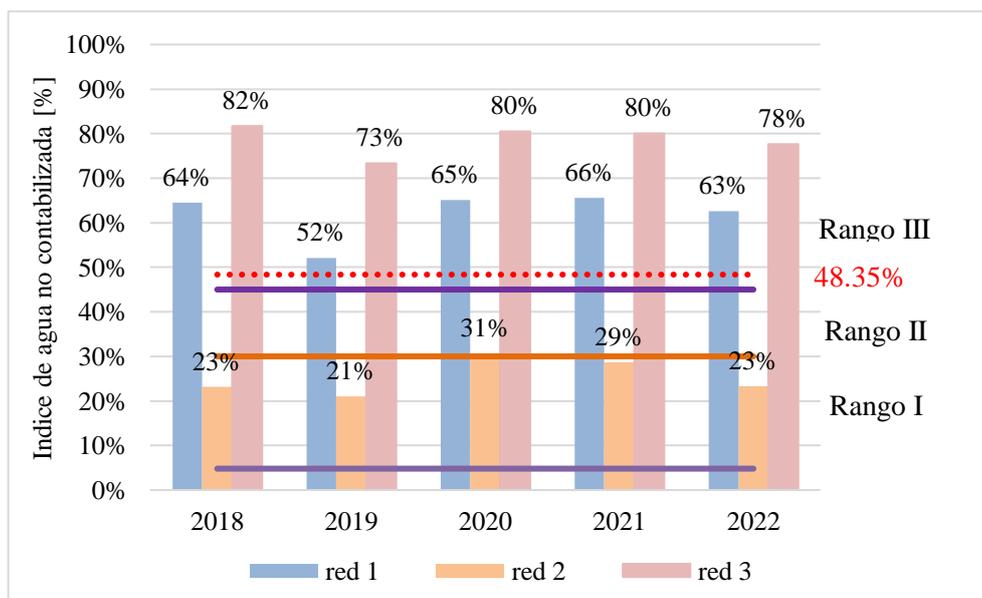


**Figura 12.** Índice de agua no contabilizada – Penipe

**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)

En la figura 12 se presenta el porcentaje del índice de agua no contabilizada de cada año del cantón Penipe y de igual manera el promedio nacional registrado en el ARCA 2021 con un valor del 48.35%. Se observa que los años en análisis se encuentran dentro del rango III a excepción del año 2018 ubicándose en el rango II, siendo el valor máximo registrado del 57% en el año 2022 por encima del nivel nacional.

#### 4.1.3.2 IANC – Saraguro



**Figura 13.** Índice de agua no contabilizada – Saraguro

**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)

En la figura 13 se representa el promedio anual del índice de agua no contabilizada de cada red del cantón Saraguro, siendo la red 1 (de 52% a 66%) y la red 3 (de 73% a 82%) las que sobrepasan la media nacional de 48.35% establecida por el ARCA en el año 2021 puntuándose en el rango III durante los 5 años de estudio. Por otra parte, la red 2 permanece en el rango II, con excepción del año 2020 que se sitúa en el rango III, para esta red ningún año llega a alcanzar el promedio que se presenta a nivel nacional.

#### 4.1.4 Rendimientos hídricos porcentuales

##### 4.1.4.1 Rendimiento hídrico porcentual – Penipe

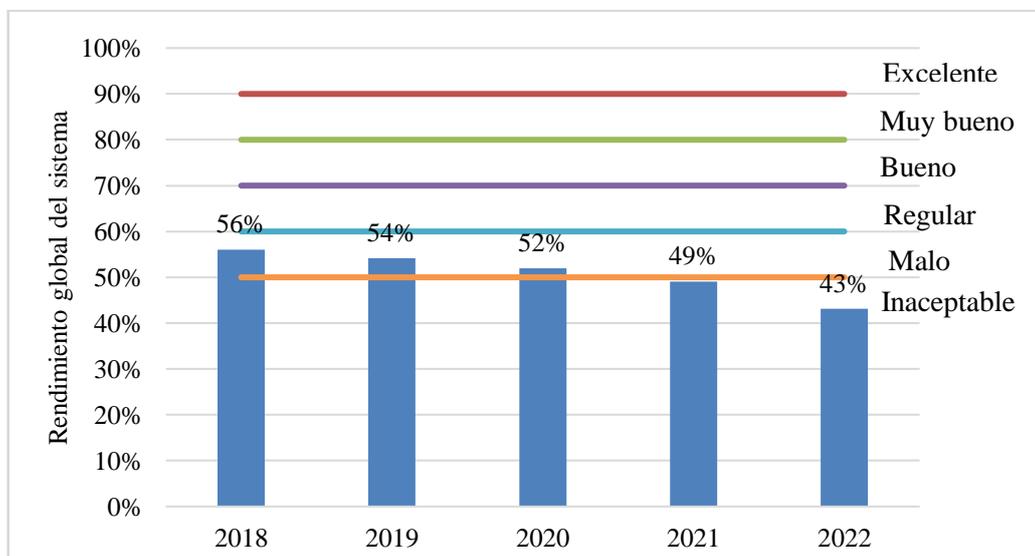
En la tabla 37 se presenta los rendimientos hídricos porcentuales del cantón Penipe; donde se puede identificar el rendimiento global del sistema, rendimiento de la red y rendimiento de la medición a partir del año 2018 hasta 2022. Para el rendimiento del sistema global observándose que se encuentran en todos los años de análisis por debajo del 56%, dando una calificación del rendimiento de “malo” para los años 2018, 2019 y 2020 y para los años 2021 y 2022 un rendimiento de “inaceptable”. En el rendimiento de la red se encuentran superior al 70% a excepción del año 2022 con un 69%. Finalmente, en el rendimiento de la medición sus resultados oscilan entre 61% al 68%.

**Tabla 37.**

*Rendimiento hídrico porcentual por año - Penipe*

Año	Rendimiento del sistema global ( $\eta_s$ )	Rendimiento de la red ( $\eta_r$ )	Rendimiento de la medición ( $\eta_g$ )	Calificación
2018	56%	82%	68%	Mala
2019	54%	80%	67%	Mala
2020	52%	78%	65%	Mala
2021	49%	75%	64%	Inaceptable
2022	43%	69%	61%	Inaceptable

Fuente. (Flores & Rea, 2023)



**Figura 14.** Rendimiento global del sistema – Penipe

Fuente. (Flores & Rea, 2023)

En la figura 14 se identifica de manera gráfica los porcentajes del rendimiento global del sistema con su calificación correspondiente de acuerdo con Cabrera et al. (1999) donde se visualiza su ubicación con respecto a las otras categorías establecidas en la metodología.

#### 4.1.4.2 Rendimiento hídrico porcentual – Saraguro

En las tablas 38, 39 y 40 se presentan los rendimientos hídricos porcentuales del cantón Saraguro de la red 1, 2 y 3 respectivamente; donde se puede identificar el rendimiento global del sistema, rendimiento de la red y rendimiento de la medición a partir del año 2018 hasta 2022 con su calificación respectiva.

**Tabla 38.**

*Rendimientos hídricos porcentuales por año – Saraguro Red 1*

<b>Año / Red 1</b>	<b>Rendimiento del sistema global (<math>\eta_s</math>)</b>	<b>Rendimiento de la red (<math>\eta_r</math>)</b>	<b>Rendimiento de la medición (<math>\eta_g</math>)</b>	<b>Calificación</b>
2018	36%	55%	65%	Inaceptable
2019	48%	67%	71%	Inaceptable
2020	35%	54%	64%	Inaceptable
2021	34%	54%	64%	Inaceptable
2022	37%	57%	66%	Inaceptable

**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)

En la tabla 38 se identifica que cada uno de los años presenta un rango porcentual similar con la excepción del año 2019 que se aleja sus valores con respecto a los otros. A pesar de que existe una pequeña variación de los porcentajes, la calificación final en todos prevalece con una denominación de “inaceptable” por encontrarse por debajo del 50% del rendimiento.

**Tabla 39.**

*Rendimientos hídricos porcentuales por año – Saraguro Red 2*

<b>Año / Red 2</b>	<b>Rendimiento del sistema global (<math>\eta_s</math>)</b>	<b>Rendimiento de la red (<math>\eta_r</math>)</b>	<b>Rendimiento de la medición (<math>\eta_g</math>)</b>	<b>Calificación</b>
2018	77%	87%	89%	Bueno
2019	79%	89%	89%	Bueno
2020	70%	79%	88%	Bueno
2021	71%	81%	88%	Bueno
2022	77%	86%	89%	Bueno

**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)

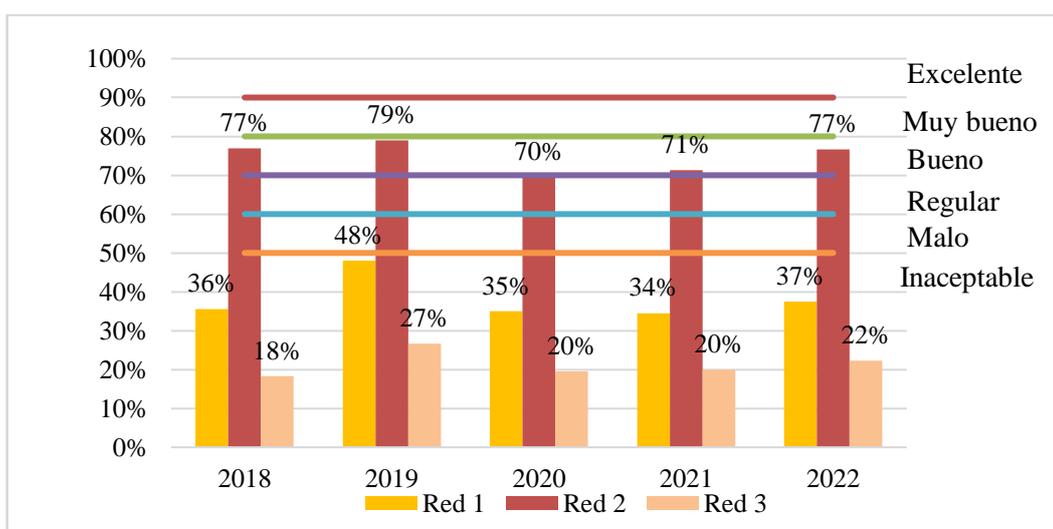
En el caso de la red 2 de la tabla 39 se presenta con un mejor desempeño con respecto a la red 1, proporcionando una calificación de “bueno” rondando un rendimiento del sistema de 70%.

**Tabla 40.***Rendimientos hídricos porcentuales por año – Saraguro red 3*

Año / Red 3	Rendimiento del sistema global ( $\eta_s$ )	Rendimiento de la red ( $\eta_r$ )	Rendimiento de la medición ( $\eta_g$ )	Calificación
2018	18%	30%	60%	Inaceptable
2019	27%	39%	69%	Inaceptable
2020	20%	31%	62%	Inaceptable
2021	20%	32%	63%	Inaceptable
2022	22%	34%	65%	Inaceptable

**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)

La tabla 40 se identifica los rendimientos de la red 3 y de igual manera que la red 1, esta red también se encuentra con una calificación de “inaceptable” al encontrarse por debajo del 50%. En adición, se observa que estos resultados obtenidos en esta tabla son incluso más críticos con respecto a la red 1 que se encuentra en la misma categoría.

**Figura 15.** Rendimiento global de sistema – Saraguro**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)

En la figura 15 se identifica de manera gráfica los porcentajes del rendimiento global del sistema con su calificación correspondiente de acuerdo con Cabrera et al. (1999), donde la red 2 es la que mejor desempeño presenta.

#### 4.1.5 Pérdidas económicas

Al obtener una gran cantidad de agua fugada en cada uno de los cantones, es importante tomar en consideración la incidencia que conlleva en el aspecto económico que puede presentar, por ser agua tratada representa un gasto considerable a la institución. Es por ello que se analiza la pérdida económica por la presencia de fugas de agua en la tabla 41.

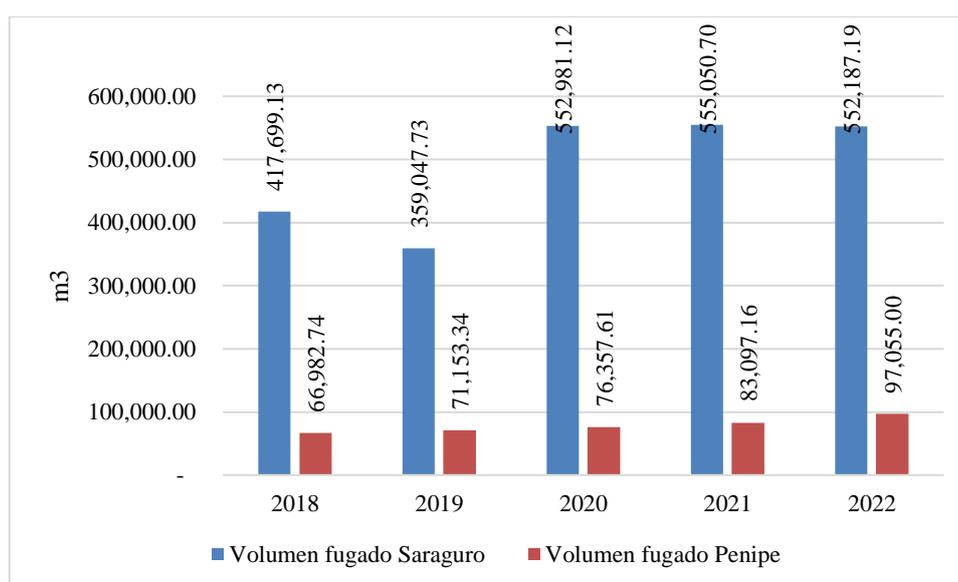
Para el análisis se considera el costo del precio unitario de 0.86 \$/m<sup>3</sup> y de 0.42 \$/m<sup>3</sup> para los cantones Penipe y Saraguro respectivamente, esto de acuerdo con el valor establecido por cada GAD municipal. Se considera únicamente los valores de la tarifa básica

establecida que tiene cada institución, ya que poseen diferentes categorías de cobro y este valor puede variar dependiendo el lugar.

**Tabla 41.**  
*Pérdida económica de los cantones*

Año	Penipe		Saraguro	
	Caudal fugado [m3/año]	Costo [\$/año]	Caudal fugado [m3/año]	Costo [\$/año]
2018	66 982.74	\$57 605.15	417 699.13	\$175 433.63
2019	71 153.34	\$61 191.87	359 047.73	\$150 800.05
2020	76 357.61	\$65 667.54	552 981.12	\$232 252.07
2021	83 097.16	\$71 463.55	555 050.70	\$233 121.29
2022	97 055.00	\$83 467.30	552 187.19	\$231 918.62

Fuente. (Flores & Rea, 2023)



**Figura 16.** *Volumen fugado por año de los cantones*  
Fuente. (Flores & Rea, 2023)

En la figura 16 se identifica una comparación acerca de la cantidad de agua fugada que presenta cada cantón, siendo el cantón Saraguro el que más nivel de agua fugada presenta en sus tres redes de distribución.

Al tener una incidencia considerable de volumen de agua fugada, se puede hacer una estimación acerca de la cantidad de personas que se podrían beneficiar con la dotación de agua fugada obtenida en los resultados anteriores. Para ello es necesario conocer los siguientes parámetros:

- Volumen de agua fugada
- Dotación de agua

**Tabla 42.***Dotación media según número de habitantes y clima*

<b>Población (habitantes)</b>	<b>Clima</b>	<b>Dotación Media Futura (lt/hab/día)</b>
Hasta 5 000	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
5 000 a 50 000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más de 50 000	Frío	> 200
	Templado	>220
	Cálido	>230

**Fuente.** (CPE INEN 005-9-1, 1992)

Los dos cantones al presentar población mayor a 5 000 personas y ubicarse en el clima frío se escoge una dotación de 180 l/hab/día. El análisis se lo realiza con los valores del año 2022, ya que se utiliza el valor de dotación de dólar americano por cada metro cúbico (\$/m<sup>3</sup>) propuesto como referencia del ARCA (2021).

**Tabla 43.***Dotación de agua a población*

<b>Cantón</b>	<b>Volumen Fugado (lt/día)</b>	<b>Dotación (lt/hab/día)</b>	<b>Habitantes</b>
	[A]	[B]	[A/B]
Penipe	265 904.10	180.00	1 477.24
Saraguro	1 512 841.61		8 404.68

**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)

En tabla 43 se puede identificar que en el cantón Penipe existe un volumen de caudal fugado de 265 904.10 lt/día, mismos que pueden beneficiar a 1 477.24 habitantes. De igual manera, en Saraguro presenta un volumen de caudal fugado de 1 512 841.61 lt/día y se podría abastecer alrededor de 8 404.68 habitantes.

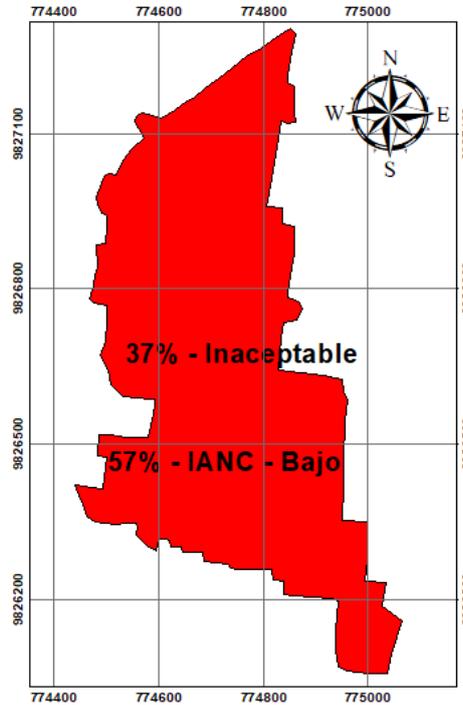
Con la dotación seleccionada y al estar dentro del rango presentado en la norma, Arellano et. al (2018) menciona que para poblaciones con 6 000 habitantes la dotación es 205 l/hab/día, lo cual sería una cantidad adecuada, al ser un cantón pequeño las personas tienden a regresar a sus domicilios, con lo que consumirían mayor cantidad de agua de la cual se proporciona. Del mismo modo para poblaciones con 30 000 habitantes, la dotación está entre 210 l/hab/día y 220 l/hab/día, lo cual presenta una decadencia del suministro de agua con respecto al que se dota a la población.

#### **4.1.6 Identificación de zonas con presencia de fugas**

##### **4.1.6.1 Identificación fugas – Penipe**

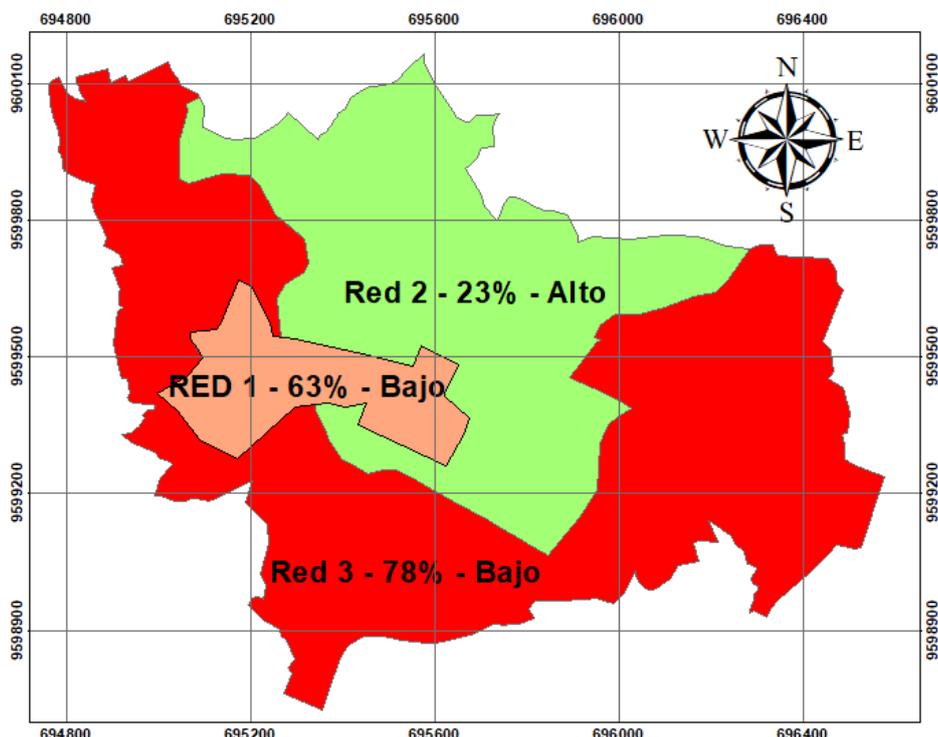
En la figura 17 se identifica el porcentaje del índice de agua no contabilizada en el cantón Penipe en el año 2022; dando como resultado un 57% de IANC, y se encuentra en la

categoría III “Bajo” de acuerdo con ARCA (2021). De igual manera, se representa el rendimiento global del sistema del mismo año, con un valor del 37% correspondiente a una calificación de “Inaceptable”.



**Figura 17.** Identificación de fugas – Penipe  
Fuente. (Flores & Rea, 2023)

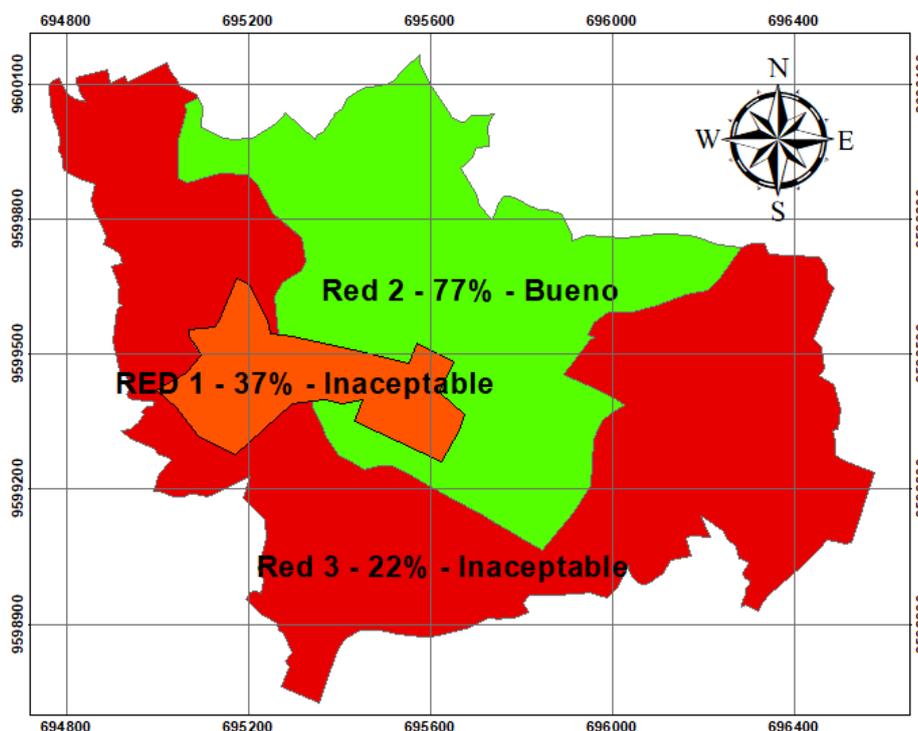
#### 4.1.6.2 Identificación fugas – Saraguro



**Figura 18.** Índice de agua no contabilizada año 2022 – Saraguro

Fuente. (Flores & Rea, 2023)

La figura 18 muestra el porcentaje del índice de agua no contabilizada en el año 2022 del cantón Saraguro, teniendo como resultado en la red 2 un 23% de IANC, misma que se ubica en la categoría I “Alto” de acuerdo con ARCA (2021). Por otra parte, las redes 1 y 3 se ubican en la categoría III “Bajo” con un porcentaje de 63% y 78% respectivamente.



**Figura 19.** Rendimiento volumétrico global del sistema año 2022 – Saraguro

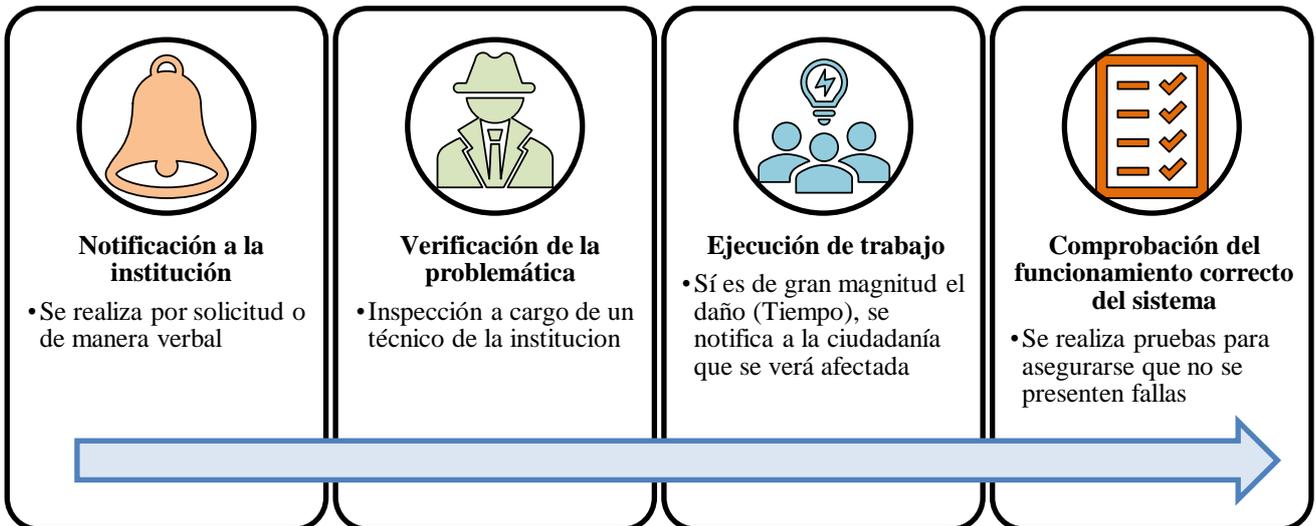
Fuente. (Flores & Rea, 2023)

En la figura 19 se representa el rendimiento global del sistema en el año 2022 con un valor para la red 2 del 77% correspondiente a una calificación de “Bueno”; por otra parte, la red 1 y red 3 presentan un 37% y 22% respectivamente, dando una calificación de “Inaceptable”.

#### **4.1.7 Corrección de operación y mantenimiento de fugas del sistema**

Con respecto al mantenimiento mencionado en los antecedentes, en la ejecución al realizar algún tipo de operación dentro de la red, en ocasiones generan malestar en los usuarios, presentando inconvenientes al momento de adquirir la dotación de agua. La deficiencia en la gestión provoca que haya falta de mantenimiento dentro de la red, generando interrupciones en el suministro de agua y malestar en los usuarios, debido a esto existentes denuncias de diferentes daños ocurridos en las tuberías que cada entidad deberá solucionar de una manera oportuna.

El protocolo óptimo a seguir por ambas instituciones se detalla en la figura 20, en la cual se identifican las fases que cada entidad pueda ejecutar para mitigar los problemas en el menor tiempo posible y así no dar ningún tipo de interrupción al servicio.



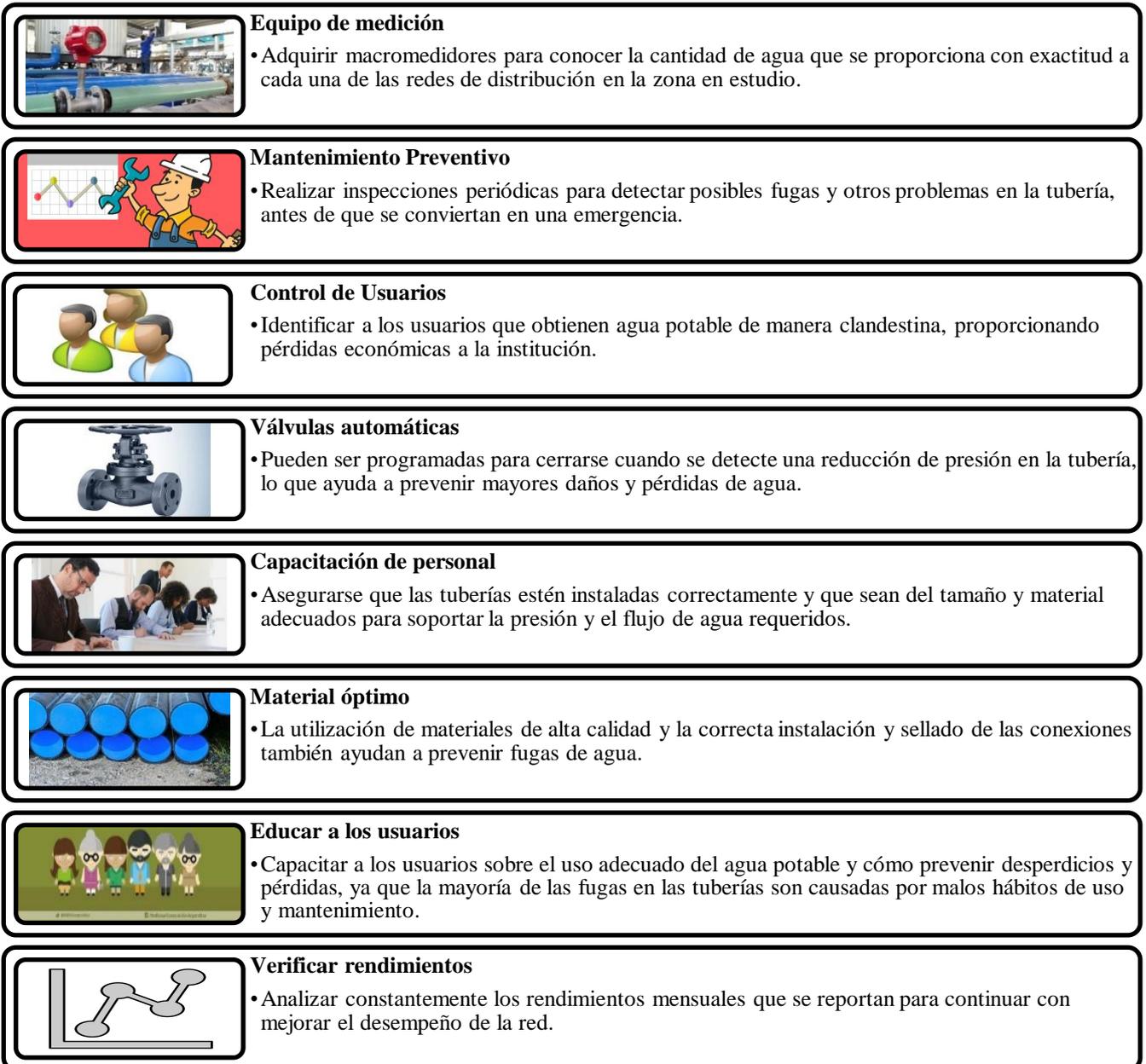
**Figura 20.** Proceso de reparación de las redes de agua potable

**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)

#### **4.1.8 Soluciones planteadas**

Con los resultados obtenidos en los apartados anteriores, se identifica la existencia de una gran cantidad de agua utilizada pero no registrada siendo esta agua fugada en cada uno de los cantones analizados. Es por ello, que surge la necesidad de implementar un plan de acción, con la finalidad de reducir en lo posible la mayor cantidad de agua fugada que se viene registrando en cada mes, beneficiando a los usuarios correspondientes.

En la figura 21 se propone un plan de acción, el cual se puede aplicar a los cantones en análisis para que de esa manera se pueda minimizar la cantidad de agua fugada que se reporta y así mejorar la gestión en su desempeño correspondiente.



**Figura 21.** *Propuestas para la reducción de pérdidas de agua*

**Fuente.** (Flores & Rea, 2023)

## 4.2 Discusión

Los resultados del presente trabajo de investigación determinaron la cantidad de agua no contabilizada del sistema de agua potable en los cantones Penipe y Saraguro en el sector urbano, haciendo una comparación con respecto a los valores presentados en el ARCA en sus respectivos años.

En el rango de evaluaciones de la cantidad de agua no contabilizada que plantea ARCA en el año 2021, se presenta 3 rangos “Alto”, “Medio” y Bajo” con categorías A, B, C y D. Con esto se da un valor de calificación cualitativa a cada cantón en estudio. Para los cantones Penipe y Saraguro se les asigna una calificación de desempeño de “Bajo” en una categoría C y D.

El promedio de agua no contabilizada en el Ecuador es del 48.35%, para la provincia de Chimborazo es de 44.50%, mientras que para Loja es de 39.76% según el boletín estadístico publicado por la Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA, 2021). Así mismo según Peñafiel Valla (2018), se realizó un análisis en el cantón Ambato con un IANC de 47.67%, dando como respuesta que existen algunos cantones de gran extensión que de igual forma no presentan una gestión óptima para minimizar la cantidad de agua fugada que se encuentra en cada lugar.

De acuerdo con el boletín estadístico presentado por ARCA (2019), en el cantón Penipe no se registra ningún valor de IANC debido a que se encuentra fuera del rango propuesto en ese año y en el cantón Saraguro es de 36.70%; mientras que en el trabajo de investigación se presenta un valor de 46% y 48.67% respectivamente. Con esta información se puede evidenciar un valor mayor pero poco despreciable de IANC al registrado en el boletín estadístico del año en estudio.

Con respecto a la publicación del ARCA (2020) frente al análisis realizado se registra en Penipe un valor de IANC de 48% y Saraguro de 58.67%, obteniendo una pequeña variación entre los valores registrados y obtenidos.

Para el boletín del ARCA (2021) con respecto a la investigación se registra un valor de 51% para Penipe y 58.33% en Saraguro respectivamente. Para el cantón Penipe existe una variación significativa del boletín con respecto a los valores obtenidos en la investigación; por otra parte, en el cantón Saraguro existe una variación insignificativa entre los valores del boletín con los obtenidos.

La ejecución del balance hídrico puede ayudar a identificar de mejor manera los consumos de agua que se pueden aplicar en cada una de las redes del cantón. Sin embargo, esto no se puede realizar de una manera eficiente por la limitación de información por parte de las entidades correspondientes, esto puede traer limitantes para el desarrollo oportuno del trabajo de investigación.

Realizando un análisis comparativo en la provincia de Chimborazo acerca de los rendimientos obtenidos, en Riobamba se obtuvo una calificación de “regular” (Achache &

Gómez, 2022); Guano y Chambo una calificación de “inaceptable” (Jaramillo & Oleas, 2022); Alausí y Colta una calificación de “regular” e “inaceptable” respectivamente (Saigua & Vimos, 2022) y Penipe con una calificación de “regular”. Con esta información obtenida acerca de la provincia, es evidente que es necesario realizar un plan de gestión para la optimización del recurso de agua potable en cada uno de los cantones, ya que, al ser un recurso limitado y tratado, con lleva un gasto económico considerable a cada una de las instituciones responsables de la administración.

Al considerar el proceso de operación y mantenimiento, cabe mencionar que se desarrollan las acciones pertinentes de manera oportuna en los dos cantones en análisis, mediante la notificación de los usuarios para ser atendida, con la finalidad de no interrumpir la dotación de agua a cada uno de ellos, ya que esto puede presentar malestar por la interrupción del servicio y afectar de igual manera la corrección de la red para su adecuado funcionamiento; esto coincide con lo presentado en el ARCA (2021), sobre el porcentaje de eficiencia en la solución a tiempo de las peticiones de quejas y reclamos.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

Para los cantones Penipe y Saraguro, en la realización del balance hídrico técnico se obtienen diferentes porcentajes de caudal de agua incontrolada fugada; registrando en Penipe un 49.2%; mientras que Saraguro presenta un 55.33% en promedio de todos los años en análisis. Para el rendimiento global del sistema en Penipe es de 50.87% con una calificación de “malo” y Saraguro expone un rendimiento global de 44.73%, lo que lleva a una calificación de “inaceptable”.

Con los resultados obtenidos se pudo analizar sobre las pérdidas económicas existentes, dando a conocer que en Penipe con una tarifa básica de \$0.81 y Saraguro \$0.42 mencionado en el ARCA del año 2021, con lo cual han registrado \$83 467.30 y \$ 231 918.62 respectivamente en el año 2022 con mayor pérdida de los 5 años en estudio.

Penipe al ser un cantón que posee una única red de distribución, presenta un notable percance para el momento de realizar algún tipo de mantenimiento al final de la red, por lo que, al realizarlo se cerraría la dotación de agua para toda la población en general hasta el momento de realizar la operación correspondiente. Por otra parte, en el cantón Saraguro, al existir tres redes de distribución, contempla una mejor gestión al momento de realizar algún tipo de mantenimiento, ya que no llevaría a interrumpir la dotación de agua a todo el cantón.

En el cantón Saraguro, la red 1 y red 3 son las que mayor cantidad de agua no contabilizada registran con un promedio de los años en estudio de 62% y 78.6% respectivamente, por ello es donde más se deberá realizar la gestión correspondiente para minimizar el ANC.

Si a los resultados obtenidos se los analiza únicamente de manera mensual, se evidencia que existen algunos en los que se alcanza un porcentaje de agua fugada muy bajo con respecto a los otros que se analizan en el mismo año; esto puede deberse que, al trabajar con un dato de caudal inyectado constante para todos los años puede conllevar a obtener un desacierto a la realidad, para minimizar el error se debería conocer con más exactitud el valor real con el que fue dotado para alcanzar un resultado más exacto.

De acuerdo con los resultados mencionados, se presenta un plan de acción, con la finalidad de ser ejecutados por las entidades correspondientes para que se lleve a cabo y optimizar de mejor manera el recurso de la dotación de agua potable, ya que al ser agua tratada con lleva un gasto a la institución y presenta pérdidas económicas significativas.

## 5.2 Recomendaciones

Se recomienda que cada una de las instituciones presenten toda la información necesaria para la realización del trabajo de investigación. La presencia de macromedidores en la salida de los tanques de distribución es esencial para llevar un registro óptimo de la cantidad de agua potable que es proporcionada a cada una de las redes existentes, para que se puede realizar de mejor manera el balance hídrico técnico y minimizar el margen de error que este podría ocasionar al trabajar con un valor que no sea el exacto para el mes en análisis.

Realizar un control paulatino de los registros de consumo de agua, con la finalidad de conocer el volumen de agua que se proporciona a los usuarios, ya que esto ayudaría a identificar si existe o no alguna variación significativa sobre el volumen de agua proporcionado a la red, como fue el caso en algunos meses, en los que se evidencia una disminución considerable de agua entre el mes anterior y su consecutivo.

A cada entidad correspondiente se le recomienda añadir un plan maestro que se acople a cada una de las redes y necesidades que se presentan en cada cantón, con la finalidad de llevar un control más preciso y así minimizar la cantidad de fugas reportadas, adquiriendo e instalando válvulas de cierre automáticas en la tubería, mismas que detectan y detienen automáticamente el flujo de agua en caso de que haya una fuga (visible o no visible).

Para corroborar la información presentada, se recomienda la comprobación de la investigación mediante un modelo matemático actualizado válido, esto para poder llevar un mejor control de toda la red presente en el cantón en estudio. Así, con ello se puede determinar de manera más exacta en donde se pueden presentar los inconvenientes sobre fugas y controlar de mejor manera las presiones que pueden existir.

## Bibliografía

- Achache, N., & Gómez, S. (2022). *Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable del cantón Riobamba* (Vol. 33, Issue 1) [Univerriad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10205>
- Agencia de Regularización y control del Agua, A. (2019). *Benchmarking de Prestadores Públicos de los servicios de agua potable y saneamiento en el Ecuador*. 70. [http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/07/Boletin-Estadistico-APS\\_jul21\\_fnl.pdf](http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/07/Boletin-Estadistico-APS_jul21_fnl.pdf)
- Agencia de Regularización y control del Agua, A. (2020). *Agua potable y saneamiento en el Ecuador Agencia de Regulación y Control del Agua BOLETÍN ESTADÍSTICO*. 12–15. [http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/12/Boletin-Estadistico-APS\\_dic21\\_v02.pdf](http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/12/Boletin-Estadistico-APS_dic21_v02.pdf)
- Agencia de Regularización y control del Agua, A. (2021). *Benchmarink de Prestaciones Públicos de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en el Ecuador. Agencia de Regulación y Control del Agua - Boletín Estadístico 2021* (Vol. 21, Issue 1). <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>
- Alan, D., & Cortez, L. (2018). Procesos y fundamentos de la investigacion científicanvestigacion científica. In *Ediciones UTMACH* (Vol. 1). <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12498/1/Procesos-y-FundamentosDeLainvestiagcionCientifica.pdf>
- Aquaintel. (2021). *Ecuador pierde USD 320 millones al año por fugas y robo de agua potable*. 1–3. <https://bityl.co/EdDf>
- Arellano, A., Bayas, A., Meneses, A., & Castillo, T. (2018). Los consumos y las dotaciones de agua potable en poblaciones ecuatorianas con menos de 150 000 habitantes. *Novasineria Revista Digital De Ciencia, Ingeniería Y Tecnología*, 1(1), 23–32. <https://doi.org/10.37135/unach.ns.001.01.03>
- Arias, G. (2013). *El proceso de la investigación*.
- Cabrera, E., Almandoz, J., Arregui, F., & García-Serra, J. (1999). Auditoría de redes de distribución de agua. *Ingeniería Del Agua*, 6(4), 387. <https://doi.org/10.4995/ia.1999.2794>
- Cedeño, C., Molina, X., & Perero, M. (2021). Plan estratégico para la reducción de pérdidas de agua potable en Portoviejo. *Frontiers in Neuroscience*, 14(1), 1–13. <https://www.scielo.org.mx/pdf/dilemas/v8nspe3/2007-7890-dilemas-8-spe3-00054.pdf>
- Cervantes, H. (2012). *DETECCIÓN DE FUGAS EN LA TUBERÍA DE LA RED PRINCIPAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE SUMAK YAKU – ARAQUE – OTAVALO*.
- CPE INEN 005-9-1. (2006). Instituto Ecuatoriano de Normalizacion. *Instituto Ecuatoriano*

de Normalización, 2, 21. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2017/Indicadores ODS Agua, Saneamiento e Higiene/Presentacion\\_Agua\\_2017\\_05.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2017/Indicadores_ODS_Agua_Saneamiento_e_Higiene/Presentacion_Agua_2017_05.pdf)

- Fragoso Sandoval, L., Ruiz y Zurvia-Flores, J., & Toxky López, G. (2016). La sectorización en redes de agua potable para mejorar su eficiencia hidráulica. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 37(2), 29–43.
- García, M. (2001). El medio ambiente en Colombia. In *Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales*.
- Iglesias, M. (2016). Características de la red de distribución de agua potable. *30 de Junio*, 2. <https://www.eadic.com/caracteristicas-de-la-red-de-distribucion-de-agua-potable/>
- Jaramillo, J., & Oleas, F. (2022). *Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable de los cantones Chambo y Guano* (Vol. 33, Issue 1) [Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10118>
- Mariles, O. A., Palma, A., & Rodríguez, K. (2011). Estimación y localización de fugas en una red de tuberías de agua potable usando algoritmos genéticos Estimation and Location of Leaks in a Pipe Water Network. *Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA*, XII, 8. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-77432011000200012&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-77432011000200012&script=sci_arttext)
- Ministerio de desarrollo urbano y vivienda. (2011). NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC-11 capítulo 13. *Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda*, 13–51. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-HS-EE-Final.pdf>
- Montoya, L. J., & Montoya, R. D. (2012). Efecto De La Presión Sobre Las Fugas De Agua En Un Sistema De Tubería Simple. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 11(20), 77–86. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75025069007>
- NTE INEN 1108. (2011). Agua potable. Requisitos. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 9. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1108.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud. (2009). Organización Mundial de la Salud oficina regional para las Américas. *El Agua En Situaciones de Emergencia*. [http://www1.paho.org/Spanish/HEP/HES/WtrEmrgS.pdf?ua=1%0Ahttp://www.paho.org/col/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1297:dia-mundial-del-lavado-de-manos-las-manos-limpias-salvan-vidas&catid=388&Itemid=460](http://www1.paho.org/Spanish/HEP/HES/WtrEmrgS.pdf?ua=1%0Ahttp://www.paho.org/col/index.php?option=com_content&view=article&id=1297:dia-mundial-del-lavado-de-manos-las-manos-limpias-salvan-vidas&catid=388&Itemid=460)
- Ramos, C. A. (2020). Alcances de una investigación. *CienciaAmérica*, 9(3), 1–6. <https://doi.org/10.33210/ca.v9i3.336>
- Saigua, H., & Vimos, J. (2023). *Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable de los cantones de Alausí y Colta* [Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10507>
- Sánchez, S. (2015). *Diseño De Una Planta De Potabilización De Agua Para La Parroquia Matriz Situada En El Cantón Penipe En La Provincia De Chimborazo*.

## ANEXOS

### Anexo 1.

*Modelo ficha técnica registro de fugas*

	<b>Unach</b> <small>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</small>	CARRERA DE <b>INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>N°</b>	<b>FICHA TÉCNICA DE REVISIÓN Y REPARACIÓN DE FUGAS DE AGUA POTABLE</b>		
<b>Fecha:</b>		<b>Hora:</b>	
<b>Dirección:</b>			
<b>Materiales:</b>			
<b>Detalle:</b>			
<b>Quién entrega:</b>	<b>Entrega a:</b>		
<b>Firma:</b>	<b>Firma:</b>		

### Anexo 2.

*Registro de fugas – Saraguro*

N°	Fecha	Sector / Ubicación	Motivo	Materiales
1	13/02/2023	Vía Manú	Arreglo de una domiciliaria de agua potable	1. Codo de 1/2 PVC - roscable 1. Universal de 1/2 PVC - roscable 1. Rollo de teflón
2	27/02/2023	Panamericana y Luis Felipe	Arreglo de la matriz de agua potable	1. Unión Z de 63 mm PVC
3	27/02/2023	José Antonio Montecinos	Arreglo de una domiciliaria de agua potable	1. Universal de 1/2 PVC - roscable 2. Codos de 1/2 PVC - roscable 1. Rollo de teflón 1. Tapón de 98 mm hembra PVC
4	02/03/2023	Panamericana	Arreglo de una domiciliaria de agua potable	1. Universal de 1" PVC roscable 1. Unión 63 mm PVC 1. Rollo de teflón 1. Codo de 1" PVC
5	02/03/2023	Vía Calasanz	Arreglo de una domiciliaria de agua potable	1. Codo de 1/2 PVC - roscable 1. Rollo de teflón 1. Universal de 1/2 PVC - roscable
6	06/03/2023	Calle Calasanz	Arreglo de 3 domiciliarias de agua potable	1. Collarín de 63 mm + 1/2 PVC 3. Universales de 1/2 PVC 3. Codos de 1/2 PVC roscable 2. Rollos de teflón
7	15/03/2023	Vía Manú	Arreglo de una domiciliaria de agua potable	1. Codo de 1/2 PVC roscable 1. Universal de 1/2 PVC roscable 1. Rollo de teflón

<b>8</b>	16/03/2023	Terminal Terrestre	Trabajo de la red de agua potable en la entraba Terminal Terrestre	1. Codo de 63 mm PVC 1. Universal de 1" PVC roscable
<b>9</b>	17/03/2023	Barrio San Jorge	Arreglo de una domiciliaria de agua potable	2. Codos de 1/2 PVC roscable 1. Rollo de teflón 1. Universal de 1/2 PVC
<b>10</b>	20/03/2023	Sector el choclo	Arreglo de la matriz de agua potable	1. Tee de 63 mm 1. Rollo de teflón 1. Codo de 1/2 PVC. roscable 1. Universal 1/2 PVC
<b>11</b>	20/03/2023	Centro comercial 3 de mayo	Arreglo de baño de hombre centro comercial	1. Reductor de 1" a 3/4" PVC 1. Rollo de teflón
<b>12</b>	30/03/2023	Calle 10 de marzo y Casetas	Arreglo de una domiciliara de agua potable	1. Unión de 1/2 PVC-roscable 1. Rollo de teflón
<b>13</b>	10/04/2023	Barrio San Jorge	Arreglo de una domiciliara de agua potable	1. Collarín de 65 mm 1. Bush de 1"x 1/2 PVC-Roscable 1. Rollo de teflón 1. Universal de 1/2 PVC-Roscable 1. Codo de 1/2 PVC-Roscable