



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

**Título
INCIDENCIA DE FUGAS EN LA RED DE ABASTECIMIENTO DE
AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE PUYO**

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil

Autor:

**Luna Herrera, Carlos Alfredo
Quiroz Bermeo, Kely Catherine**

Tutor:

MsC. María Gabriela Zúñiga Rodríguez

Riobamba, Ecuador. 2024

DERECHOS DE AUTORÍA

Nosotros, Carlos Alfredo Luna Herrera, con cédula de ciudadanía 0604527077 y Kely Catherine Quiroz Bermeo, con cédula de ciudadanía 0604510735, autores del trabajo de investigación titulado: "Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Puyo", certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo 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 mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 02 de febrero de 2024.



Kely Catherine Quiroz Bermeo

C.I: 0604510735



Carlos Alfredo Luna Herrera

C.I: 0604527077

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación "Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Puyo", presentado por Carlos Alfredo Luna Herrera, con cédula de identidad número 0604527077 y Kely Catherine Quiroz Bermeo, con cédula de identidad número 0604510735, certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 02 de febrero de 2024.

Mgs. Jorge Eugenio Nuñez Vivar
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Mgs. Alfonso Patricio Arellano Barriga
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



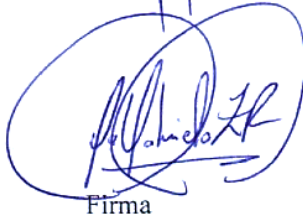
Firma

Mgs. Nelson Estuardo Patiño Vaca
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Mgs. María Gabriela Zúñiga Rodríguez
TUTOR



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 en la ciudad de Puyo”, presentado por Carlos Alfredo Luna Herrera, con cédula de identidad número 0604527077 y Kely Catherine Quiroz Bermeo, con cédula de identidad número 0604510735, bajo la tutoría de Mgs. 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 02 de febrero de 2024.

Mgs. Jorge Eugenio Nuñez Vivar
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



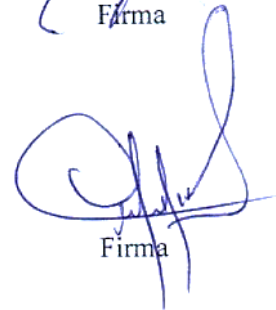
Firma

Mgs. Alfonso Patricio Arellano Barriga
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Mgs. Nelson Estuardo Patiño Vaca
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

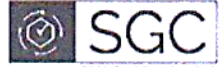


Firma



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO

en movimiento



UNACH-RGF-01-04-02.20
VERSIÓN 02: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **LUNA HERRERA CARLOS ALFREDO** con CC: 0604527077 y de **QUIROZ BERMEO KELY CATHERINE** con CC: 0604510735, estudiantes de la Carrera de ingeniería civil, **NO VIGENTE**, Facultad de ingeniería; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Puyo**", cumple con el 8 %, 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, 09 de 01 de 2024

Ing. Gabriela Zúñiga, Mgs.
TUTOR(A) TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico primeramente a Dios, porque él me permitió superar toda circunstancia, siendo el pilar fundamental en mi vida.

A mis hijos Cristen, Berenice y Fernando, quienes son la razón de mi existir y el motivo por el cual me levanto todos los días.

A mi familia, especialmente a mis padres Fernando y Mercedes que nunca desistieron y creyeron en mí, dando todo su esfuerzo y sacrificio para seguirme superando; a mis hermanos Diego, Aldana, Carolina y Nora por su apoyo incondicional y sus sabios consejos en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis sobrinos Josué, Saraí, Doménica, Sahomy, Camila, Josep, Esteban, Gabriel, Sharid y Antonio, por su compañía y ocurrencias, alegrando mis días.

A Johnny, Abraham, Kathy y Luis, porque llegaron a formar parte de mi vida y me brindan su apoyo incondicional.

Y finalmente a mí misma por vencer los obstáculos durante este largo camino y haber alcanzado uno de mis objetivos.

Kely Catherine Quiroz Bermeo

AGRADECIMIENTO

Agradezco inmensamente a Dios por darme la vida, la salud y la sabiduría para culminar esta etapa de mi vida.

A mis amados padres Fernando y Mercedes por todo su esfuerzo y sacrificio para que nunca me falte nada, inculcándome valores para convertirme en una persona de bien y culminar mis estudios.

A mis queridos hermanos Diego, Aldana, Carolina y Nora por sus enseñanzas para enfrentar las circunstancias de la vida y superarlas.

A mi querida sobrina Doménica, quien fue una parte fundamental en el desarrollo de este proyecto, brindándome su apoyo incondicional y conocimientos.

A la Universidad Nacional de Chimborazo y a los docentes de la carrera de Ingeniería Civil por compartir sus conocimientos y valores.

De manera muy especial a la Ing. María Gabriela Zúñiga quien, como docente tutora nos guio en toda esta etapa de desarrollo del proyecto.

Kely Catherine Quiroz Bermeo

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico primeramente a Dios, porque él es el pilar fundamental de mi vida.

A mi familia, especialmente a mi padre Luis y a mis madres Blanca, Lorena y Anita que me cuida y protege todos los días desde el cielo y a mis hermanos Pablo, Paulina, Alejandro, Francisco y Fernando porque siempre estuvieron apoyándome y pusieron toda su confianza en mí.

De manera muy especial a mi hijo Nicolás Luna que es mi motor de seguir adelante que con su cariño y amor me alegra y me ha impulsado a culminar esta etapa universitaria.

A mis compañeros y amigos por apoyarme cuando más los necesité, por la amistad y conocimientos brindados cada día de esta difícil etapa.

Y finalmente a mí mismo por todo el esfuerzo realizado, por el compromiso de salir adelante y por nunca rendirme a pesar de las dificultades.

Carlos Alfredo Luna Herrera

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios por darme sabiduría y salud para poder de llegar a cumplir mi sueño, el concluir mis estudios universitarios.

A mis abuelitos, a mi madre y a mi tía quienes, con su esfuerzo, apoyo incondicional, sacrificio y amor permitieron realizar mis estudios universitarios.

A mis hermanos, primos, amigos y compañeros quienes con su apoyo, consejos y motivación me ayudaron para culminar este periodo de estudios universitarios.

A la Universidad Nacional de Chimborazo, a todos los profesores de la escuela de Ingeniería Civil que me forjaron durante mi formación profesional en especial a la Ing. María Gabriela Zúñiga mi tutora de tesis por sus valiosos consejos y orientaciones, realizadas en el presente trabajo.

Carlos Alfredo Luna Herrera

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	
DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS EL TRIBUNAL	
CERTIFICACIÓN ANTIPLAGIO.....	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN.....	
ABSTRACT.....	
CAPÍTULO I. INTRODUCCION.....	16
1.1 Antecedentes	16
1.1.1 Antecedentes De La Zona De Estudio	16
1.1.2 Antecedentes de la investigación	18
1.2 Planteamiento del Problema.....	19
1.3 Justificación.....	20
1.4 Objetivos	20
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1 Conceptos generales.....	22
2.1.1 Sistema de agua potable.....	22
2.1.2 Fugas en la red de distribución	22
2.1.3 Clasificación de fugas	22
2.1.4 Factores que inciden en la presencia de fugas	23
2.1.5 Relación entre incidencia de fugas y desarrollo sostenible	23
2.1.6 Método de diagnóstico de fugas	24
2.1.7 Diagnóstico mediante balances hídricos	24
2.2 Estado del arte	26
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	27
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	27
3.2 Recopilación de información	28
3.3 Población de estudio.....	29

3.4	Procesamiento y análisis de datos	29
3.4.1	Balance hídrico técnico.....	29
3.4.2	Determinación del índice de agua no contabilizada (ANC)	36
3.4.3	Rendimientos volumétricos porcentuales	36
3.4.4	Proceso de digitalización de resultados	37
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		39
4.1	Resultados del balance hídrico técnico general	39
4.2	Discusión	52
4.3	Plan de mejoras para reducir fugas en el sistema de agua potable.	53
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES		54
5.1	Conclusiones	54
5.2	Recomendaciones.....	55
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA.....		56
CAPITULO VII. ANEXOS.....		59

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Fuentes de captación ciudad Puyo.	17
Tabla 2 Propiedades del sistema de distribución.	17
Tabla 3 Número de usuarios y categorías a diciembre del 2021.	29
Tabla 4 Caudales inyectados a las redes de distribución de la ciudad Puyo.....	30
Tabla 5 Número de usuarios anual registrados.	32
Tabla 6 Caudales anuales registrados.	34
Tabla 7 Consumos incontrolados consumidos de los años 2018, 2019, 2020, 2021.....	36
Tabla 8 Calificación de la gestión del abastecimiento en función de los rendimientos.....	37
Tabla 9 Balance hídrico general - Puyo 2018.	39
Tabla 10 Balance hídrico general - Puyo 2019.	40
Tabla 11 Balance hídrico general - Puyo 2020.	41
Tabla 12 Balance hídrico general - Puyo 2021.	42
Tabla 13 Resumen balance hídrico general.	46
Tabla 14 Rendimientos volumétrico generales de los años 2018, 2019, 2020, 2021	47
Tabla 15 Resumen rendimientos volumétricos generales.....	48
Tabla 16 Incidencia económica debido a fugas en la red de distribución.	49
Tabla 17 Número de reparaciones ejecutadas en el año 2021.	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la Ciudad Puyo y Ubicación del proyecto.	16
Figura 2. Balance hídrico técnico.	25
Figura 3. Metodología propuesta.	28
Figura 4. Caudales inyectados por planta de tratamiento.	31
Figura 5. Incremento de usuarios registrados.	33
Figura 6. Variación de los caudales anuales registrados.	35
Figura 7. Comparativa entre el caudal inyectado y registrado por meses de los años 2018, 2019, 2020, 2021.	43
Figura 8. Caudal incontrolado fugado (Qif) de los años 2018, 2019, 2020, 2021.	44
Figura 9. Comparativa de los porcentajes de volúmenes en los años 2018, 2019, 2020, 2021.	45
Figura 10. Porcentajes de volúmenes que conforman el Qi - años 2018, 2019, 2020, 2021.	45
Figura 11. Rendimientos anuales globales del sistema.	48
Figura 12. Presiones de la ciudad Puyo registrado por la EMAPAST-EP.	51
Figura 13. Cuantificación de reparaciones de la ciudad Puyo según los barrios.	52
Figura 14. Plan de mejoras para reducir fugas en el sistema de agua potable.	54

RESUMEN

El problema principal que se presenta en las empresas responsables del abastecimiento de agua potable en el Ecuador, se debe a una gestión ineficiente respecto a una cantidad de agua fugada del sistema; de esta manera se generan pérdidas económicas y daños en las redes de agua potable. En la ciudad Puyo a diario se presentan reportes de daños en la red, lo cual genera malestar en los ciudadanos para realizar sus actividades diarias; las reparaciones de los daños implican el corte del servicio, cierre de vías, gastos económicos, etc. Por ello, la presente investigación tiene como objetivo analizar la incidencia de fugas en la red de abastecimiento de la ciudad Puyo, a través del cálculo de balances hídricos, los que reflejan el porcentaje de agua fugada; estableciendo las zonas donde existe mayor presencia de fugas y el costo económico que estas representan. Para lo cual se utilizó un método cuantitativo mediante la recopilación y procesamiento de datos, determinando el volumen de agua incontrolada fugada; y cualitativo se refiere a la recopilación de información in situ para conocer las posibles causas, características de las fugas y procedimiento de reparación.

El agua incontrolada fugada en el año 2021 es de 4' 610 396,92 metros cúbicos representando un porcentaje de pérdida del 48,82%, valorando la gestión del abastecimiento como "INACEPTABLE", en función del valor del rendimiento global porcentual, según Cabrera et al. (1999).

Palabras claves: Agua potable, balance hídrico, fugas, pérdidas, rendimiento

ABSTRACT

The main problem that arises in companies which are responsible for supplying drinking water in Ecuador, is the result of the inefficient management related to a quantity of leaked water from the system; in this way, economic losses and damage are generated in the drinking water networks. In Puyo city, reports of damage to the network are presented daily, which generates discomfort to the citizens at the time to carry out their daily activities; the repairs of the damage imply the interruption of service, closure of roads, economic expenses, etc. Therefore, the objective of this research is to analyze the incidence of leaks in the supply of Puyo city, through the calculation of water balances, which reflect the percentage of leaked water and establish the areas where there is a greater presence of leaks and the cost that these represent. It was used a quantitative method to collect and process data, determining the volume of the uncontrolled water that escaped; and a qualitative method involves the collection of information in situ to know about the possible causes and characteristics of the leaks and repair procedure. The uncontrolled leaked water in 2021 is 4'610,396.92 cubic meters representing a loss percentage of 48.82%, evaluating supply management as "UNACCEPTABLE", based on the value of the overall percentage yield, according to Cabrera et al. (1999).

Keywords: Drinking water, water balance, leaks, losses, performance



Entregado electrónicamente por:
JHON JAIRO INCA
GUERRERO

Reviewed by:

Msc. Jhon Inca Guerrero.

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 0604136572

CAPÍTULO I. INTRODUCCION.

1.1 Antecedentes

1.1.1 Antecedentes De La Zona De Estudio

Puyo es la capital de la provincia de Pastaza, ubicada en la región Oriental del país, a 950 msnm., como se observa en la **Figura 1**. Tiene una superficie aproximada de 13,68 km², con 33 557 habitantes, indicado en el último censo realizado (INEC, 2010).

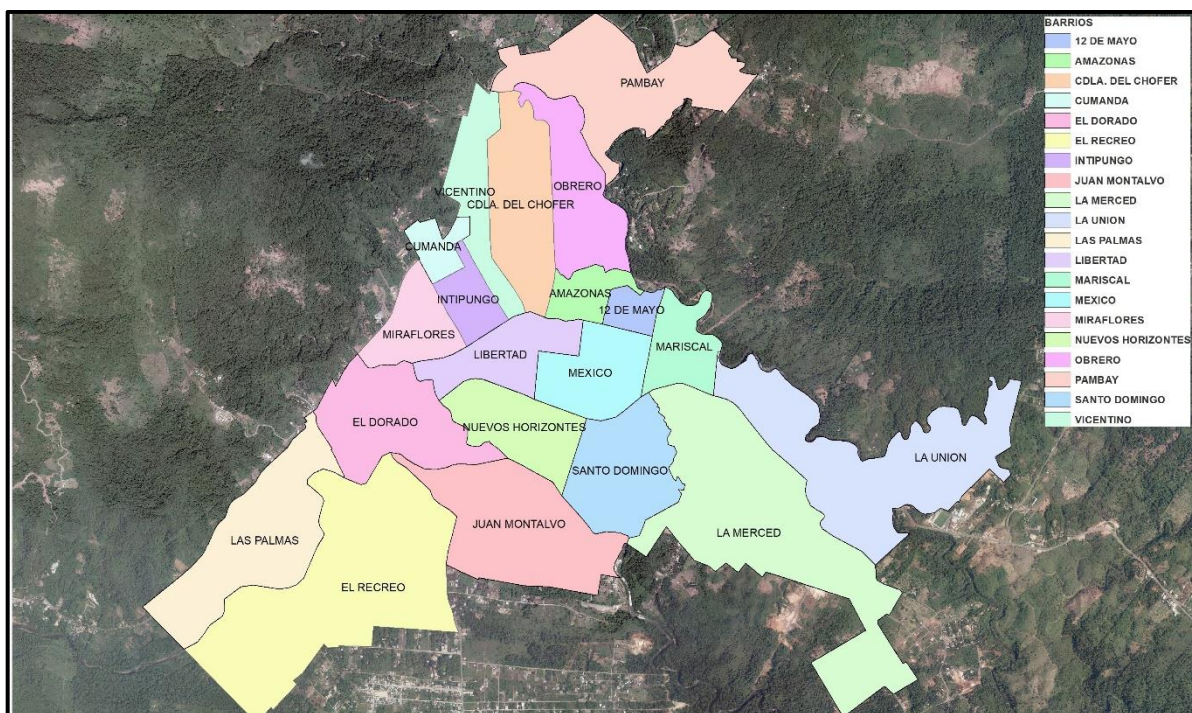


Figura 1. Mapa de la Ciudad Puyo y Ubicación del proyecto.

En relación a la dotación de agua, la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Pastaza (EMAPAST-EP), es la institución responsable de administrar el recurso en la ciudad. Con los datos proporcionados por la dirección comercial EMAPAST-EP, se contabiliza a diciembre del año 2021 un total de 12 144 usuarios registrados en las diferentes clases: residencial, comercial, industrial y estatal.

La distribución del agua a cada uno de los usuarios se hace a través de las captaciones superficiales (EMAPAST-EP, 2021). Aquellas que se encuentran operativas actualmente se observan a continuación (**Tabla 1**):

Tabla 1*Fuentes de captación ciudad Puyo.*

Planta	Captación	Caudal (m³/mes)
El Rosal	El Rosal	219 237,79
La Palestina	Río Puyo	191 846,57
	Pambay	125 337,85
	Las viejas	70 896,97
San Vicente	Pindo Grande	164 218,62
	Pindo Chico	14 774,40
Total		786 312,20

Nota. La medición corresponde al caudal inyectado en el mes de Julio del año 2021, tomados por los trabajadores del departamento de operaciones de la EMAPAST-EP, los datos se obtienen del Informe Ejecutivo del mismo año.

Fuente: (EMAPAST-EP, 2021)

Desde las captaciones existen 3 líneas de conducción designadas, que son: El Rosal, La Palestina y San Vicente. Más adelante, el transporte de agua tratada se realiza con líneas de conducción de PVC de 315 mm y 350 mm de diámetro, por las cuales se envía agua desde el lugar de tratamiento hasta cada una de las reservas (EMAPAST-EP, 2021).

Hoy en día se cuenta con una sola red de distribución de agua potable que provee a los usuarios mediante siete tanques de reserva, los mismos que son: Palestina, La Constructora, Victoria de León, San Vicente, La Isla y El Rosal; brindando regulación autónoma y asegurando una distribución continua para cada uno de los barrios de la ciudad (EMAPAST-EP, 2021).

En la **Tabla 2** se aprecian los datos de la red de agua potable, destacando como principales propiedades: las extensiones de tubería, superficie de cobertura, tanques de almacenamiento, con sus correspondientes volúmenes y ubicaciones.

Tabla 2*Propiedades del sistema de distribución.*

Red de distribución	Longitud de tubería M	Nombre del tanque	Volumen de reserva m³	Ubicación de la reserva
Principal	8 764,70	Palestina	1 000	Cdla. del Chofer
		Constructora	300	Cdla. del Chofer
		Victoria de León	1 000	Miraflores
		San Vicente	1 000	Las Palmas
		La Isla	1 000	Mariscal
		El Rosal	1 000	El Rosal

Fuente: (EMAPAST-EP, 2021)

Las tuberías de conducción que distribuyen el agua potable desde los tanques de reserva hacia las conexiones domiciliarias, cuentan con una variedad de diámetros en base a sus diferentes necesidades. Las tuberías de distribución tienen los siguientes diámetros de: 63mm, 90 mm, 110 mm, 160 mm; y las acometidas domiciliarias de 1/2"; el material que predomina es PVC con los cambios realizados en el Plan Maestro de agua potable en el año 2014.

La cobertura del servicio es del 91.05% según el informe emitido por el ARCA (2020) y el suministro actual es continuo en la red de distribución.

Para brindar un servicio de calidad a la ciudad, la EMAPAST-EP cuenta con diversas áreas que atienden los requerimientos de los usuarios, entre las que se encuentra la Dirección de Gestión Técnica; misma que cuenta con personal encargado de la operación y mantenimiento de todo el sistema de agua potable de la ciudad, y la Jefatura de Control de Pérdidas; cuyo objetivo es implementar programas de reducción y control de agua no contabilizada, ya que uno de los inconvenientes que afecta al servicio es la presencia diaria de fugas de agua potable por distintas causas en la red de distribución, ocasionando pérdidas económicas a la entidad encargada por el agua tratada desperdiciada.

1.1.2 Antecedentes de la investigación

En un sistema de agua potable, por más eficaz que sea su diseño y construcción siempre se van a presentar pérdidas en la red de distribución. Según Castro & Valdés (2009), la operación segura de estos sistemas es primordial debido a que se trata de un elemento vital y valioso. Sin embargo, y a pesar de las medidas de precaución que se tomen, existe la posibilidad de pérdidas por diversos factores, tales como rajaduras, corrosión, desgaste, entre otras.

Avalos & Flores (2021) afirman que las pérdidas de agua que se dan en los sistemas de abastecimiento urbano, por la ineficiencia operacional la cual se debe estudiar de manera integral puesto que es importante identificar las pérdidas que se ocasionan en los procesos de captación, conducción, potabilización y distribución de agua a los usuarios.

Según García & Benavides (2019) en la actualidad se estima que un 85% de la población tiene acceso a un servicio adecuado de agua potable; sin embargo, cerca de un 40% no es registrada o facturada, debido a pérdidas, fugas o tomas clandestinas, lo que constituye un problema en la gestión y distribución de agua para consumo humano. Por lo expuesto, las pérdidas de agua potable afectan directamente a la economía, ya que los fondos se invierten en el aumento de la producción de agua potable. Según Torres (2021) en la revista "Las Primicias", en Ecuador se pierden USD 320 millones al año por fugas y robo de agua potable.

De acuerdo con el boletín estadístico emitido por la Agencia de Regulación y Control del Agua (2019), Ecuador alcanza una tasa del 53.49% de agua no contabilizada y en la ciudad Puyo un 44.97%, lo que nos indica que todavía existen deficiencias en las redes que abastecen agua potable a los usuarios en las distintas localidades del país.

En los estudios realizados por Ziegler et al. (2009), las pérdidas de agua están presentes en todos los sistemas de distribución y llevan asociados impactos económicos, técnicos, sociales y

ambientales de gran envergadura que los ponen en riesgo; por eso es de vital importancia la implementación permanente de acciones para la reducción de agua no contabilizada.

Por todo lo antes mencionado, el presente trabajo de investigación está orientado a analizar la incidencia de la presencia de fugas en las redes de abastecimiento de agua potable en la ciudad Puyo, con el propósito de identificar las causas y la cantidad que representa y de esta manera proponer una solución para beneficiar a la población al dotar de agua potable al mayor número de viviendas de la localidad y aprovechar de forma adecuada este recurso vital para el ser humano.

La ciudad Puyo cuenta con una red de distribución para las distintas zonas de la ciudad. Diariamente se producen fugas de agua potable, siendo las principales causas: falta de mantenimiento preventivo, tuberías antiguas, daños en conexiones domiciliarias, condiciones climáticas extremas; generando perjuicios económicos e inconvenientes para la población y la empresa responsable de la distribución y mantenimiento EMAPAST-EP.

Generalmente al no aplicarse un mantenimiento periódico o preventivo, repercute en la red de distribución al producirse fugas, que en su defecto son reparadas generalmente ante la existencia de quejas o reportes emitidos por los habitantes de manera directa en las oficinas de la empresa o a su vez mediante llamadas telefónicas, empleando en la mayoría de casos un mantenimiento correctivo. Posteriormente, al encontrar y ubicar las filtraciones de agua, se procede a realizar la reparación de las mismas, dependiendo de la severidad del daño en la red de distribución. El siguiente paso es la excavación para la reparación de dichas fugas, causando varios inconvenientes como el bloqueo en las vías, desperdicios de material, interrupción en el servicio de agua potable, entre otros.

En la ciudad Puyo cuentan con una cuadrilla para realizar este procedimiento, la cual está conformada por: un técnico y cinco personal operativo, según la magnitud de la fuga se demoran de dos a tres horas en atender la emergencia.

1.2 Planteamiento del Problema

El agua al no ser utilizada de manera consciente, dar tratamientos ineficientes y su uso descontrolado se lo considera como un recurso no renovable; por ello las instituciones encargadas de este recurso deberían crear y mejorar las normativas, para reducir las pérdidas en una red de distribución. Según el boletín publicado por el ARCA en el año 2021, en Ecuador el 78.8 % de la población cuenta con cobertura del servicio de agua potable, existiendo un 48.4 % de agua no contabilizada y un 44.22 % para el cantón Pastaza, lo que demuestra que existe deficiencias en la gestión del servicio de agua potable a nivel nacional (ARCA, 2021).

La red de distribución de la ciudad de Puyo presenta varios problemas que afecta el correcto funcionamiento de la misma. El clima, al ser húmedo y tener constantes lluvias esto provoca que las tuberías sufran daños debido a deslaves constantes, así causando fisuras y rupturas en la tubería, además por las crecientes de los ríos que provoca el taponamiento de las rejillas de las plantas de captación de agua, dando como resultado un caudal bajo para que se traslade por la

línea de conducción y de la misma forma exista presiones bajas. Debido al desmedido incremento de usuarios, existe un crecimiento desordenado en la red ocasionando que se fragmente las tuberías del sistema y como consecuencia también aporta a que exista presiones bajas y fugas (EMAPAST-EP, 2021).

1.3 Justificación

Al ser el agua uno de los recursos fundamentales para el crecimiento productivo de la población, puesto que es empleada en la gran mayoría de actividades diarias; es por ello necesario determinar los problemas de ANC presentes en los sistemas de distribución de agua potable para lograr una gestión eficiente y sostenible de dicho recurso.

Según las investigaciones de García & Benavides (2019) y Fuentes et al. (2011) las fugas de agua potable siempre van a existir siendo muy complicado eliminarlas o evitarlas en su totalidad de las redes de distribución, se debe tomar acciones preventivas enfocadas en reducir al mínimo el volumen real de agua incontrolada fugada. Al disminuir la presencia de fugas en la red ayudara a mejorar la calidad del servicio, pudiendo proveer y abastecer a varios nuevos usuarios garantizando el bienestar de la población.

Es necesario determinar la condición actual de la gestión del sistema de distribución de agua potable de la ciudad Puyo, analizando la incidencia de fugas existentes en la red de distribución, tomando en cuenta los volúmenes de ANC, las variaciones de presiones, las zonas donde existen mayor presencia de fugas y el gasto económico que estas implican, con la finalidad de que se logre tomar acciones que beneficien la calidad de vida de los usuarios.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Analizar de la incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable de la ciudad Puyo.

1.4.2 Específicos

1. Reconocer las zonas que presentan mayor cantidad de fugas en la ciudad Puyo de acuerdo a los datos proporcionados por la EMAPAST- EP.
2. Identificar los sectores de distribución de la red y realizar un balance hídrico para determinar cuantitativamente la cantidad de agua potable fugada en la red.

3. Reconocer las zonas donde existe la mayor cantidad de fugas de agua en la matriz de la ciudad Puyo, e identificarlas en el sistema de información geográfica.
4. Determinar en base a los resultados obtenidos la relevancia del problema, discutir sus posibles causas y plantear soluciones al mismo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1 Conceptos generales

2.1.1 Sistema de agua potable.

Un sistema de agua potable es una serie de obras necesarias para captar, conducir, almacenar, tratar y distribuir este recurso desde sus fuentes tales como: vertientes, quebradas, ojos de agua, etc., hasta una población específica que será favorecida. Con este servicio el sistema de agua potable será eficiente, siempre y cuando además de un correcto diseño, se cuente con un personal capacitado para operar y mantener el mismo, incluyendo todos los instrumentos y equipos que lo conforman (Cardenas & Patiño, 2010).

El recurso puede ser distribuido por gravedad, con bombas o mediante la combinación de bombas y dispositivos de almacenamiento. Cuando la fuente de suministro está ubicada en una altura muy superior a la de la ciudad, es posible la distribución por gravedad. La red de tubería de la cual se compone el sistema de distribución esta subdividida en líneas principales o arteriales y líneas secundarias. Las líneas principales llevan el agua a los distintos distritos de la ciudad. Las líneas secundarias son las que toman el agua de las líneas principales y la llevan al usuario. En las líneas secundarias hay válvulas que permiten cortar el suministro en distintas zonas entre otras para realizar reparaciones (Campaña & Ortega, 2016).

2.1.2 Fugas en la red de distribución

“Se refiere a la salida de agua no controlada en los elementos del sistema de distribución, provocadas por las roturas de las tuberías, uniones y válvulas” (Huancahuari & Montero, 2018)

Huancahuari & Montero (2018) manifiestan que “Una fuga es un escape físico de agua en cualquier punto del sistema de agua potable; puede ocurrir en conducciones, tanques de almacenamiento, redes de distribución, conexiones domiciliarias y dentro de las casas de los usuarios”.

2.1.3 Clasificación de fugas

De acuerdo con Campaña & Ortega (2016), existe la siguiente clasificación de fugas en las redes de abastecimiento de agua potable:

Categoría 1: Estas fugas se producen en las conexiones las cuales generan una pérdida pequeña de volumen de agua (sudor o goteo) en las tuberías que conforman una red de distribución, dichas pérdidas solo se pueden identificar al ser visibles.

Categoría 2: Estas fugas son no visibles, pero a pesar de ello se pueden detectar mediante una revisión e incluso es necesario el uso de aparatos de sondeo acústico y electrónico; ya que en conjunto estas pérdidas suman un alto porcentaje.

Categoría 3: Estas fugas también se las conoce como fugas visibles, siendo que producen un gran volumen de pérdidas de agua que sale a la superficie. Dichas fugas se presentan debido a roturas en las redes de distribución, las cuales resultan de presiones inadecuadas, entre otras causas de deficiencia del sistema.

2.1.4 Factores que inciden en la presencia de fugas

El principal factor que incide en la presencia de fugas es la elección de la calidad de los materiales, ya que no siempre se toma en cuenta aspectos imprescindibles como: corrosión, conducción, costo, mantenimiento, presión de las cargas dinámicas de tráfico y el tránsito hidráulico (Huacahuari & Montero, 2018).

La corrosión en las tuberías disminuye la presión hidráulica, provocando rupturas y la reducción de la calidad del agua. Influyen en la aparición de fugas, que por sus características se determina el tipo de falla. (Huacahuari & Montero, 2018).

Por otra parte, la existencia de variación de presiones altas y bajas provocan fugas en la red de distribución, siendo la presión máxima tolerable de 50 mca; la presencia de presiones mayores a este valor genera incremento en el consumo y originan daños en los componentes y accesorios de la misma (CPE INEN 5, 1992).

2.1.5 Relación entre incidencia de fugas y desarrollo sostenible

Uno de los temas que generan mayor controversia en la actualidad es el desarrollo sostenible, ya que para obtener un equilibrio adecuado se necesita utilizar de manera correcta los recursos y así cumplir con las necesidades de la población actual sin afectar las necesidades de las de generaciones venideras (Ziegler et al., 2009). Los principales impactos de las fugas de agua en un desarrollo sostenible son los siguientes:

Impactos económicos: Según Zuñiga (2019) “Las fugas son consumos dependientes de la presión y la mala gestión de esta problemática, produce una gran pérdida económica debido que es agua que se está inyectando al sistema, pero no es agua que se está facturando.”

Impactos técnicos: Percances en el correcto desempeño de toda la red pues, al existir fugas, los sistemas de distribución no funcionan al 100% de su capacidad y lo hacen de manera interrumpida (Zuñiga, 2019).

Impactos sociales: Las fugas tienen incidencia directa a los usufructuarios por deficiencias en la dotación, interrupciones temporales y afectaciones a la salud debido a las posibles filtraciones de contaminantes en las fracturas existentes en las tuberías (Zuñiga, 2019).

Impactos ambientales: Según Achache & Gómez (2022) “Al requerir mayor producción de agua, se requiere explotar más recursos y fuentes de captación, lo que significa que cada vez se dispondrá de menos agua al ser un recurso no renovable.”

Dichos impactos manifiestan que las fugas de agua afectan en cada uno de los aspectos que conforman un sistema de agua sostenible, por lo que es necesario que las empresas cuenten con un ámbito político y financiero para ayudar a la reducción de fugas con la ayuda de regulaciones, incentivos, gestión y fijación de metas.

2.1.6 Método de diagnóstico de fugas

Para la elección de un método que nos ayude a determinar las pérdidas de agua presentes en una red de abastecimiento, se vuelve forzoso asimilar que el volumen de agua desperdiciado por fugas es casi imposible de establecer con exactitud, dado que inclusive en redes automatizadas solo se logra obtener una idea cercana del estado existente de las redes. Antes de la implementación de una planificación para la disminución de pérdidas, es indispensable ejecutar un diagnóstico para hallar las causas de las fugas y el lugar específico donde se producen, de manera que se las pueda cuantificar. Existen diferentes técnicas empleadas para examinar y valorar el funcionamiento hidráulico del sistema con el objetivo de reducir el volumen fugado; sin embargo, la que se utiliza con mayor frecuencia es la valoración a través de balances hídricos (Achache & Gómez, 2022).

2.1.7 Diagnóstico mediante balances hídricos

El balance hídrico se fundamenta en determinar con precisión los distintos niveles y rumbos del agua que se introduce en la red, con la finalidad de valorar la eficacia del mismo mediante rendimientos volumétricos porcentuales, por los que medimos el nivel y la magnitud de agua pérdida (Medina & Benavides, 2009).

Son varios los procedimientos existentes para efectuar el balance hídrico, el planteado por Cabrera et al. (1999) también conocido como “Auditoría volumétrica del abastecimiento urbano” o el expresado en el año 2000 por el IWA (International Water Association). Aunque las dos propuestas son semejantes, la presentada por Cabrera et al. (1999) hace mayor énfasis en el sistema de distribución dejando de lado las fugas que pueden existir en los depósitos, plantas potabilizadoras, etc.

En la **Figura 2** se especifican los elementos presentes en el balance hídrico técnico:

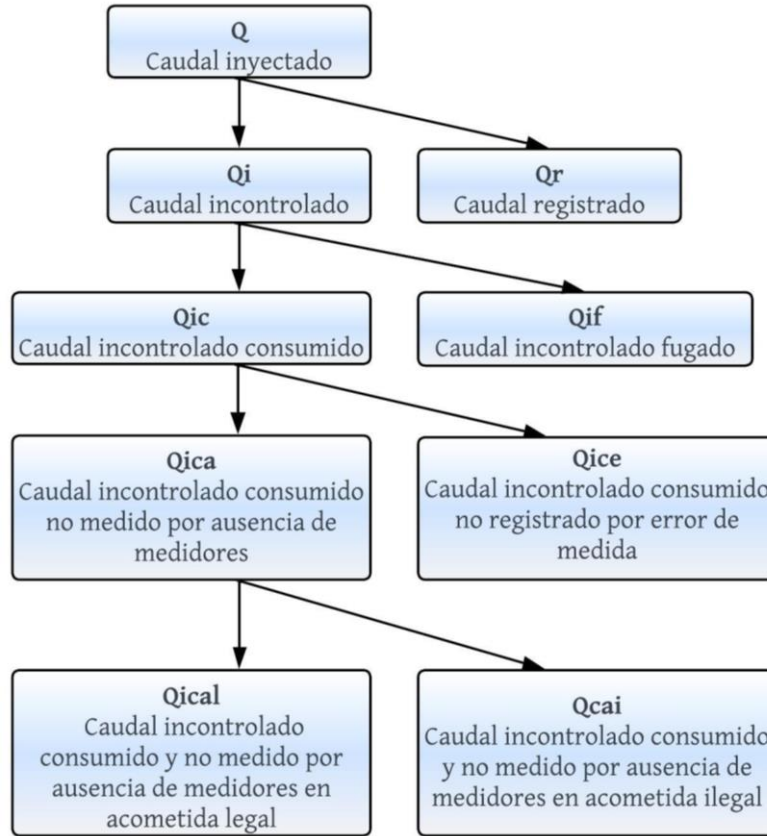


Figura 2. Balance hídrico técnico.

Fuente: (Cabrera et al., 1999)

La entidad responsable de reunir la información del servicio de agua potable de cada uno de los cantones del Ecuador es la Agencia de Regulación y Control de Agua (ARCA, 2017). Las principales atribuciones son: la regulación y control de la administración de los recursos hídricos. La institución se encarga de emitir comunicados estadísticos anuales, con la finalidad de valorar las empresas basándose en indicadores como: “Agua no contabilizada (IANC)”; el cual determina la cantidad de volumen de agua potabilizada que se desperdicia desde que es inyectada en el sistema de distribución, hasta cuando llega a los beneficiarios del servicio y se factura. El producto se lo consigue por medio del volumen de agua distribuida a la red y del volumen total facturado; mientras más bajo sea el valor, el desempeño será mayor. Basándose en esto, se clasifican en tres categorías que muestran el porcentaje de agua no contabilizada y el nivel de desempeño individual de los cantones según la Regulación 003, definida por el ARCA (2018).

2.2 Estado del arte

Eras (2019) en su tesis titulada “Relación entre las fugas de agua y consumos de agua potable en el sector residencial”, tiene como objetivo principal determinar la relación de las fugas y los consumos de agua potable, en varios sectores residenciales. La metodología utilizada por Eras (2019), se basó en una recopilación bibliográfica. Esta bibliografía proporcionó información sobre los posibles inconvenientes que se pueden producir al tener fugas intradomiciliarias para poblaciones menores a 150 000 ciudadanos.

Delgado (2011), en su tesis titulada: “Aplicación del método de jerarquías analíticas (AHP) a la gestión de pérdidas de agua en redes de abastecimiento” tuvo como objetivo principal el de “Proporcionar una herramienta de utilidad para los gestores de abastecimientos de agua potable que permita tomar una decisión respecto a la política de gestión de fugas que debe ser aplicada”. Dicha investigación verificó la limitada importancia dada a las externalidades en la evaluación de: “fugas y en alternativas de gestión”. La utilización de la metodología AHP, según Nantes (2019), “Es un método cuantitativo para la toma de decisiones multicriterio, que permite generar escala de prioridades basándose en juicios expertos manifestados a través de comparaciones”, y de este modo obtener resultados positivos.

Macías (2021), en su tesis titulada: “Optimización de gestión para detectar fugas del circuito 6 de la red de agua potable de la ciudad de Jipijapa”, tuvo como propósito mejorar la gestión para localizar las fugas en la una red de abastecimiento de agua potable. El procedimiento utilizado fue la exploración técnica visual de las calles que conforman dicha red, teniendo en cuenta criterios como: mala condición de las tuberías, uso inapropiado del agua para la limpieza de vehículos y calles y poco mantenimiento a los medidores de agua, por lo que sugiere efectuar inspecciones con indumentaria tecnológica, para detectar micro-fugas en la red de tuberías que no se pueden identificar con una inspección visual. Según Macías (2021), es recomendable “Realizar un mantenimiento preventivo semestral o anual, para disminuir el caudal de pérdida”.

Fonseca & Rodríguez (2017) en su tesis titulada: “Detección y localización de fugas en las redes de agua potable del acueducto Acuarayan (San Francisco, Cundinamarca) mediante electroacústica y análisis de presiones”, tienen como propósito “Identificar variaciones de presión y caudal en las redes de distribución de agua potable y uso de herramientas electroacústicas (geófono) para detección de fugas”. El proyecto consta de cuatro etapas, según Fonseca & Rodríguez (2017), “la recopilación de la información, el análisis de datos, el trabajo en campo y el análisis de distribución de presiones. Una vez realizado este proceso los resultados obtenidos fueron relevantes. En este caso, con respecto a las fugas en las redes de agua potable se emplearon herramientas como la pitometría y la herramienta tecnológica EPANET; las cuales tiene como propósito realizar simulaciones hidráulicas en condiciones ideales de operación y mediciones de caudales nocturnos inyectados, puesto que en horas de la noche los hábitos de consumo son mínimos. Además de ello, la geofonía permitió diferenciar el caudal asociado a fugas”.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.

3.1 Tipo y diseño de investigación

Para la presente investigación se aplica un procedimiento de enfoque mixto, siendo el cuantitativo la recopilación y procesamiento de datos necesarios para determinar los balances hídricos y productividad volumétrica que muestran la magnitud de agua no controlada y fugada, en cuanto a lo cualitativo se realiza recopilación de datos tomados en situ, por parte de la empresa, mismos que se encuentra en los informes anuales de rendición de cuentas de la EMAPAST- EP durante el periodo 2021, con los cuales se logra identificar las características y el origen de las fugas más frecuentes. Con respecto al diseño de investigación, se aplica un diseño no experimental, debido a que no existe manipulación de las variables de la investigación. En este contexto Hernández et al. (2014), manifiestan que en el diseño no experimental se observa el fenómeno en su estado natural, tal y como se muestra para ser analizado.

El modelo de estudio es correlacional, permitiéndonos establecer la manera en que actúa dicho fenómeno con relación a otros acontecimientos o variables. En nuestra investigación se examina la conexión entre los diferentes factores que repercuten en la aparición de fugas (Borja, 2012).

A continuación, en la **Figura 3** se detalla la metodología propuesta para el cumplimiento de los objetivos planteados en el presente estudio:

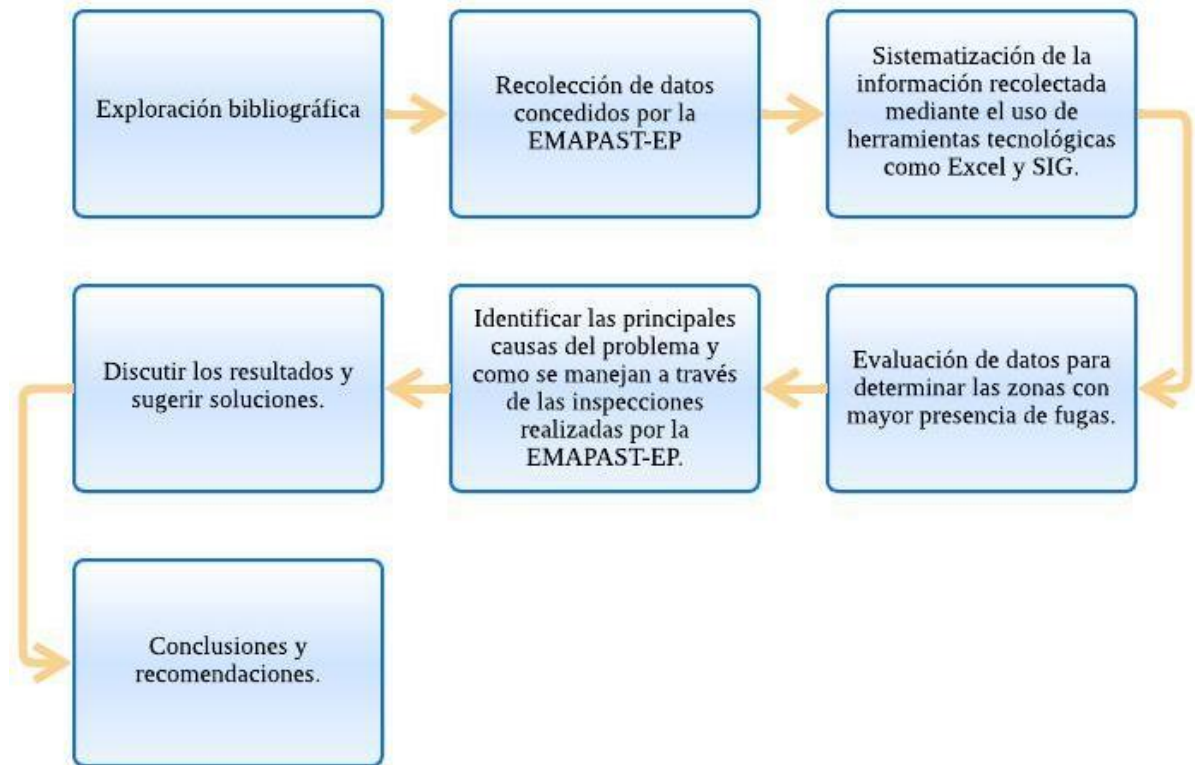


Figura 3. Metodología propuesta.

Se realiza una revisión bibliográfica para una mejor comprensión del tema de investigación y su avance a nivel local e internacional. Para ello, se utilizan fuentes digitales como repositorios de Universidades, bibliotecas virtuales, Google Académico, Scopus, entre otros; se recolecta la información necesaria, se procesa en Excel y se identifican las zonas con mayor presencia de fugas mediante sistemas de información geográfica, se examinan los lugares donde ocurren las fugas; para lo cual se propone soluciones que contribuyan con la reducción de agua fugada.

3.2 Recopilación de información

Para llevar a cabo la presente investigación es de gran importancia contar con la ayuda de la institución responsable de la gestión del sistema de agua potable de la zona de estudio, misma que es la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado EMAPAST-EP. Por tal razón, a través de un oficio se solicitan los siguientes datos de oficina y campo correspondientes a la distribución del servicio:

1. Planos del sistema de agua potable de la ciudad Puyo en formato DWG.
2. Modelo matemático de la red.
3. Volumen de agua total que se suministra a las redes de distribución.
4. Volúmenes de consumo mensuales medidos y facturados históricos.

5. Valores históricos de recaudación mensual de agua potable.
6. Expedientes técnicos de operación y mantenimiento de las redes de distribución.
7. Estadísticas de agua no facturada.

Los datos son proporcionados mediante correo electrónico por Gerencia General de la empresa.

3.3 Población de estudio

Son los usuarios/clientes inscritos en la empresa de agua potable EP- EMAPAST de la ciudad Puyo, mismos que cuentan con un medidor. Es por ello que se considera el registro de información suministrada de parte de los departamentos técnicos y dirección comercial de la EMAPAST-EP; dentro del cual se manifiesta que hasta diciembre del año 2021 existen 12 144 clientes inscritos en los diferentes categorías, como se muestra en la **Tabla 3**, se examina la información registrada de los consumos mensuales de enero a diciembre del año 2021.

Tabla 3

Número de usuarios y categorías a diciembre del 2021.

Categoría	Subcategoría	N° de usuarios por subcategoría	N° de usuarios total	Porcentaje que representa
Residencial	Residencial normal	9 504	10 339	85,04 %
	Tercer Edad	737		
	Discapacidad	98		
Comercial	Comercial	1 581	1 581	13,09 %
Industrial	Industrial	43	43	0,36 %
Estatad	Estatad Normal	181	181	1,51 %
		Total	12 144	100 %

Fuente: (EMAPAST-EP, 2021)

3.4 Procesamiento y análisis de datos

3.4.1 Balance hídrico técnico

Para el cálculo de los balances hídricos se procesan los datos proporcionados por la EMAPAST-EP desde enero a diciembre del año 2021. Su análisis se efectúa para determinar la relación existente entre el agua inyectada y el agua facturada en períodos mensuales y anuales siguiendo la ecuación (1), según Cabrera et al. (1999):

$$Q = Qr + Qi \quad (1)$$

Donde:

1. Q= caudal inyectado (m³/mes)

Caudal medido a través de caudalímetros o macromedidores y ubicados en las salidas de los tanques de reserva de la red de distribución.

2. Q_r = caudal registrado (m^3/mes)

Volumen registrado de agua contabilizada por los medidores localizados en cada una de las acometidas de los usuarios.

3. Q_i = caudal incontrolado (m^3/mes)

Volumen que no es medido y del cual su destino es incierto, por tal motivo la institución reguladora no percibe ningún valor.

$$Q_i = Q - Q_r \quad (2)$$

4. Q_{ic} = caudal incontrolado consumido (m^3/mes)

Volumen de agua utilizado por los clientes pero que no se encuentra cuantificado por la entidad reguladora.

5. Q_{if} = caudal incontrolado fugado (m^3/mes)

Volumen de agua no controlado y desperdiciado por la presencia de fugas en la red de distribución.

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

A continuación, se describe cada uno de los parámetros que intervinieron en el cálculo del balance hídrico:

3.4.1.1 Caudales inyectados por planta de tratamiento (Q)

La EMAPAST-EP efectúa el registro del caudal de agua inyectado en los 6 tanques; dichos tanques utilizan caudalímetros electrónicos portátiles en sus salidas. Es por ello que la información presentada es confiable, puesto que las mediciones proporcionadas de los volúmenes fueron tomadas a diario a lo largo del año 2021 como se detalla en la **Figura 4**, con lo que se obtiene un volumen total de agua inyectada a la red de distribución de 781 921,05 m^3 como se muestra en la **Tabla 4**:

Tabla 4

Caudales inyectados a las red de distribución de la ciudad Puyo.

Planta de tratamiento	N° usuarios	Q inyectado l/s	Q inyectado m^3/mes
San Vicente		77,47	200 809,4083
La Palestina	12 144	139,22	360 847,9992
El Rosal		84,98	220 263,6383
Total	12 144	301,66	781 921,0458

Fuente: (EMAPAST-EP, 2021)

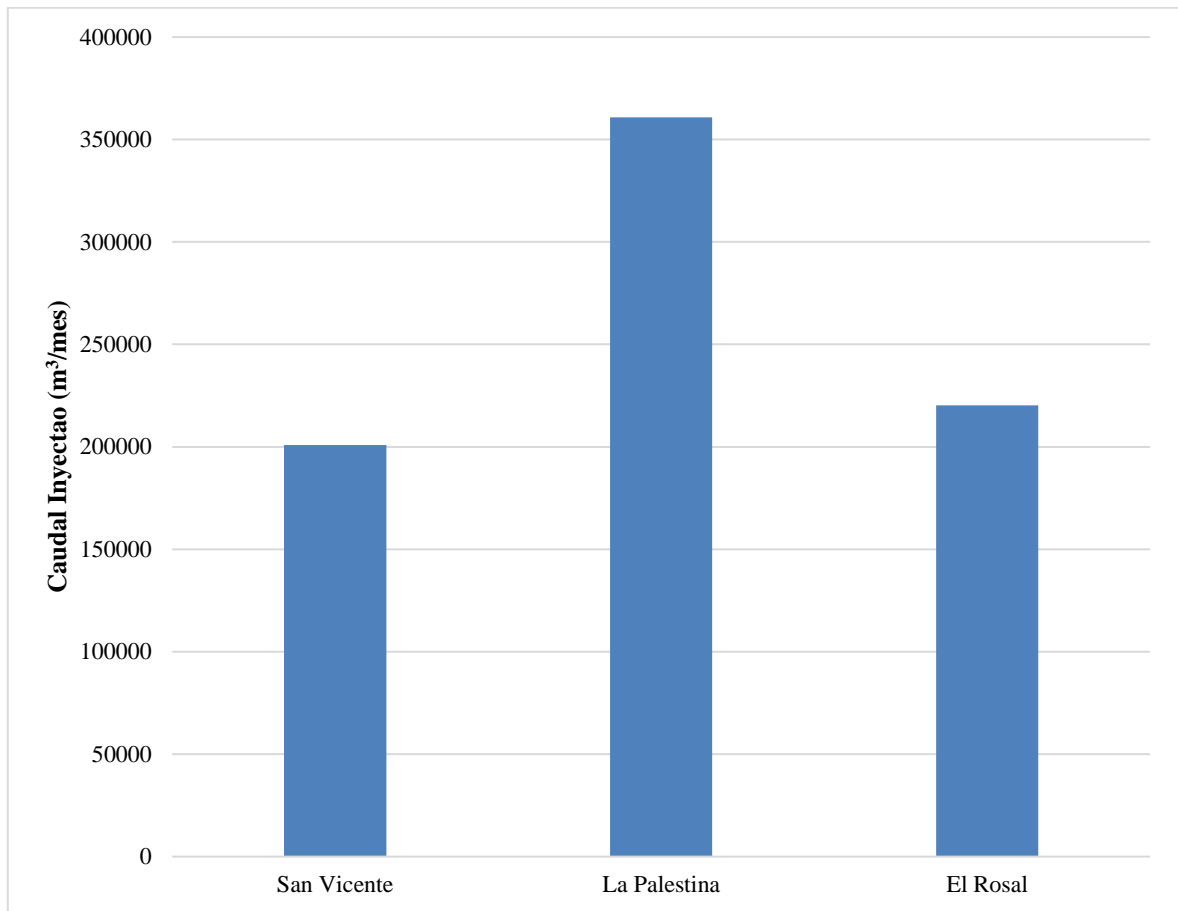


Figura 4. Caudales inyectados por planta de tratamiento.

3.4.1.2 Caudales registrados Puyo (Qr)

Los valores facturados muestran el caudal consumido por cada uno de los clientes de manera mensual se los realiza mediante lecturas registradas en los micromedidores de cada una de las acometidas domiciliarias. Dichos volúmenes son medidos en metros cúbicos por empleados de la EMAPAST-EP.

En la **Tabla 5** y **Figura 5** se observa el número de usuarios registrados durante el periodo de estudio y el crecimiento anual en la ciudad Puyo, lo que significa un aumento en la demanda del caudal inyectado.

Tabla 5*Número de usuarios anual registrados.*

AÑO	2018	2019	2020	2021
MES	N° usuarios			
ENERO	10 631	11 104	11 578	11 853
FEBRERO	10 664	11 165	11 606	11 867
MARZO	10 704	11 223	11 622	11 894
ABRIL	10 741	11 298	11 622	11 927
MAYO	10 848	11 317	11 622	11 954
JUNIO	10 879	11 336	11 645	11 982
JULIO	10 941	11 355	11 645	12 027
AGOSTO	10 987	11 378	11 670	12 049
SEPTIEMBRE	10 989	11 402	11 680	12 080
OCTUBRE	10 993	11 427	11 508	12 102
NOVIEMBRE	11 051	11 490	11 556	12 125
DICIEMBRE	11 079	11 523	11 582	12 144
TOTAL	130 507	136 018	139 336	144 004

Fuente: (EMAPAST-EP, 2021)

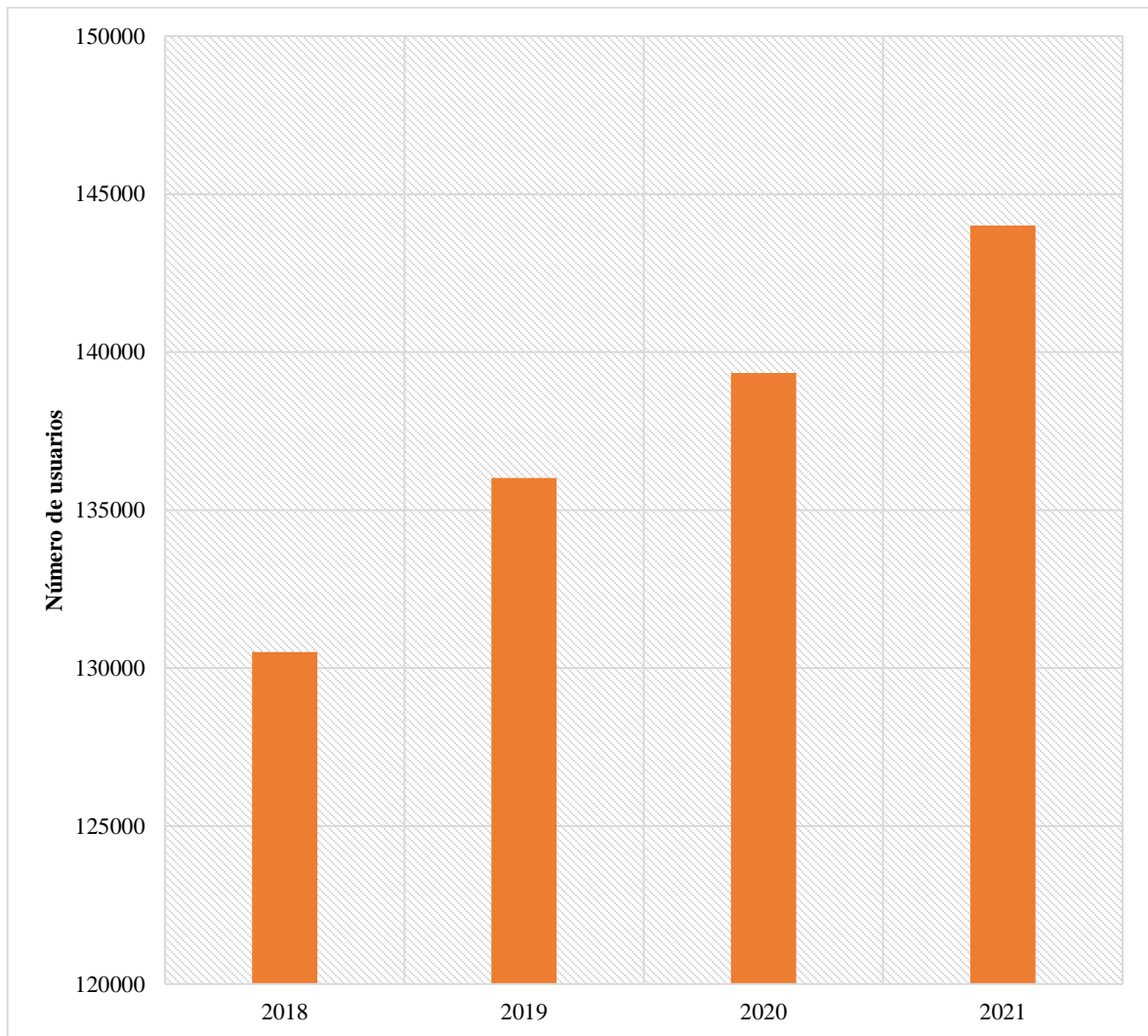


Figura 5. Incremento de usuarios registrados.

Fuente: (EMAPAST-EP, 2021)

En el periodo de análisis de la ciudad Puyo, el mayor caudal registrado se da en el año 2019, con un valor de 4'398 876 m³/año como se observa en la **Tabla 6** y **Figura 6**.

Tabla 6
Caudales anuales registrados.

AÑO	2018	2019	2020	2021
MES	Q registrado m³/mes			
ENERO	339 863,00	416 032,00	344 838,00	424 867,00
FEBRERO	328 166,00	357 525,00	383 514,00	352 861,00
MARZO	283 490,00	351 236,00	350 941,00	344 185,00
ABRIL	362 130,00	371 810,00	433 965,00	360 583,00
MAYO	358 580,00	380 097,00	337 698,00	300 264,00
JUNIO	347 613,00	321 753,00	348 617,00	380 496,00
JULIO	340 378,00	334 559,00	450 083,00	335 042,00
AGOSTO	339 556,00	363 632,00	301 452,00	359 656,00
SEPTIEMBRE	370 842,00	347 837,00	309 088,00	359 178,00
OCTUBRE	309 150,00	366 688,00	339 602,00	342 966,00
NOVIEMBRE	384 135,00	401 711,00	381 700,00	359 252,00
DICIEMBRE	336 574,00	385 996,00	368 908,00	384 153,00
TOTAL	4'100 477,00	4'398 876,00	4'350 406,00	4'303 503,00

Fuente: (EMAPAST-EP, 2021)

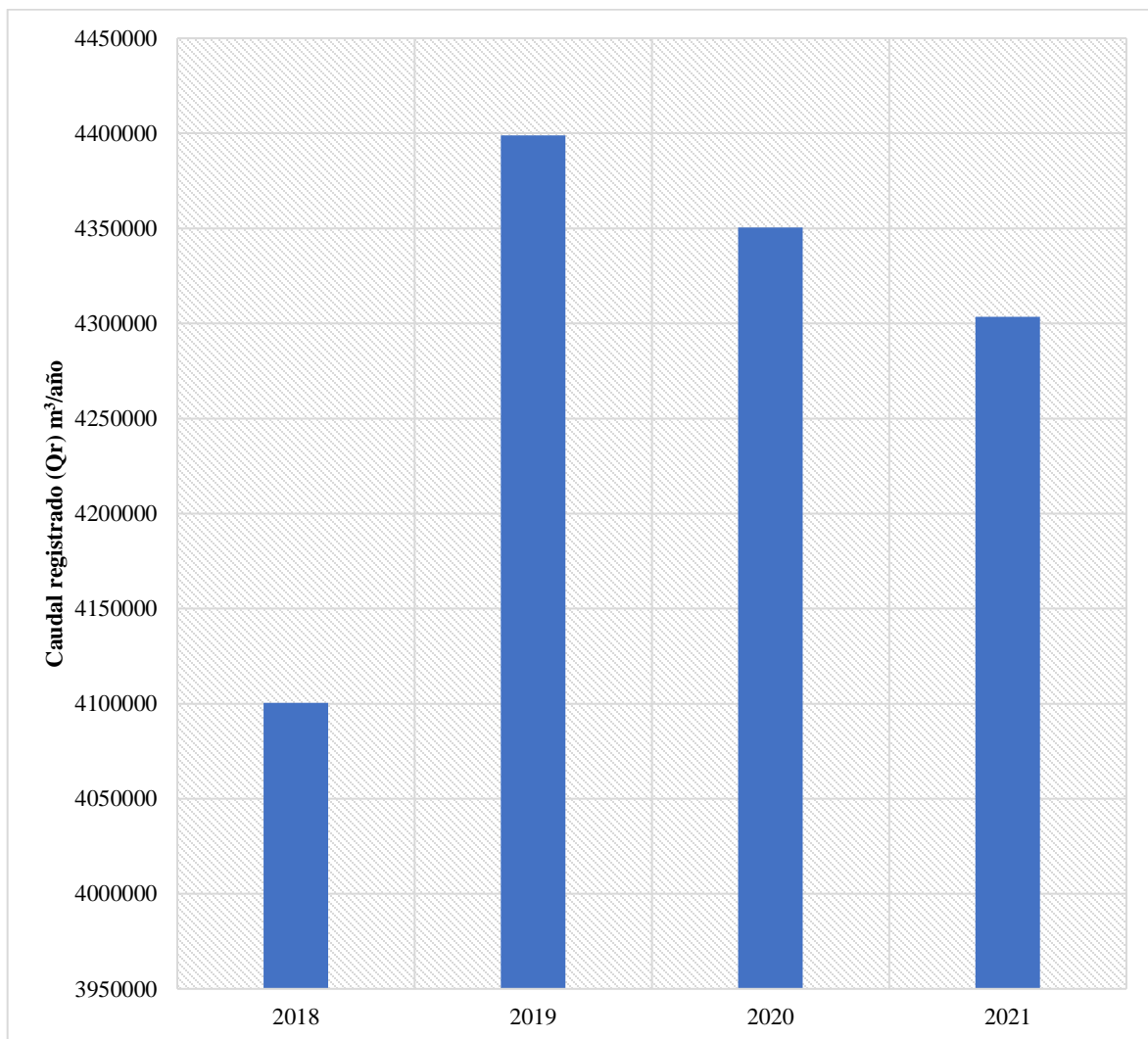


Figura 6. Variación de los caudales anuales registrados.

Fuente: (EMAPAST-EP, 2021)

En el año 2018 se registra un caudal bajo en comparación a los demás años de estudio, puesto que en dicho año se cuenta con la menor cantidad de usuarios siendo esta igual a 11 079, es decir para el año 2019 se proporcionó del servicio a 444 usuarios más.

3.4.1.3 Caudal incontrolado consumido (Qic)

En la ciudad Puyo, todas las instituciones estatales tales como: municipales, centros educativos, religiosas, zonas recreativas, establecimientos de salud; cuentan cada una de ellas con un medidor propio que factura el volumen de agua consumida. Para el caso de análisis según Cabrera et al. (1999), el subcontaje se puede considerar el 5% del volumen total producido al mes como se puede observar en la **Tabla 7**.

Tabla 7*Consumos incontrolados consumidos de los años 2018, 2019, 2020, 2021.*

AÑO	2018	2019	2020	2021
MES	Qic m³/mes			
ENERO	32 844,42	35 260,86	33 953,22	41 052,75
FEBRERO	31 870,07	32 280,26	33 779,48	34 834,25
MARZO	29 169,25	34 861,66	35 774,43	38 361,59
ABRIL	36 704,04	32 668,73	35 441,69	34 228,28
MAYO	35 107,16	34 987,83	35 061,48	34 367,99
JUNIO	34 278,93	34 927,42	35 947,77	34 236,33
JULIO	34 012,31	33 365,96	36 882,78	39 315,61
AGOSTO	33 439,32	32 129,84	37 931,77	41 298,10
SEPTIEMBRE	35 909,34	34 278,93	36 369,21	40 794,26
OCTUBRE	31 511,72	36 271,33	36 599,54	42 015,58
NOVIEMBRE	38 172,58	35 903,26	39 848,47	45 469,56
DICIEMBRE	36 271,33	33 660,15	37 703,27	43 178,34

Fuente: (EMAPAST-EP, 2021)

3.4.2 Determinación del índice de agua no contabilizada (ANC)

Según el ARCA (2019), el indicador de agua no contabilizada muestra en proporción los perjuicios técnicos y comerciales. Para su determinación se empleó la siguiente ecuación:

$$IANC (\%) = \frac{VP - VF}{VP} * 100 \quad (4)$$

Donde:

Vp= volumen de agua producida (m³)

VF= volumen de agua facturada (m³)

3.4.3 Rendimientos volumétricos porcentuales

Son indicativos proporcionales que ayudan a determinar la eficiencia hídrica de la red de agua potable.

Rendimiento global del sistema: vincula el volumen registrado y el volumen absoluto inyectado.

$$\eta_s = \frac{Q_r}{Q} \quad (5)$$

Donde:

η_s = rendimiento global del sistema

Q_r = caudal registrado (m³/mes)

Q = caudal inyectado (m³/mes)

Rendimiento de la red: representa el volumen consumido por los beneficiarios y el volumen inyectado a la red.

$$\eta_r = \frac{Q_s}{Q} = \frac{Q_r + Q_{ic}}{Q} \quad (6)$$

Donde:

η_r = rendimiento de la red

Q_r = caudal registrado (m³/mes)

Q_{ic} = caudal incontrolado consumido (m³/mes)

Q_s = $Q_r + Q_{ic}$ (m³/mes)

Basándose en el rendimiento global de la red, se pueden definir las características de la gestión de acuerdo a lo instaurado según Cabrera et al.(1999) como lo indica la **Tabla 8**.

Tabla 8

Calificación de la gestión del abastecimiento en función de los rendimientos.

Rango	Calificación
$\eta_s > 0,9$	Excelente
$0,8 < \eta_s < 0,9$	Muy bueno
$0,7 < \eta_s < 0,8$	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)

3.4.4 Proceso de digitalización de resultados

Con los valores obtenidos de los balances hídricos y rendimientos volumétricos se logra evidenciar las zonas donde se presentan el mayor volumen de agua incontrolada debido a la presencia de todo tipo de fugas.

El procesamiento y representación visual de los resultados se hace por medio de sistemas de información geográfica, elaborando mapas donde se muestra información del sistema de agua potable a través de una escala de colores.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados del balance hídrico técnico general

En las **Tablas 9, 10, 11 y 12** se muestran los resultados del balance hídrico general de la ciudad Puyo, en los que se vincula el caudal inyectado (Q), con datos de los caudales registrados durante el año (Qr), el caudal incontrolado (Qi) y el caudal incontrolado consumido (Qic); dando como resultado de lo anterior un valor de caudal incontrolado fugado (Qif) para los años 2018, 2019, 2020 y 2021 respectivamente.

Tabla 9

Balance hídrico general - Puyo 2018.

MES	Q [m ³ /mes]	Qr [m ³ /mes]	Qi [m ³ /mes]	Qic [m ³ /mes]	Qif [m ³ /mes]	Qif [%]
ENERO	656 888,36	339 863,00	317 025,36	32 844,42	284 180,94	43%
FEBRERO	637 401,48	328 166,00	309 235,48	31 870,07	277 365,41	44%
MARZO	583 385,04	283 490,00	299 895,04	29 169,25	270 725,79	46%
ABRIL	734 080,79	362 130,00	371 950,79	36 704,04	335 246,75	46%
MAYO	702 143,14	358 580,00	343 563,14	35 107,16	308 455,98	44%
JUNIO	685 578,60	347 613,00	337 965,60	34 278,93	303 686,67	44%
JULIO	680 246,10	340 378,00	339 868,10	34 012,31	305 855,80	45%
AGOSTO	668 786,33	339 556,00	329 230,33	33 439,32	295 791,01	44%
SEPTIEMBRE	718 186,81	370 842,00	347 344,81	35 909,34	311 435,47	43%
OCTUBRE	630 234,46	309 150,00	321 084,46	31 511,72	289 572,74	46%
NOVIEMBRE	763 451,68	384 135,00	379 316,68	38 172,58	341 144,10	45%
DICIEMBRE	725 426,53	336 574,00	388 852,53	36 271,33	352 581,20	49%
TOTAL	8'185 809,32	410 0477,00	4'085 332,32	409 290,47	3'676 041,85	Promedio 44,91%

Tabla 10*Balance hídrico general - Puyo 2019.*

MES	Q [m ³ /mes]	Qr [m ³ /mes]	Qi [m ³ /mes]	Qic [m ³ /mes]	Qif [m ³ /mes]	Qif [%]
ENERO	705 217,23	416 032,00	289 185,23	35 260,86	253 924,37	36%
FEBRERO	645 605,28	357 525,00	288 080,28	32 280,26	255 800,02	40%
MARZO	697 233,28	351 236,00	345 997,28	34 861,66	311 135,62	45%
ABRIL	653 374,66	371 810,00	281 564,66	32 668,73	248 895,93	38%
MAYO	699 756,59	380 097,00	319 659,59	34 987,83	284 671,76	41%
JUNIO	698 548,30	321 753,00	376 795,30	34 927,42	341 867,89	49%
JULIO	667 319,26	334 559,00	332 760,26	33 365,96	299 394,30	45%
AGOSTO	642 596,81	363 632,00	278 964,81	32 129,84	246 834,97	38%
SEPTIEMBRE	685 578,60	347 837,00	337 741,60	34 278,93	303 462,67	44%
OCTUBRE	725 426,53	366 688,00	358 738,53	36 271,33	322 467,20	44%
NOVIEMBRE	718 065,11	401 711,00	316 354,11	35 903,26	280 450,85	39%
DICIEMBRE	673 202,90	385 996,00	287 206,90	33 660,15	253 546,76	38%
TOTAL	8'211 924,55	4'398 876,00	3'813 048,55	410 596,23	3'402 452,32	Promedio 41,39%

Tabla 11*Balance hídrico general - Puyo 2020.*

MES	Q [m ³ /mes]	Qr [m ³ /mes]	Qi [m ³ /mes]	Qic [m ³ /mes]	Qif [m ³ /mes]	Qif [%]
ENERO	679 064,33	344 838,00	334 226,33	33 953,22	300 273,11	32%
FEBRERO	675 589,67	383 514,00	292 075,67	33 779,48	258 296,19	43%
MARZO	715 488,61	350 941,00	364 547,61	35 774,43	328 773,18	47%
ABRIL	708 833,87	433 965,00	274 868,87	35 441,69	239 427,18	44%
MAYO	701 229,61	337 698,00	363 531,61	35 061,48	328 470,13	52%
JUNIO	718 955,34	348 617,00	370 338,34	35 947,77	334 390,57	42%
JULIO	737 655,63	450 083,00	287 572,63	36 882,78	250 689,85	50%
AGOSTO	758 635,31	301 452,00	457 183,31	37 931,77	419 251,54	48%
SEPTIEMBRE	727 384,19	309 088,00	418 296,19	36 369,21	381 926,98	46%
OCTUBRE	731 990,86	339 602,00	392 388,86	36 599,54	355 789,31	49%
NOVIEMBRE	796 969,30	381 700,00	415 269,30	39 848,47	375 420,84	47%
DICIEMBRE	754 065,39	368 908,00	385 157,39	37 703,27	347 454,12	46%
TOTAL	8'705 862,11	4'350 406,00	4'355 456,11	435 293,11	3'920 163,00	Promedio 45,42%

Tabla 12*Balance hídrico general - Puyo 2021.*

MES	Q [m ³ /mes]	Qr [m ³ /mes]	Qi [m ³ /mes]	Qic [m ³ /mes]	Qif [m ³ /mes]	Qif [%]
ENERO	821 055,03	424 867,00	396 188,03	41 052,75	355 135,28	43%
FEBRERO	696 685,03	352 861,00	343 824,03	34 834,25	308 989,78	44%
MARZO	767 231,85	344 185,00	423 046,85	38 361,59	384 685,26	50%
ABRIL	684 565,63	360 583,00	323 982,63	34 228,28	289 754,35	42%
MAYO	687 359,70	300 264,00	387 095,70	34 367,99	352 727,72	51%
JUNIO	684 726,52	380 496,00	304 230,52	34 236,33	269 994,19	39%
JULIO	786 312,20	335 042,00	451 270,20	39 315,61	411 954,59	52%
AGOSTO	825 962,06	359 656,00	466 306,06	41 298,10	425 007,96	51%
SEPTIEMBRE	815 885,10	359 178,00	456 707,10	40 794,26	415 912,85	51%
OCTUBRE	840 311,58	342 966,00	497 345,58	42 015,58	455 330,00	54%
NOVIEMBRE	909 391,12	359 252,00	550 139,12	45 469,56	504 669,56	55%
DICIEMBRE	863 566,73	384 153,00	479 413,73	43 178,34	436 235,39	51%
TOTAL	9'383 052,55	4'303 503,00	5'079 549,55	469 152,63	4'610 396,92	Promedio 48,82%

La **Figura 7** representan la comparación gráfica que se producen durante los años 2018, 2019, 2020, y 2021 respectivamente entre los caudales inyectados y los registrados en el sistema de agua potable, así también muestra el agua incontrolada fugada (Qif) en porcentaje.

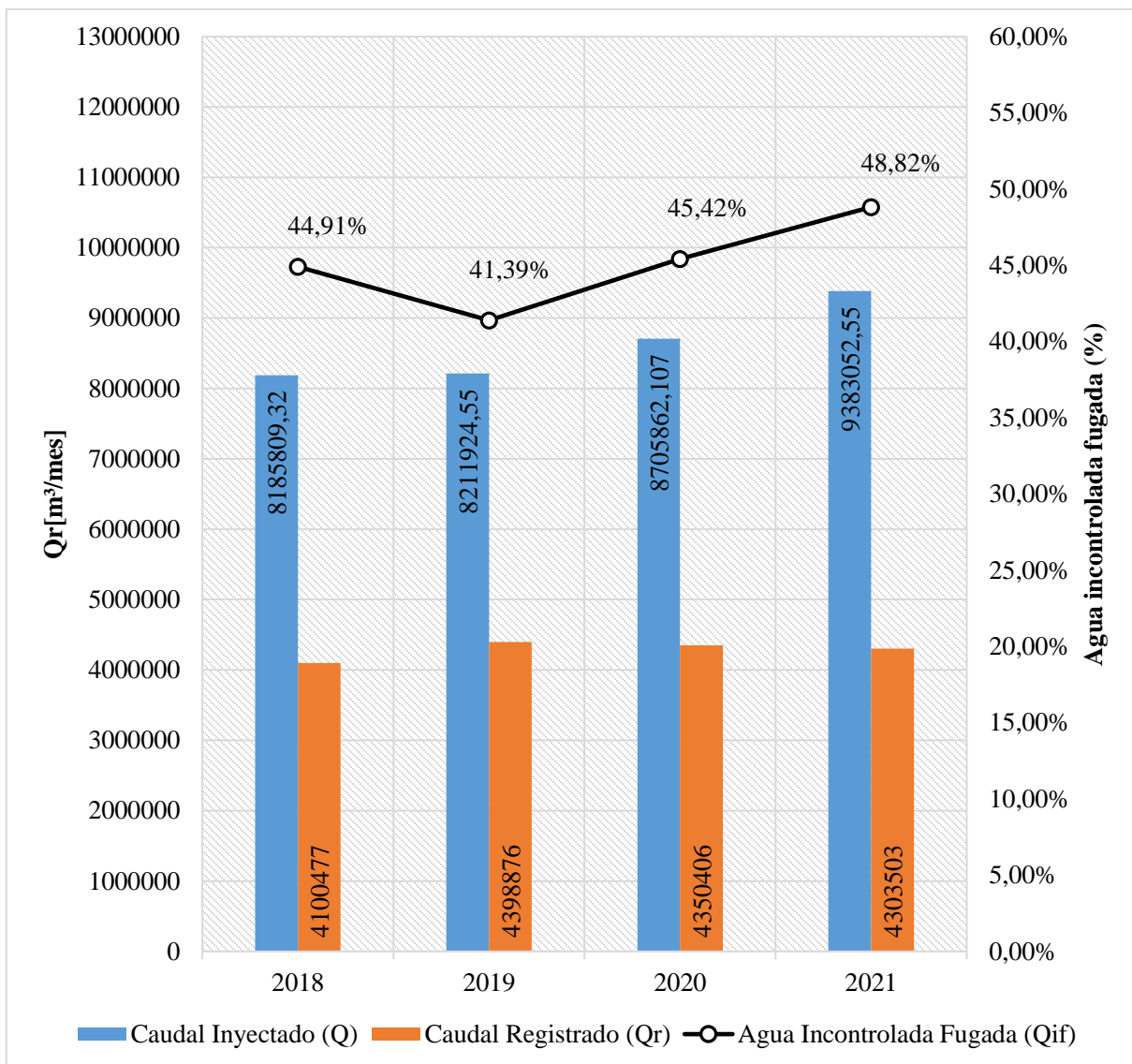


Figura 7. Comparativa entre el caudal inyectado y registrado por meses de los años 2018, 2019, 2020, 2021.

En la **Figura 8** se muestra caudal incontrolado fugado. En los años 2018, 2019, 2020 y 2021 siendo el caudal anual total de: 3' 676 041,85 m³, 3' 402 452,32 m³, 3' 920 163,00 m³ y 4' 610 396,92 m³ respectivamente.

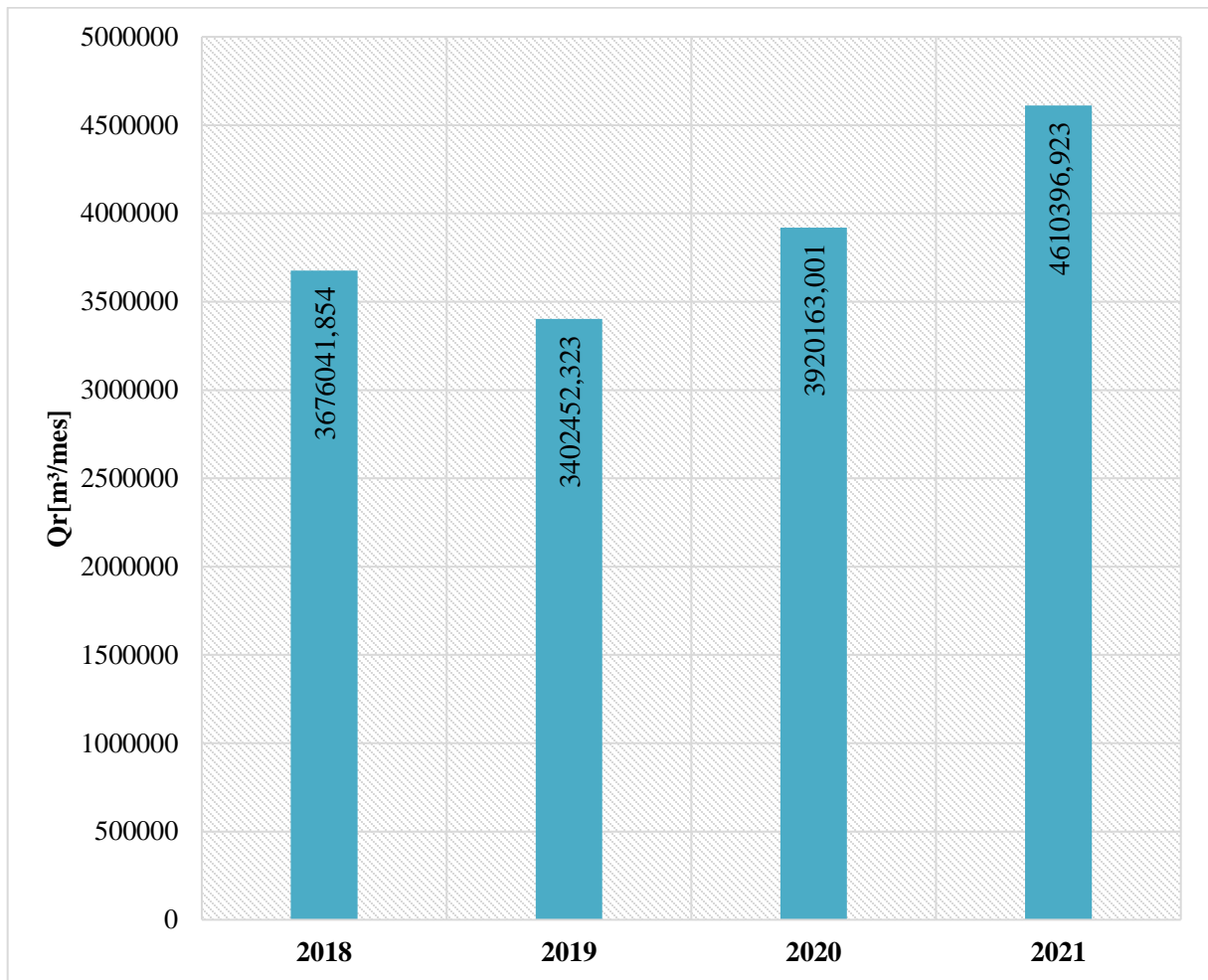


Figura 8. Caudal incontrolado fugado (Q_{if}) de los años 2018, 2019, 2020, 2021.

En los años de análisis 2018, 2019, 2020 y 2021, el porcentaje de caudal incontrolado fue de 50,09 %, 53,57 %, 49,97 % y 45,86 % respectivamente, implicando pérdidas económicas, como se muestra en la **Figura 9**.

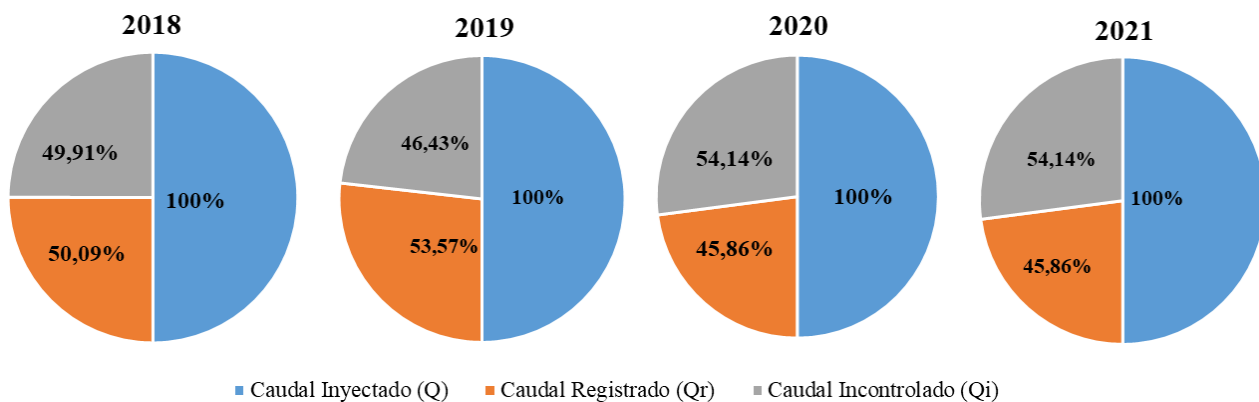


Figura 9. Comparativa de los porcentajes de volúmenes en los años 2018, 2019, 2020, 2021.

En los años de análisis 2018, 2019, 2020 y 2021, el porcentaje de caudal incontrolado se divide como se muestra en la **Figura 10**.

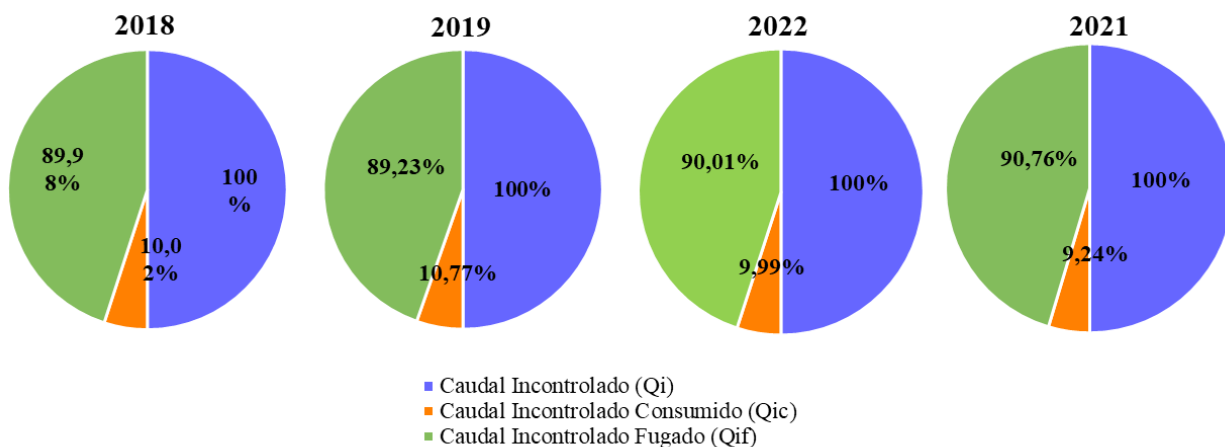


Figura 10. Porcentajes de volúmenes que conforman el Qi - años 2018, 2019, 2020, 2021. Para un mejor análisis se muestra en la

Tabla 13 una recopilación de los caudales que intervienen en la red de agua potable durante los cuatro años, relacionándolos de manera anual. Se evidencia que existe un aumento en el caudal incontrolado fugado durante el periodo de estudio superando este en el último año los cuatro millones de metros cúbicos.

Tabla 13*Resumen balance hídrico general.*

Año	Q m³/mes	Qr m³/mes	Qi m³/mes	Qic m³/mes	Qif m³/mes
2018	8'185 809,32	4'100 477,00	4'085 332,32	409 290,47	3'676 041,85
2019	8'211 924,55	4'398 876,00	3'813 048,55	410 596,23	3'402 452,32
2020	8'705 862,11	4'350 406,00	4'355 456,11	435 293,11	3'920 163,00
2021	9'383 052,55	4'303 503,00	5'079 549,55	469 152,63	4'610 396,92

4.1.2. Rendimiento volumétrico porcentual general de la red

El rendimiento global (η_s) del sistema de distribución de agua potable de la ciudad Puyo fue obtenido mediante ciclos mensuales en el transcurso de los cuatro años de estudio siendo estos rendimientos comparados con los valores propuestos en la **Tabla 8** para determinar su puntuación.

En la **Tabla 14**, se muestra los rendimientos globales del periodo de estudio; siendo para el año 2018 de 50,09% , en el 2019 de 53,61% existiendo una mejorar con respecto al año pasado, en el 2020 de 50,08 % dichos rendimientos se encuentran en la categoría de “Malo”, excepto en el 2021 obteniendo un rendimiento de 46,18 % siendo este el menor rendimiento de los cuatros años analizados, encontrándose dentro del rango “Inaceptable”.

Tabla 14*Rendimientos volumétrico generales de los años 2018, 2019, 2020, 2021*

AÑO	2018			2019			2020			2021		
MES	Global	Red	Gestión	Global	Red	Gestión	Global	Red	Gestión	Global	Red	Gestión
	η_s	η_r	η_g	η_s	η_r	η_g	η_s	η_r	η_g	η_s	η_r	η_g
ENERO	51,74%	56,74%	91,19%	58,99%	63,99%	92,19%	50,78%	55,78%	91,04%	51,75%	56,75%	91,19%
FEBRERO	51,48%	56,48%	91,15%	55,38%	60,38%	91,72%	56,77%	61,77%	91,91%	50,65%	55,65%	91,02%
MARZO	48,59%	53,59%	90,67%	50,38%	55,38%	90,97%	49,05%	54,05%	90,75%	44,86%	49,86%	89,97%
ABRIL	49,33%	54,33%	90,80%	56,91%	61,91%	91,92%	61,22%	66,22%	92,45%	52,67%	57,67%	91,33%
MAYO	51,07%	56,07%	91,08%	54,32%	59,32%	91,57%	48,16%	53,16%	90,59%	43,68%	48,68%	89,73%
JUNIO	50,70%	55,70%	91,02%	46,06%	51,06%	90,21%	48,49%	53,49%	90,65%	55,57%	60,57%	91,74%
JULIO	50,04%	55,04%	90,92%	50,13%	55,13%	90,93%	61,02%	66,02%	92,43%	42,61%	47,61%	89,50%
AGOSTO	50,77%	55,77%	91,03%	56,59%	61,59%	91,88%	39,74%	44,74%	88,82%	43,54%	48,54%	89,70%
SEPTIEMBRE	51,64%	56,64%	91,17%	50,74%	55,74%	91,03%	42,49%	47,49%	89,47%	44,02%	49,02%	89,80%
OCTUBRE	49,05%	54,05%	90,75%	50,55%	55,55%	91,00%	46,39%	51,39%	90,27%	40,81%	45,81%	89,09%
NOVIEMBRE	50,32%	55,32%	90,96%	55,94%	60,94%	91,80%	47,89%	52,89%	90,55%	39,50%	44,50%	88,77%
DICIEMBRE	46,40%	51,40%	90,27%	57,34%	62,34%	91,98%	48,92%	53,92%	90,73%	44,48%	49,48%	89,90%
PROM.	50,09%	55,09%	90,92%	53,61%	58,61%	91,43%	50,08%	55,08%	90,80%	46,18%	51,18%	90,14%

Para una mejor comprensión de los resultados obtenidos durante el periodo de análisis se muestra en la **Tabla 15** y **Figura 11**, una recapitulación de las calificaciones alcanzadas por los rendimientos globales del sistema de agua potable, se evidencia que al contrario de existir una mejora hubo una disminución en el rendimiento global llegándose a obtener el rendimiento más bajo en el último año, generando pérdidas económicas grandes a la EMAPAST-EP.

Tabla 15

Resumen rendimientos volumétricos generales.

Año	2018	2019	2020	2021
(η_s)	50,09%	53,61%	50,08%	46,18%
Rango	$0,5 < \eta_s < 0,6$	$0,5 < \eta_s < 0,6$	$0,5 < \eta_s < 0,6$	$0,5 < \eta_s$
Calificación	Malo	Malo	Malo	Inaceptable

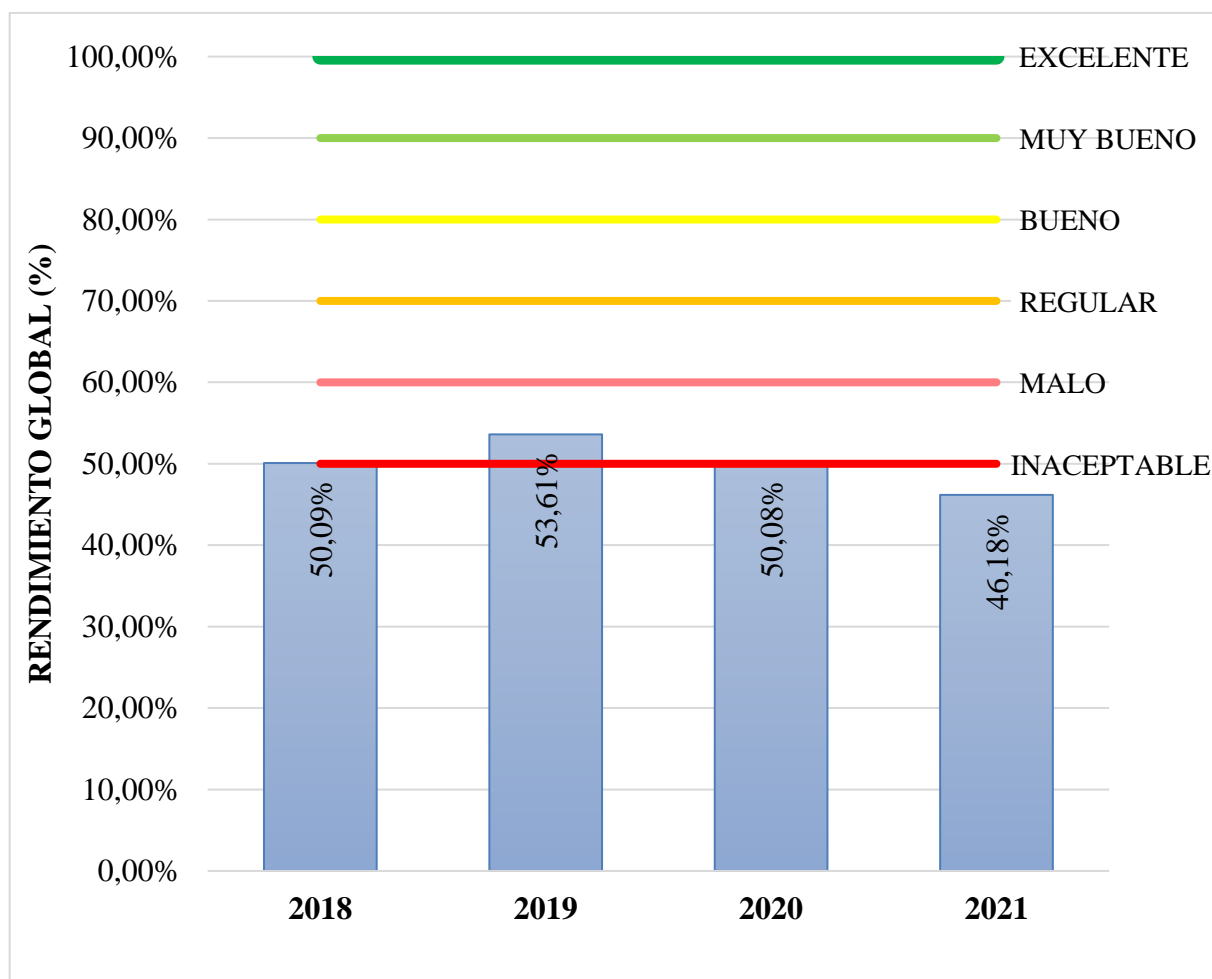


Figura 11. Rendimientos anuales globales del sistema.

4.1.3. Afectación económica anual por pérdidas de agua

La presencia de fugas en el sistema de distribución de agua potable genera pérdidas económicas en la ciudad Puyo, con el fin de determinar el perjuicio económico se realizó el análisis económico detallado en la **Tabla 16**, tomando como referencia la tarifa base residencial por m³ que es igual a \$0,13.

Tabla 16

Incidencia económica debido a fugas en la red de distribución.

Año	Caudal incontrolado fugado anual m³/año	Pérdida económica anual \$/año	Caudal incontrolado fugado mensual m³/mes	Pérdida económica mensual \$/mes	Caudal incontrolado fugado diario m³/día	Pérdida económica diario \$/día
2018	3'676 041,85	477 885,44	306 336,82	39 823,78	10 071,34	1 309,27
2019	3'402 452,32	442 318,80	283 537,69	36 859,90	9 321,78	1 211,83
2020	3'920 163,00	509 621,19	326 680,25	42 468,43	10 740,17	1 396,22
2021	4'610 396,92	599 351,60	384 199,74	49 945,96	12 631,22	1 642,05

Tabla 17

Datos para estimación de usuarios a los que se les podría dotar de agua potable con la cantidad de agua fugada.

Descripción	Datos	Fuente
Volumen fugado diariamente	12'631 220 l/día	Luna & Quiroz (2023)
Dotación de la ciudad Puyo	233.20 lt/hab/día	Espín (2019)
Número de habitantes por vivienda	4.49 habitantes	Izurieta et al. (2022)

$$N^{\circ} \text{ habitantes} = \frac{12631220 \frac{l}{día}}{233,20 \frac{l}{hab * día}}$$

$$N^{\circ} \text{ habitantes} = 54 165$$

$$N^{\circ} \text{ usuarios} = \frac{54 165 \text{ hab.}}{4.40 \text{ hab. por vivienda}}$$

$$N^{\circ} \text{ usuarios} = 12 063$$

En la **Tabla 18** se observa el número de reparaciones ejecutadas por parte de la EMAPAST-EP durante el año 2021, es decir el costo que se genera por los daños en la red de abastecimiento, el mismo que representa una pérdida económica de \$17 783,29 información que se encuentra en el informe de rendición de cuentas de dicho año.

Tabla 18

Número de reparaciones ejecutadas en el año 2021.

MES	NÚMERO DE INTERVENCIONES	COSTOS
ENERO	40	2 459,69
FEBRERO	28	1 105,59
MARZO	32	1 826,27
ABRIL	26	1 099,44
MAYO	25	1 289,23
JUNIO	16	678,30
JULIO	31	1 177,61
AGOSTO	23	1 119,09
SEPTIEMBRE	48	2 312,9
OCTUBRE	39	1 211,63
NOVIEMBRE	50	2 256,33
DICIEMBRE	39	1 247,21
TOTAL	397	17 783,29

La **Figura 12**, muestra que la EMAPAST- EP no realiza una toma de presiones en todos los barrios que forman la ciudad Puyo, y de las presiones que cuentan con registro, se encuentran dentro de un rango óptimo ver **Anexo 1**.

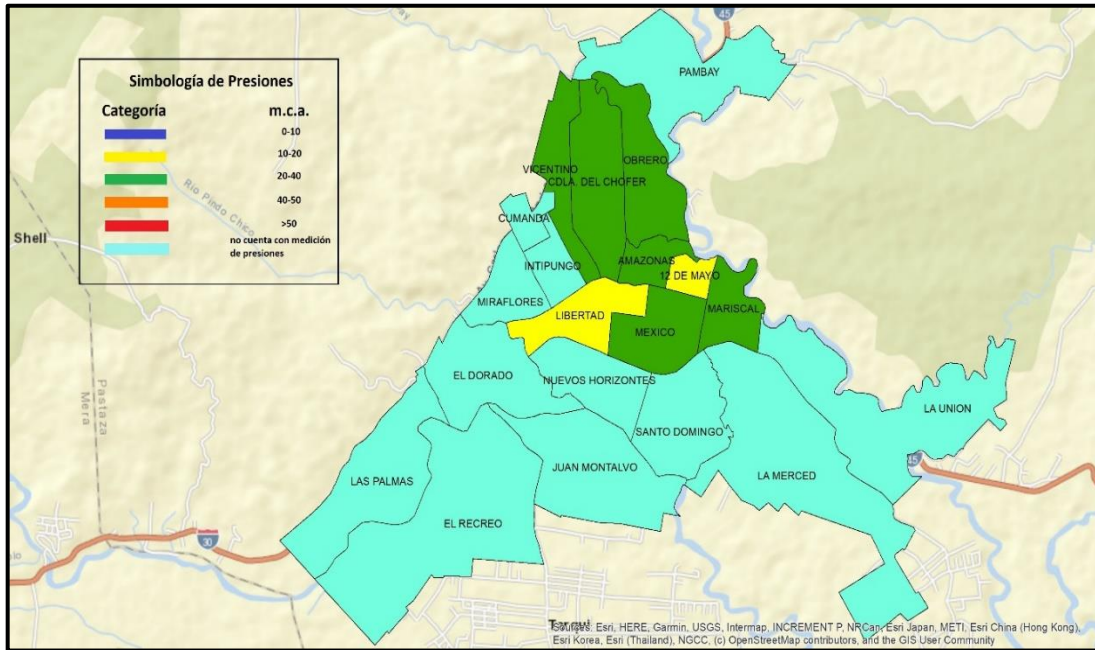


Figura 12. Presiones de la ciudad Puyo registrado por la EMAPAST-EP.

La **Figura 13**, muestra los barrios más afectados con fugas de agua y son: México, Santo Domingo y la Merced, tienen la mayor cantidad daños en la red de distribución, (**Ver**

Anexo 2 y Anexo 3).

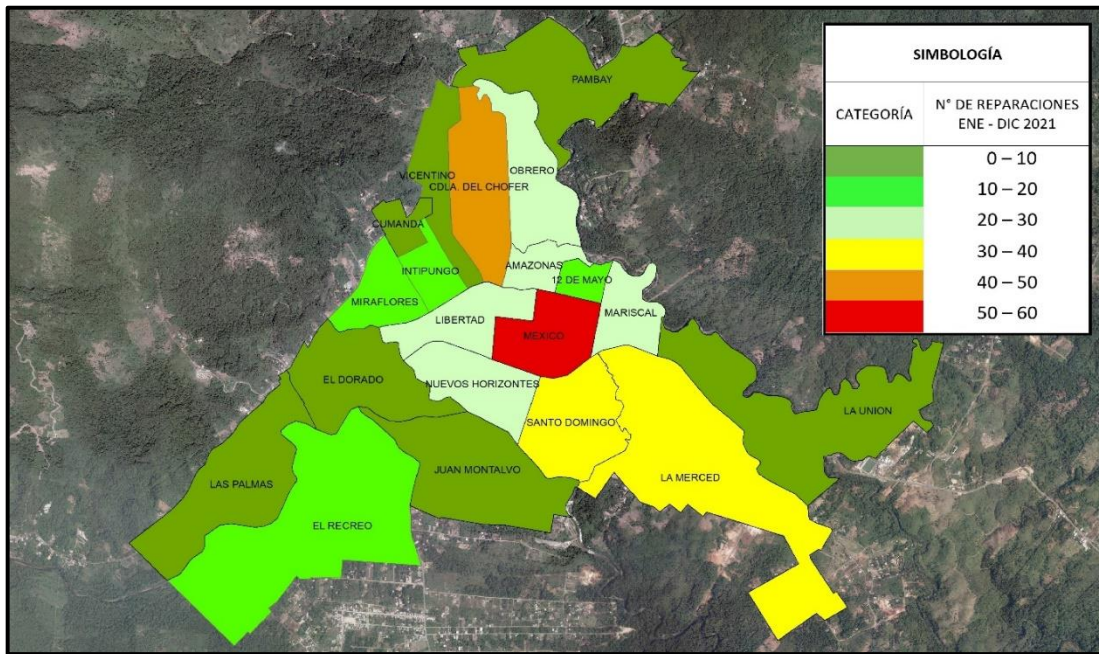


Figura 13. Cuantificación de reparaciones de la ciudad Puyo según los barrios.

4.2 Discusión

Según el ARCA (2021), el porcentaje de agua no contabilizada a nivel nacional es de 48,35%, en relación con la provincia de Pastaza cuenta con un promedio de 45,73% y el cantón Pastaza tiene un promedio de 44,22%. Relacionando dichos valores con los alcanzados para la ciudad Puyo de 48,82%, se evidencia que a nivel nacional existen falencias en la gestión de los sistemas de agua potable; por ende, no existe un control idóneo por parte de las entidades encargadas de la distribución de agua potable.

El balance hídrico tomado como referencia para obtener los resultados fue el planteado por Cabrera et al. (1999), basado únicamente en la productividad de los caudales de agua potable sin tomar en cuenta la calidad de la misma.

Los resultados de la ciudad Puyo indican un porcentaje de agua incontrolada fugada de 48,82 % y un rendimiento general de 46,18 %, asignando a la ciudad Puyo según las evaluaciones planteadas por la Agencia de Regulación y Control de Agua a la categoría C teniendo como resultado un desempeño “Bajo”.

Estos resultados se encuentran ligeramente menor al cantón Guano con un porcentaje de agua incontrolada fugada de 50.79 % y rendimiento general del sistema de 46.01 %; muy por encima de los valores del cantón Chambo, donde se obtuvo un porcentaje de fugas igual a 75,75 % y 23.26% de rendimiento general del sistema (Jaramillo & Oleas, 2022). De manera similar, este último se encuentra con un mejor rendimiento que el cantón Logroño, el cual cuenta con un porcentaje de fugas promedio de 77,10 % y rendimiento general del sistema de 17,86 % de acuerdo con Tapia (2023), y con un rendimiento menor al del cantón Riobamba que presentó un

porcentaje de agua incontrolada fugada de 31,27 % y un rendimiento general del sistema de 61,11 % (Achache & Gómez, 2022).

Las posibles causas de presencia de fugas en el sistema de distribución de agua potable en la ciudad Puyo, se da al manejar el sistema como una sola red, es decir no cuentan con una sectorización de ningún tipo. Al no contar con un modelo matemático se pierde beneficios; según De la Torre (2020), el disponer de ello permite una sectorización correcta, implementar accesorios de reducción de presiones en sitios estratégicos que mejoren la eficiencia del sistema.

El mantenimiento que se realiza es solo de manera correctiva, ya cuando el daño es de gran magnitud, por consecuencia cuando son visibles causando molestias a los usuarios. Las reparaciones con llevan cortes del servicio, cierre de vías, etc. y para ello se debe realizar un mantenimiento preventivo, con el fin de reducir al mínimo la presencia de fugas.

El Puyo no cuenta con una toma de presiones continua, esto se realiza una sola vez al año contribuyendo a la generación de fugas, ya que las presiones altas producen daños en los accesorios y tuberías de la red de distribución. Se puede evidenciar en la **Figura 12** y **Figura 13** que en barrios con presiones normales de 20 - 40 m.c.a existen un promedio de reparaciones que oscilan de 30 a 60 reparaciones anuales.

El último plan maestro de agua potable se lo realizó en el año 2014, misma ciudad no cuenta con un crecimiento urbanístico planificado. Las edificaciones no poseen estudios necesarios como: los diseños hidrosanitarios, lo que genera fugas internas dentro de las viviendas. De igual manera existen varias construcciones sin una acometida legal por lo que realizan tomas clandestinas de la red, lo que aumenta el volumen de ANC.

4.3 Plan de mejoras para reducir fugas en el sistema de agua potable.

En la **Figura 14** se presentan las posibles soluciones para tener un mejor rendimiento del sistema de agua potable del EMAPAST-EP de la ciudad Puyo y así brindar un mejor servicio a los usuarios y reducir gastos económicos por los daños que se presentan en la red.

Plan de mejoras para reducir fugas en el SDAP

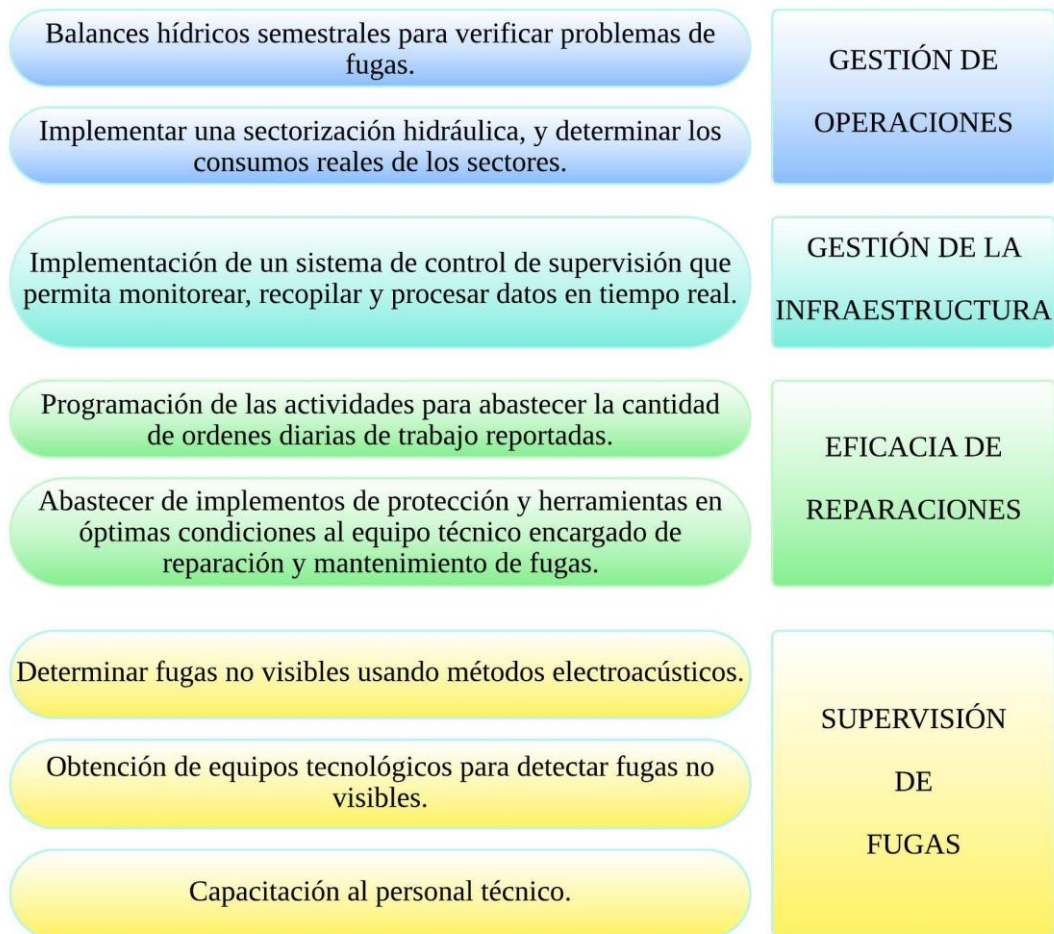


Figura 14. Plan de mejoras para reducir fugas en el sistema de agua potable.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La ciudad Puyo cuenta con una sola red de distribución de agua potable, en la cual fue posible realizar un balance hídrico de caudal incontrolado fugado en el año 2021 de 4'610 396,92 m³/ año, un porcentaje de agua incontrolada fugada de 48,82 % y un rendimiento general del sistema de 46,18 % dándole una calificación de “Inaceptable” según lo establecido por Cabrera et al. (1999).

Los barrios (zonas) que muestran mayor presencia de daños en el sistema de agua potable son: México, Ciudadela Del Chofer, Santo Domingo, La Merced, La Libertad, Nuevos Horizontes, Obrero, Mariscal y Amazonas; cada uno de ellos con más de veinte denuncias

durante el año 2021 por averías en la red, siendo las principales causas: daños en la red de distribución, daños en las conexiones con los medidores y medidores dañados.

Con los resultados obtenidos del balance hídrico realizado, la gestión de la red de distribución de la ciudad Puyo se encuentra dentro del rango $0,5 < \eta_s$, catalogándolo como “inaceptable”. De este modo, es evidente la deficiencia del manejo en el desempeño de la red de distribución de agua potable y la necesidad de realizar una intervención dentro de su gestión.

Se obtuvo un caudal promedio de agua fugada de 3'902 263,52 m³/ año durante los cuatro años considerados en el estudio, generando con una tarifa actual de \$0.13 pérdidas económicas de \$507 294,26 anuales para la EMAPAST-EP y un valor de \$3'668 127,71 si se adoptara el valor establecido de \$0,94 por m³ a nivel nacional por parte del ARCA.

Durante el año 2021, la empresa realizó un total de 397 intervenciones (reparaciones), donde se evidencia que los daños se presentan en zonas reincidentes según el reporte de reparaciones anual; representando una pérdida económica de \$ 17 783,29.

En lo que se refiere al procedimiento de operación y mantenimiento del sistema de distribución de agua potable, en base al estudio realizado se puede confirmar que el sistema no cuenta con una gestión preventiva; es decir que se realiza una gestión correctiva solo cuando la fuga es visible y los usuarios optan por reportar este tipo de inconvenientes.

Se obtuvo un caudal fugado de 12'631 220 l/día, con el cual se podría abastecer a 12 063 nuevos usuarios, lo que concuerda con el porcentaje de agua incontrolada fugada.

5.2 Recomendaciones

Ejecutar un control de fugas preventivo y evitar actuar solo cuando el daño ya sea visible y cause pérdidas económicas, así como molestias a la población; esto con la finalidad de conocer el estado actual en el que se encuentran las tuberías y accesorios que conforman la red de distribución de agua potable de la ciudad Puyo.

Implementar un modelo matemático sustentado por trabajos y datos de campo, puesto que la EMAPAST-EP no dispone de uno en la actualidad y así se podría obtener un modelo más cercano a la realidad y encontrar de manera más exacta los sectores más conflictivos en cuanto a presiones y velocidades, debido a que figuran en general como las principales causas de daños en las tuberías.

Desarrollar un proceso de sectorización de la red de distribución por parte de la EMAPAST-EP, ya que al considerarla como una sola es complicado conocer de manera real y exacta el caudal de agua inyectada por cada uno de los reservorios de agua, el caudal fugado e incluso la existencia de conexiones clandestinas en el sistema de agua potable. Al ser datos extraídos de manera general como resultado obtenemos una deficiente identificación de las zonas más propensas a generar problemas como rupturas. De este modo, un proceso de sectorización puede servir como apoyo a la hora de encontrar soluciones a los problemas mencionados.

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA

- Achache, N., & Gómez, S. (2022). *Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable del cantón Riobamba*. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10205>
- ARCA. (2017). *GUÍA PARA LA APLICACIÓN DE LA REGULACIÓN Nro. DIR-ARCA-RG-006-2017* (p. 28).
- ARCA. (2018). *Publicos De Agua Potable*. 1–11.
- ARCA. (2020). *AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL ECUADOR Agencia de Regulación y Control del Agua BOLETÍN ESTADÍSTICO*. 30–31.
- ARCA. (2021). *BENCHMARKING DE PRESTADORES PÚBLICOS DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL ECUADOR*. http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/12/Boleti%CC%81n-estadi%CC%81stico-APS-2021_fn_v02.pdf


- Avalos, C., & Flores, W. (2021). *Control de presiones y reducción de pérdidas en el sistema de distribución de agua potable del Sector VI - Pueblo Joven Augusto B. Leguía en la Ciudad de Tacna*. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1702>
- Borja, M. (2012). Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros. In *Chiclayo - Perú*.
- 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>
- Campaña, C., & Ortega, W. (2016). *EVALUACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA DETERMINAR PÉRDIDAS Y FUGAS DE LA URBANIZACIÓN LA COLINA DEL CANTÓN RUMIÑAHUI*.
- Cardenas, D., & Patiño, F. (2010). *ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE TUTUCÁN, CANTÓN PAUTE, PROVINCIA DEL AZUAY*.
- Castro, L., & Valdés, H. (2009). LEAK DETECTION IN WATER PIPELINES: PROPOSAL BASED ON A BANK OF FILTERS. In *Revista chilena de ingeniería* (Vol. 17, Issue 3). <https://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v17n3/art11.pdf>
- CPE INEN 5, N. T. E. (1992). *Instituto Ecuatoriano de Normalización normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*. <https://ia802906.us.archive.org/20/items/ec.cpe.5.9.1.1992/ec.cpe.5.9.1.1992.pdf>
- Delgado, X. (2011). *Aplicación del método de jerarquías analíticas (AHP) a la gestión de pérdidas de agua en redes de abastecimiento*. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/11238/tesisUPV3600.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- EMAPAST-EP. (2021). <https://emapast.puyo.gob.ec/documento-categoria/rendicion-de-cuentas-2021/>
- Eras, S. D. (2019). *RELACIÓN ENTRE LAS FUGAS DE AGUA Y CONSUMOS DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR RESIDENCIAL*. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5595>
- Fonseca, J. D., & Rodríguez, J. C. (2017). *Detección y localización de fugas en las redes de agua potable del acueducto Acuarrrayan San Francisco, Cundinamarca mediante electroacústica y análisis de presiones*. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/131
- Fuentes, M., Rodríguez, V., & Palma, N. (2011). Estimación y localización de fugas en una red de tuberías de agua potable usando algoritmos genéticos. *Agencia de Regulación y Control Del Agua*. http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/07/Boletin-Estadistico-APS_jul21_fnl.pdf
- García, J. C., & Benavides, H. (2019). Valor de ajuste del índice de fugas de agua en infraestructuras. *DYNA (Colombia)*, 86(208), 316–320. <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n208.67230>

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación*. https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
- Huacahuari, R., & Montero, M. (2018). *Análisis de fugas en redes secundarias para mejorar la red de distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2018*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/41846>
- INEC. (2010). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, Población y Demografía*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Jaramillo, J. V., & Oleas, F. A. (2022). *INCIDENCIA DE FUGAS EN LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LOS CANTONES CHAMBO Y GUANO*. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10118>
- Macías, M. (2021). *Optimización de gestión para detectar fugas del circuito 6 dela red de agua potable de la ciudad de Jipijapa*. <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2906>
- Medina, G. M., & Benavides, H. M. (2009). *Política para el control activo de fugas*. Universidad Tecnica Particular de Loja.
- Nantes, E. A. (2019). *EL MÉTODO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS PARA LA TOMA DE DECISIONES. REPASO DE LA METODOLOGÍA Y APLICACIONES*.
- Tapia, D. (2023). *INCIDENCIA DE FUGAS EN LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN LOGROÑO, PROVINCIA MORONA SANTIAGO*. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10713>
- Torres, W. (2021). *Ecuador pierde USD 320 millones al año por fugas y robo de agua potable*. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/perdidas-agua-fugas-ecuador-municipios/>
- Ziegler, D., Sorg, F., Fallis, P., Hübschen, K., Happich, L., Baader, J., Trujillo, R., Nordwestschweiz, F., Klingel, P., & Knobloch, A. (2009). *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH Institute for Water and River Basin Management (IWG) Partners involved in the project and elaboration of the guidelines*. www.fhnw.ch/hlshttp://iwk.iwg.kit.edu/
- Zuñiga, G. (2019). *ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA RED DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CABECERA CANTONAL DEL CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO, ECUADOR*.

CAPITULO VII. ANEXOS

Anexo 1.

Registro de presiones.

DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEPARTAMENTO DE AGUA POTABLE								
REGISTRO DE PRESIONES (PSI)								
ITEM	FECHA	HORA	PRESION (PSI)	NRO. MEDIDOR	BARRIO	DIRECCIÓN	OBSERVACIONES	RESPONSABLE DATOS
CONSTRUCTORA								
1	20/10/2021	12:34:00	28	80662686	OBREIRO	CALLE PICHINCHA Y 20 DE JULIO	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
2	20/10/2021	12:40:00	45	A11N930860	OBREIRO	CALLE LOJA Y 4 DE ENERO	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
3	20/10/2021	12:47:00	32	000562AA198	MARISCAL	CALLE COORDILLERA DE NAPO GALERAS, ELOY ALFARO 1 AL FINAL DE LA CALLE	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
4	20/10/2021	12:55:00	32	0805027416	MARISCAL	CALLE SGT. DE POLICIA CESAR ERNESTO VALLEJO, ELOY ALFARO 1, AL FINAL DE LA CALLE	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
5	20/10/2021	12:59:00	40	A17G205597	MARISCAL	CALLE 4 DE ENERO Y ANTISANA, ELOY ALFARO 1	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
6	20/10/2021	13:09:00	30	10910677	VICENTINO	CALLE VACAS GALINDO Y LOS RIOS	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
7	20/10/2021	13:00:00	28	A11N930635	VICENTINO	CALLE GONZALO PIZARRO Y ALVARO VALLADARES	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
8	10/11/2021	10:49:00	42	021902	VICENTINO	CALLE GONZALO PIZARRO Y ALVARO VALLADARES	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
9	10/11/2021	10:56:00	32	010910677	VICENTINO	CALLE VACAS GALINDO Y LOS RIOS	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
10	10/11/2021	11:02:00	44	0408022253	OBREIRO	CALLE LOJA Y 4 DE ENERO	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
11	10/11/2021	11:12:00	34	000562AA098	MARISCAL	CALLE COORDILLERA DE NAPO GALERAS, ELOY ALFARO 1 AL FINAL DE LA CALLE	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
12	10/11/2021	11:27:00	34	0162654	OBREIRO	CALLE PICHINCHA Y 20 DE JULIO	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
13	10/11/2021	11:32:00	42	A17G205576	CIUDADELA DEL CHOFER	CALLE RIOBAMBA Y WASHINGTON MAZON	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
14	10/11/2021	11:36:00	44	013376	CIUDADELA DEL CHOFER	CALLE QUITO Y PUERTO BAQUERIZO	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
PALESTINA								
15	10/11/2021	12:41:00	30	14003462	MARISCAL	CALLE SUCRE Y SANGAY	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
16	10/11/2021	12:56:00	46	14008701	MEXICO	CALLE JACINTO DAVILA Y LUCINDO ORTEGA	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
17	10/11/2021	13:06:00	23	A17G203964	12 DE MAYO	CALLE AMAZONAS Y ATAHUALPA	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
18	10/11/2021	13:30:00	22	981000967	MARISCAL	CALLE SANGAY Y GUACAMAYOS, RADIO MIA	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
19	10/11/2021	13:38:00	25	A17G204923	12 DE MAYO	CALLE 10 DE AGOSTO Y SUCRE	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
20	10/11/2021	13:47:00	32	0805029367	AMAZONAS	CALLE SIMÓN BOLÍVAR Y 20 DE JULIO	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
21	10/11/2021	13:53:00	30	0162695	AMAZONAS	CALLE CESLAO MARIN SECTOR LA "Y"	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
22	10/11/2021	14:00:00	26	0408027705	LIBERTAD	CALLE FRANCISCO DE ORELLANA Y CUMANDA	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
23	10/11/2021	14:10:00	20	0161740	LIBERTAD	CALLE FRANCISCO DE ORELLANA Y CACIQUE NAYAPI	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
24	10/11/2021	14:20:00	32	0805026637	LIBERTAD	CALLE CESLAO MARIN Y GONZALEZ SUAREZ	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
VICTORIA DE LEON								
25	10/11/2021	14:57:00	28	080663627	LIBERTAD	CALLE CURARAY Y BOBONAZA	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
26	10/11/2021	15:04:00	30	A17G205519	MEXICO	CALLE TENIENTE HUFO ORTIZ Y RODRIGO GRANJA	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
27	10/11/2021	15:10:00	32	0408028384	MEXICO	CALLE TENIENTE HUGO ORTIZ Y ANGEL MANZANO	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.
28	10/11/2021	15:14:00	34	14006912	MEXICO	CALLE LUIS ARIAS GUERRA Y 9 DE OCTUBRE	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, OPERANDO Y DOTANDO DEL SERVICIO EN CONDICIONES NORMALES	SR. FRANKLIN RAMIREZ.



Anexo 2

Reparaciones de fugas de agua según los barrios de la ciudad Puyo.

DIRECCIÓN	BARRIO	TIPO DE REPARACIÓN	COSTO
JACINTO DÁVILA Y ATAHUALPA	12 DE MAYO	REPARACIÓN TUBERÍA FLEX ½" (FUGA EN LA MANGUERA)	42,72
CALLE 9 DE OCTUBRE ENTRE SUCRE Y 4 DE ENERO	12 DE MAYO	REPARACIÓN TUBERÍA FLEX ½" (FUGA EN LA MANGUERA)	50,85
CALLE CESLAO MARINO Y 27 DE FEBRERO	12 DE MAYO	REPARACIÓN TUBERÍA FLEX ½" (FUGA EN LA MANGUERA)	71,77
CALLE SUCRE, BARRIO CENTRAL	12 DE MAYO	REPARACIÓN TUBERÍA FLEX ½" (FUGA EN LA MANGUERA)	138,64
CALLE 9 DE OCTUBRE Y CESLAO MARÍN	12 DE MAYO	REPARACIÓN COLLARÍN 160 MM A ½" (FUGA DE AGUA)	57,17
CALLE SUCRE Y 27 DE FEBRERO	12 DE MAYO	REPARACIÓN TUBERÍA FLEX ½" (FUGA EN LA MANGUERA)	16,01
CALLE AMAZONAS ENTRE ATAHUALPA Y SIMÓN BOLÍVAR	12 DE MAYO	REPARACIÓN TUBERÍA FLEX ½" (FUGA EN LA MANGUERA)	99,82
CALLE SUCRE Y AMAZONAS	12 DE MAYO	REPARACIÓN TUBERÍA FLEX ½" (FUGA EN LA MANGUERA)	42,30
CALLE 9 DE OCTUBRE Y SUCRE	12 DE MAYO	REPARACIÓN TUBERÍA FLEX ½" (FUGA EN LA MANGUERA)	11,55
CALLE 9 DE OCTUBRE Y SUCRE	12 DE MAYO	REPARACIÓN TUBERÍA FLEX ½" (FUGA DE AGUA)	27,55
CALLE AMAZONAS ENTRE ATAHUALPA Y BOLÍVAR	12 DE MAYO	REPARACIÓN TUBERÍA FLEX ½" (FUGA DE AGUA)	53,89
CALLE 27 DE FEBRERO Y 4 DE ENERO	12 DE MAYO	REPARACIÓN TUBERÍA FLEX ½" (FUGA DE AGUA)	27,95
CALLE 27 DE FEBRERO Y ATAHUALPA	12 DE MAYO	REPARACIÓN TUBERÍA FLEX ½" (FUGA DE AGUA)	19,56
CALLE 4 DE ENERO Y 10 DE AGOSTO	12 DE MAYO	REPARACIÓN BOCA DE FUEGO 50 MM (FUGA DE AGUA)	134,92
CALLE BOLÍVAR ENTRE 27 DE FEBRERO Y 9 DE OCTUBRE	12 DE MAYO	REPARACIÓN TUBERÍA FLEX ½" (FUGA DE AGUA)	25,70
CALLE CESLAO MARÍN SECTOR LA MOKAWA	AMAZONAS	REPARACIÓN TUBERÍA FLEX ½" (FUGA EN LA MANGUERA)	44,45
CALLE CITAYACU Y 20 DE JULIO (INFOCENTRO)	AMAZONAS	REPARACIÓN TUBERÍA FLEX ½" (FUGA EN LA MANGUERA)	5,18
CALLE CESLAO MARÍN Y PASAJE – FRENTE HOSTERÍA TURINGIA	AMAZONAS	REPARACIÓN TUBERÍA FLEX ½" (FUGA EN LA MANGUERA)	10,94
CALLE CESLAO MARÍN Y PASAJE – FRENTE HOSTERÍA TURINGIA	AMAZONAS	REPARACIÓN TUBERÍA FLEX ½" (FUGA EN LA MANGUERA)	10,93
CALLE CESLAO MARÍN Y 20 DE JULIO (MOKAWA)	AMAZONAS	REPARACIÓN COLLARIN 160 MM A ½" (FUGA DE AGUA)	53,97
CALLE 4 DE ENERO ENTRE 27 DE FEBRERO Y LOJA	AMAZONAS	REPARACIÓN TUBERÍA FLEX ½" (FUGA EN LA MANGUERA)	8,16
CESLAO MARÍN (HOSTERÍA TURINGIA)	AMAZONAS	REPARACIÓN TUBERÍA FLEX ½" (FUGA EN LA MANGUERA)	20,99
20 DE JULIO Y CESLAO MARÍN	AMAZONAS	CAMBIO DE COLLARION DE 110 MM A ½" POR FUGA	14,05

Anexo 3

Registro fotográfico de reparaciones de fugas de agua según los barrios de la ciudad Puyo.



REPARACIÓN TUBERÍA FLEX 1/2" TENIENTE HUGO ORTIZ Y JACINTO DÁVILA



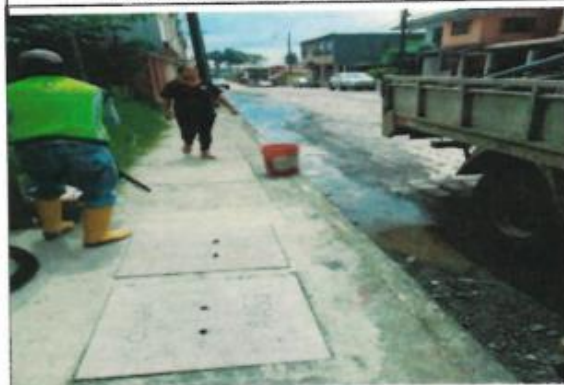
REPARACIÓN TUBERÍA PVC-P 63MM MARIANA DE JESÚS Y MANUELA SAENZ



REPARACIÓN TUBERÍA PVC-P 50MM



FUNDICIÓN DE ACERA POR REINSTALACIÓN DE ACOMETIDA HOTEL L Y F



REPARACIÓN TUBERÍA FLEX 1/2" EUGENIO ESPEJO Y RAMIRO FERNÁNDEZ



REPARACIÓN TUBERÍA PVC-P 50MM TENIENTE HUGO ORTIZ Y CUMANDÁ



REPARACIÓN TUBERÍA FLEX 1/2" LUCINDO ORTEGA Y RODRIGO GRANJA



REPARACIÓN TUBERÍA FLEX 1/2" CALLE 27 DE FEBRERO Y CESLAO MARÍN



INSTALACIÓN DE ACOMETIDAS LOTIZACIÓN LALAMA I



REPARACIÓN DE TUBERÍA DE PVC-P 63MM EN LA URBANIZACIÓN CENTRO AGRÍCOLA



REPARACIÓN TUBERÍA FLEX 3/4" CALLE NAPO ENTRE CESLAO MARÍN Y 12 DE FEBRERO



REPARACIÓN TUBERÍA FLEX 1/2" CALLE RÍO TIGRE Y CESLAO MARÍN