



Integración al sistema de agua Cazalagarto – Jipijapa, mediante criterios de modelación hidráulica

Integration to the Cazalagarto – Jipijapa water system, through hydraulic modeling criteria

Integração ao sistema hídrico Cazalagarto – Jipijapa, através de critérios de modelagem hidráulica

Byron Alfredo Lino Ponce^I
lino-byron1528@unesum.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0002-7069-2260>

Ceili Margarita Pico Loor^{II}
ceili.pico@unesum.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-0759-4350>

Martha Álvarez Álvarez^{III}
martha.alvarez@unesum.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9879-0367>

Correspondencia: lino-byron1528@unesum.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de febrero de 2023 * **Aceptado:** 14 de marzo de 2023 * **Publicado:** 04 de abril de 2023

- I. Ingeniero Civil. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Manabí, Ecuador.
- II. Ingeniero Civil – Magister en Hidráulica mención en Diseños de obras hidráulicas- Docente de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa Manabí, Ecuador.
- III. Ingeniero Civil – Magister en Geotecnia- Docente de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Manabí, Ecuador

Resumen

El presente artículo se refiere a la integración de un sistema de agua considerando que, es cada vez más habitual el uso de sistemas de alerta temprana que permitan pronosticar la evolución de niveles de agua en línea. La presente investigación está orientada a realizar la integración del sistema de agua Cazalagarto – Jipijapa mediante criterios de modelación hidráulica con la aplicación del software WaterCad. La investigación fue empírica y bibliográfica junto con los métodos de investigación inductivo y documental, para la población y muestra se tomaron datos del censo poblacional. Los resultados en etapas u obras realizadas fueron conducción, tratamiento, almacenamiento, y distribución del líquido en cada uno de los circuitos y subcircuitos, desde la fuente natural o subterránea, hasta llegar al usuario que sea favorecido por este sistema. Finalmente, se estableció como parámetro principal de esta modelación un criterio hidráulico que tienen como propósito: regular y determinar el control del servicio óptimo y continuo al sistema de agua desde la captación, hasta fortalecer los circuitos de distribución del cantón Jipijapa.

Palabras claves: sistema; agua; modelación hidráulica; waterCad.

Abstract

This article refers to the integration of a water system considering that the use of early warning systems that allow forecasting the evolution of water levels online is increasingly common. The present investigation is oriented to carry out the integration of the Cazalagarto - Jipijapa water system through hydraulic modeling criteria with the application of the WaterCad software. The research was empirical and bibliographic along with inductive and documentary research methods, for the population and sample data from the population census were taken. The results in stages or works carried out were conduction, treatment, storage, and distribution of the liquid in each of the circuits and subcircuits, from the natural or underground source, until reaching the user who is favored by this system. Finally, a hydraulic criterion was established as the main parameter of this modeling with the purpose of: regulating and determining the control of the optimal and continuous service to the water system from the catchment, to strengthening the distribution circuits of the Jipijapa canton.

Keywords: system; water; hydraulic modeling; waterCad.

Resumo

Este artigo refere-se à integração de um sistema de água considerando que é cada vez mais comum a utilização de sistemas de alerta precoce que permitem prever a evolução dos níveis de água online. A presente investigação está orientada para realizar a integração do sistema de água Cazalagarto - Jipijapa através de critérios de modelagem hidráulica com a aplicação do software WaterCad. A pesquisa foi empírica e bibliográfica com métodos de pesquisa indutiva e documental, para a população e amostra de dados do censo populacional foram tomadas. Os resultados nas etapas ou trabalhos realizados foram condução, tratamento, armazenamento e distribuição do líquido em cada um dos circuitos e subcircuitos, desde a fonte natural ou subterrânea, até chegar ao usuário que é favorecido por este sistema. Finalmente, estabeleceu-se um critério hidráulico como parâmetro principal desta modelagem com a finalidade de: regular e determinar o controle do serviço ótimo e contínuo ao sistema de água desde a captação, até fortalecer os circuitos de distribuição do cantão de Jipijapa.

Palavras-chave: sistema; água; modelagem hidráulica; águaCad.

Introducción

Al ser el agua un elemento indispensable para la existencia juega un papel fundamental en cualquier actividad que se realice, al ingerirse nos provee de vitalidad y mantiene nuestro cuerpo hidratado negando el paso a enfermedades que se pueden presentar en los órganos internos que poseemos.

La red de distribución que permite el abastecimiento de agua potable fue construida inicialmente por el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias IEOS en el año 1974 responsable de la dotación de agua y saneamiento del Ecuador. Hasta que en el año 2021 PRAGUAS comenzó a brindar asistencia técnica para fortalecer las capacidades de abastecimiento en estas ciudades. Estas se basaron en el crecimiento urbano de la ciudad, en su mayoría las líneas de conducción se realizaron con tuberías de PVC sin investigación previa. Actualmente, las tuberías originales han sido reemplazadas en algunas áreas, pero las tuberías de fibrocemento aún existen (Alay, 2019).

Por consiguiente, el flujo de agua potable de Ecuador ha aumentado excesivamente en los últimos años, pero la fuerza de los flujos de agua en las áreas rurales y urbanas es de calidad particularmente baja, lo que indica una falta de servicios de entrega debido a la falta de agua, escasez y limitaciones. Por la falta de recursos nacionales y falta de autogobierno de las administraciones descentralizadas

en ciertos sectores han originado una presencia de enfermedades, desaparición de especies vegetales y animales, por la calidad de agua que consumen a falta de la misma.

La importancia de este trabajo radica en la necesidad de realizar la integración del sistema de agua Cazalagarto – Jipijapa mediante criterios de modelación hidráulica. El estudio incluye determinar los parámetros hidráulicos necesarios para la integración del sistema, analizar la información existente y la realización de la modelación hidráulica con la aplicación del software WaterCad.

Desarrollo

Agua

El agua está formada por dos componentes, hidrógeno y oxígeno. Cada molécula de agua contiene dos partes de hidrógeno y una parte de oxígeno, por lo que la fórmula es la misma que H₂O. El agua es el único elemento que existe en la naturaleza en forma sólida, líquida y gaseosa (Funcagua, 2020).

El agua potable está definida por las directrices de calidad de la Organización Mundial de la Salud (OMS) como "suficiente para el consumo humano y todos los hábitos domésticos, incluida la higiene personal". Es agua que no contiene microorganismos causantes de enfermedades peligrosas para la salud. El control microbiológico de la calidad del agua para consumo humano (ACH) requiere el análisis de microorganismos patógenos. Esto es difícil debido a la amplia variedad de bacterias patógenas que se pueden cultivar, la complejidad de las pruebas de aislamiento, la baja concentración y la alta agresividad. Necesita especies y laboratorios dedicados; además del análisis de varios días y el alto costo (Pullés, 2014).

El agua, como necesidad humana básica

El agua se considera una necesidad humana básica porque es un elemento esencial y fundamental de la vida. Los requisitos humanos de agua no se limitan a la disponibilidad de agua suficiente para beber, sino que este recurso también es esencial para cocinar alimentos, la higiene personal y las funciones higiénicas. A través de una encuesta, la Organización Mundial de la Salud determinó la cantidad mínima de agua necesaria por persona por día. La cifra de 50 litros de agua por persona es generalmente aceptada a nivel internacional, aunque existen otros documentos con diferentes cantidades. El agua utilizada para el consumo y preparación de alimentos debe ser apta para beber,

y el resto del agua, que corre a pesar de la gran cantidad de agua, debe estar al menos limpia. Toda persona tiene derecho a beber agua en cantidad y calidad suficientes para sus necesidades básicas, independientemente de las condiciones de desarrollo, económicas y sociales. Todos reconocen que la disponibilidad de este elemento de la humanidad es necesaria para su vida y desarrollo integral como miembro de un organismo individual o social (Moreno, 2008). Múltiples son los beneficios que aporta este elemento vital, entre ellos son: generar y mantener el crecimiento económico mediante actividades como la agricultura, la pesca comercial, la generación de energía, la industria, el transporte y el turismo (Paredes, 2011).

Sistema de abastecimiento de agua potable

El sistema de suministro de agua potable es un conjunto de instalaciones que ponen el agua a disposición de la comunidad para usos domésticos, públicos, industriales y otros. El agua suministrada debe ser en cantidad suficiente y de la mejor calidad, desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico. Se diseña de acuerdo a las funciones y necesidades requeridas para el área a suministrarse cumpliendo con las normas ya establecidas para la potabilización del agua (Bances & Burga, 2018).

Fuente de abastecimiento

La fuente de agua es un elemento clave en el diseño de un sistema de suministro de agua potable y su ubicación, tipo, cantidad y calidad deben determinarse antes de emprender cualquier acción. Se consideran dos tipos de sistemas, gravedad y bombeo, según la ubicación y naturaleza de la fuente y la topografía del suelo. Al diseñar un sistema de suministro de agua para el hogar, es importante elegir la fuente de agua correcta o la combinación correcta de fuentes de agua para proporcionar suficiente agua a las personas. Hay 3 fuentes principales de agua: agua de lluvia, agua superficial y agua subterránea (Bances & Burga, 2018).

Las fuentes de abastecimiento de agua se consideran aptos para el consumo humano si cumplen con los requisitos físicos, químicos y bacteriológicos mínimos requeridos por la norma. El agua que no cumple con los requisitos mínimos de potabilización debe ser tratada mediante un proceso que reduzca o elimine la concentración de contaminantes. La construcción de captaciones ya sea por embalses o reservorios es el primer paso para proporcionar agua a los asentamientos humanos. El tiempo de diseño y las características de rendimiento dependen del tamaño del proyecto. Para

las pequeñas ciudades locales, el período de diseño es de 15 años y la construcción se lleva a cabo sin pasos intermedios. En las principales ciudades y capitales, el plazo de diseño es de 30 años y es posible ampliar la cuenca (Villacis, 2018).

Captación

La cuenca es el punto de partida de la red. El agua subterránea se bombea desde pozos y túneles. Para aguas superficiales se utilizan salidas y cámaras de filtración paralelas o verticales, siempre en relación al caudal de agua (Aristegui, 2016).

Una captación es un lugar donde se toma agua de una posible fuente. El transporte de este recurso inicia desde la cuenca hasta llegar al punto de entrega para su posterior procesamiento. El objetivo de la obra generalmente es cambiar un sistema de suministro de agua regular a un suministro de agua que varía según las necesidades de las personas, hasta llegar al usuario con una presión adecuada. Según CONAGUA 2003, tanto el uso comercial como la protección contra incendios son necesarios en áreas urbanas o rurales (Fragoso, Ruiz, Flores, & Juárez, 2013).

Una cuenca es una estructura diseñada para recolectar o extraer una cierta cantidad de agua de una fuente seleccionada y descargada en un sistema de agua potable. Estas estructuras se pueden utilizar tanto para aguas superficiales como subterráneas, teniendo estas últimas un diseño de cuenca particular. Se ve así: captación en fluviales; captación en galerías filtrantes y captación en pozos someros y profundos. (Lárraga, 2016)

Modelación para la gestión del recurso hídrico

El modelado, es una simplificación de la realidad, pero su uso se está volviendo cada vez más popular, gracias a los beneficios que ofrece cuando el asegurado lo hace correcto y fácil de leer. En otras palabras, es una herramienta poderosa cuando se implementa de manera rigurosa, y los resultados se comunican adecuadamente entre los modeladores y los administradores en diferentes niveles (IDEAM, 2018).

Modelación hidráulica

El modelado hidráulico busca simplificar los fenómenos naturales. Cuando una dimensión o dirección particular representa el movimiento del agua en un sistema, su evolución generalmente se describe en términos de la particularidad del flujo (IDEAM, 2018).

La modelización evolucionó principalmente en el campo de la hidráulica, y se muestra que la investigación en diseño hidráulico se ha realizado desde la antigüedad a través de pequeñas representaciones de mecanismos y máquinas teniendo en cuenta los principios básicos de la hidráulica. Sin embargo, hasta hace poco, las pruebas hidráulicas a menudo se realizaban a gran escala o en vertederos, canales, tuberías y presas construidas sobre el suelo. (López, 2020)

Aplicación y aporte de los modelos hidráulicos

En hidráulica, el modelado se utiliza para simular una situación real que ocurre en un prototipo y quieres saber cómo funciona. Dado que el modelo y el prototipo están relacionados, observar y estudiar el modelo es información esencial para comprender la naturaleza del prototipo. Para hacer esto, necesitas combinar los dos. El modelado estructural se utiliza para resolver problemas hidráulicos asociados con varias estructuras hidráulicas o sus componentes específicos, por ejemplo: desarrollar un medio energéticamente eficiente para disipar la energía a nivel del río, al pie del dique o en la salida de la esclusa, reduciendo así la erosión del lecho del río; determinar el factor de emisión del aliviadero; desarrolla el mejor diseño de presas para diques, sifones, pozos y estructuras de descarga; diseña puertos, incluyendo la sección transversal óptima, la altura y la posición del rompeolas, y determina la ubicación y posición de la entrada; diseña esclusas, incluido el efecto de la corriente establecida a bordo por acciones como el bloqueo (López, 2020).

WaterCad

Este software le permite realizar simulaciones hidráulicas de su red de abastecimiento local. De esta manera, aún puede estudiar el consumo, el rendimiento o pérdida y realizar un análisis de red para averiguar: ¿Cuáles fueron los causales que lo originaron?, al ser un programa de Escenas y Algoritmos se basa en el hecho de que se dice que todas las condiciones de contorno, diagramas de red, constituyen este escenario base particular (EADIC, 2016).

Materiales y métodos

La presente investigación es de tipo aplicada o comúnmente llamada empírica, porque permitió conocer la situación actual y el procesamiento y recopilación de datos documentales necesarios que luego fueron procesados en la práctica, con el objetivo de cumplir con la modelación hidráulica y otorgar resultados que en futuro serán un apoyo para las personas interesadas en el mejoramiento del sistema de agua potable Caza Lagarto -Jipijapa.

El nivel o tipo de investigación fue de tipo descriptivo, porque se realizó el análisis de las condiciones del terreno y permitió identificar para que tipo de construcción se puede utilizar, esto gracias a los ensayos que se realizaron in situ.

En el estudio realizado se utilizó el método documental que incluyó las normas INEN 1108 (1992), CONAGUA (2018) y (2013); también se aplicó el método inductivo que incluyó: litología, geología, hidrología y criterios de diseño.

Resultados

En el área de Jipijapa, se han delineado 22 microcuencas para proporcionar fuentes de agua y abastecer al río Jipijapa. En la cuenca receptora los principales afluentes son el Río La Pita y Río Caña Brava, que se fusionan con sus afluentes para formar el Río Jipijapa (Jaramillo, 2018).

“El área de drenaje de la zona en estudio que pertenece al cantón Jipijapa, se encuentra influenciada por los ríos Guayas, Portoviejo, Ayampe, Buenavista, Bravo, Canta Gallo, Jipijapa, Salaite, Cañas, Valdivia, Viejo, y Javita y a las subcuencas de los ríos Daule, Portoviejo, Ayampe, Buenavista, Bravo, Canta Gallo, Jipijapa, Salaite, Cañas, Valdivia, Viejo, y Javita. En estas áreas se delimitaron 78 microcuencas, distribuidas de la siguiente manera: 15 que alimentan las aguas del río Daule; 4 que alimentan las aguas del río Portoviejo; 8 que alimentan las aguas del río Ayampe; 10 que alimentan las aguas del río Buenavista; 6 que alimentan las aguas del río Bravo; 4 que alimentan las aguas del río Canta Gallo; 22 que alimentan las aguas el río Jipijapa; 5 que alimentan las aguas del río Salaite; 1 que alimenta las aguas del río Cañas; 1 que alimenta las aguas del río Valdivia; 1 que alimentan las aguas del río Viejo; 1 que alimentan las aguas del río Javita”. (GAD Jipijapa, 2015).

La línea de conducción Cazalagarto – Jipijapa tiene una longitud de 31,76km y esta integradas por cuatro tramos. Cada uno de los tramos cuenta con una estación de bombeo están en paralelo a conducción ya existente, son tres equipos los bombeos que harán su funcionamiento, dos de ellos trabajarán de manera permanente y el otro de suplencia por si uno de llegue a dañarse. Estos son:

Captación Cazalagarto – Las Balsas; Las Balsas – Las Anonas; Las Anonas – Guesbol y Guesbol - Planta de tratamiento San Manuel

Para determinar el nivel de servicio de una zona de influencia con 977 habitantes, se seleccionó un sistema de conexión domiciliaria con un solo grifo. En el cálculo de las pérdidas de carga localizadas se ha utilizado el Método de las Longitudes Equivalentes del Manual de Hidráulica de JM De Azevedo Netto. Para el cálculo de las pérdidas de carga localizadas se ha utilizado el Método de las Longitudes Equivalentes.

Los resultados y el diseño definitivo de la conducción Cazalagarto se muestra a continuación:

Tabla 1

Cuadro de análisis del sector 1

TIEMPO	QC	PERIODOS	QC	DEMANDA				CAUDAL DE SUMINISTRO				DEFICIT				
				Qc (M ³ /S)	Vc m ³ /S	Vc acumulado	% Qc	Qs (M ³ /S)	Vs (m ³)	Vs acumulado(m ³)	% Qs	& Q(M ³ /S)	& V	& %	% ACUMULADO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	18,79	0-8	18,79	0,01879	202,932	202,932	105,00	0,0277	299,376	299,376	150	0,009	96,444	45,00	45,00	
16	16,1	8-16	-2,69	0,01610	173,880	376,812	90,00	0,0000	0,000	0,000	0	-0,016	-173,880	-90,00	-45,00	
24	18,79	16-24	2,69	0,01879	202,932	579,744	105,00	0,0277	299,376	299,376	150	0,009	96,444	45,00	0,00	
		SUMA=		0,054	579,744			0,055								

Tabla 2

Cuadro de análisis del sector 2

TIEMPO	QC	PERIODOS	QC	DEMANDA				CAUDAL DE SUMINISTRO				DEFICIT				
				Qc (M ³ /S)	Vc m ³ /S	Vc acumulado	% Qc	Qs (M ³ /S)	Vs (m ³)	Vs acumulado(m ³)	% Qs	& Q(M ³ /S)	& V	& %	% ACUMULADO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	8,6	0-8	8,6	0,00860	92,880	92,880	105,00	0,0130	140,400	140,400	150	0,004	47,520	45,00	45,00	
16	7,38	8-16	-1,22	0,00738	79,704	172,584	90,00	0,0000	0,000	0,000	0	-0,007	-79,704	-90,00	-45,00	
24	8,6	16-24	1,22	0,00860	92,880	265,464	105,00	0,0130	140,400	140,400	150	0,004	47,520	45,00	0,00	
		SUMA=		0,025	265,464			0,026								

Tabla 3

Cuadro de análisis del sector 3

TIEMPO	QC	PERIODOS	QC	DEMANDA				CAUDAL DE SUMINISTRO				DEFICIT				
				Qc (M ³ /S)	Vc m ³ /S	Vc acumulado	% Qc	Qs (M ³ /S)	Vs (m ³)	Vs acumulado(m ³)	% Qs	& Q(M ³ /S)	& V	& %	% ACUMULADO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	36,12	0-8	36,12	0,03612	390,096	390,096	105,00	0,0530	572,400	572,400	150	0,017	182,304	45,00	45,00	
16	30,96	8-16	-5,16	0,03096	334,368	724,464	90,00	0,0000	0,000	0,000	0	-0,031	-334,368	-90,00	-45,00	
24	36,12	16-24	5,16	0,03612	390,096	1114,560	105,00	0,0530	572,400	572,400	150	0,017	182,304	45,00	0,00	
		SUMA=		0,103	1114,560			0,106								

Tabla 4*Cuadro de análisis del sector 4*

QC	PERIODOS	QC	DEMANDA				CAUDAL DE SUMINISTRO				DEFICIT					
			Qc (M ³ /S)	Vc m ³ /S	Vc acumulado	% Qc	Qs (M ³ /S)	Vs (m ³)	Vs acumulado(m ³)	% Qs	& Q(M ³ /S)	& V	& %	% ACUMULADO		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16,71	0-8	16,71	0,01671	180,468	180,468	105,00	0,0240	259,200	259,200	150	0,007	78,732	45,00	45,00		
14,33	8-16	-2,38	0,01433	154,764	335,232	90,00	0,0000	0,000	0,000	0	-0,014	-154,764	-90,00	-45,00		
16,71	16-24	2,38	0,01671	180,468	515,700	105,00	0,0240	259,200	259,200	150	0,007	78,732	45,00	0,00		
	SUMA=		0,048	515,700			0,048									

Tabla 5*Cuadro de análisis del sector 5*

TIEMPO	QC	PERIODOS	QC	DEMANDA				CAUDAL DE SUMINISTRO				DEFICIT				
				Qc (M ³ /S)	Vc m ³ /S	Vc acumulado	% Qc	Qs (M ³ /S)	Vs (m ³)	Vs acumulado(m ³)	% Qs	& Q(M ³ /S)	& V	& %	% ACUMULADO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	6,42	0-8	6,42	0,00642	69,336	69,336	105,00	0,0170	183,600	183,600	150	0,011	114,264	45,00	45,00	
16	5,51	8-16	-0,91	0,00551	59,508	128,844	90,00	0,0000	0,000	0,000	0	-0,006	-59,508	-90,00	-45,00	
24	6,42	16-24	0,91	0,00642	69,336	198,180	105,00	0,0170	183,600	183,600	150	0,011	114,264	45,00	0,00	
		SUMA=		0,018	198,180			0,034								

Tabla 6*Cuadro de análisis del sector 6*

TIEMPO	QC	PERIODOS	QC	DEMANDA				CAUDAL DE SUMINISTRO				DEFICIT				
				Qc (M ³ /S)	Vc m ³ /S	Vc acumulado	% Qc	Qs (M ³ /S)	Vs (m ³)	Vs acumulado(m ³)	% Qs	& Q(M ³ /S)	& V	& %	% ACUMULADO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	14,43	0-8	14,43	0,01443	155,844	155,844	105,00	0,0370	399,600	399,600	150	0,023	243,756	45,00	45,00	
16	12,37	8-16	-2,06	0,01237	133,596	289,440	90,00	0,0000	0,000	0,000	0	-0,012	-133,596	-90,00	-45,00	
24	14,43	16-24	2,06	0,01443	155,844	445,284	105,00	0,0370	399,600	399,600	150	0,023	243,756	45,00	0,00	
		SUMA=		0,041	445,284			0,074								

Tabla 7

Cuadro de análisis del sector 7

TIEMPO	QC	PERIODOS	QC	DEMANDA				CAUDAL DE SUMINISTRO				DEFICIT				
				Qc (M ³ /S)	Vc m ³ /S	Vc acumulado	% Qc	Qs (M ³ /S)	Vs (m ³)	Vs acumulado(m ³)	% Qs	& Q(M ³ /S)	& V	& %	% ACUMULADO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	19,51	0-8	19,51	0,01951	210,708	210,708	105,00	0,0490	529,200	529,200	150	0,029	318,492	45,00	45,00	
16	16,72	8-16	-2,79	0,01672	180,576	391,284	90,00	0,0000	0,000	0,000	0	-0,017	-180,576	-90,00	-45,00	
24	19,51	16-24	2,79	0,01951	210,708	601,992	105,00	0,0490	529,200	529,200	150	0,029	318,492	45,00	0,00	
		SUMA=		0,056	601,992			0,098								

Tabla 8

Cuadro de análisis del sector 8

TIEMPO	QC	PERIODOS	QC	DEMANDA				CAUDAL DE SUMINISTRO				DEFICIT				
				Qc (M ³ /S)	Vc m ³ /S	Vc acumulado	% Qc	Qs (M ³ /S)	Vs (m ³)	Vs acumulado(m ³)	% Qs	& Q(M ³ /S)	& V	& %	% ACUMULADO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	41,1	0-8	41,1	0,04110	443,880	443,880	120,00	0,0600	648,000	648,000	150	0,019	204,120	30,00	30,00	
16	20,55	8-16	-20,55	0,02055	221,940	665,820	60,00	0,0000	0,000	0,000	0	-0,021	-221,940	-60,00	-30,00	
24	41,1	16-24	20,55	0,04110	443,880	1109,700	120,00	0,0600	648,000	648,000	150	0,019	204,120	30,00	0,00	
		SUMA=		0,103	1109,700			0,120								

Tabla 9

Cuadro de análisis del sector 9

TIEMPO	QC	PERIODOS	QC	DEMANDA				CAUDAL DE SUMINISTRO				DEFICIT				
				Qc (M ³ /S)	Vc m ³ /S	Vc acumulado	% Qc	Qs (M ³ /S)	Vs (m ³)	Vs acumulado(m ³)	% Qs	& Q(M ³ /S)	& V	& %	% ACUMULADO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	10,57	0-8	10,57	0,01057	114,156	114,156	105,00	0,0160	172,800	172,800	150	0,005	58,644	45,00	45,00	
16	9,06	8-16	-1,51	0,00906	97,848	212,004	90,00	0,0000	0,000	0,000	0	-0,009	-97,848	-90,00	-45,00	
24	10,57	16-24	1,51	0,01057	114,156	326,160	105,00	0,0160	172,800	172,800	150	0,005	58,644	45,00	0,00	
		SUMA=		0,030	326,160			0,032								

“La red de distribución de agua potable está constituida por el 40% de tuberías de asbesto cemento (AC) en mal estado, con daños promedio de cuatro por semana, problemas de fugas no controladas, derivaciones ilegales y falta de operación y mantenimiento. La ciudad cuenta con un promedio de 4 días de servicio por mes y 3 horas de servicio por día. La red de distribución existente no cuenta con hidrantes o bocas de fuego; por otro lado, las válvulas de control se encuentran en mal estado” (EPMAPAS-J, 2019).

La JRH identificó la implementación del diseño final del proyecto de red de distribución de agua potable a través de un programa de inversión en red por parte del sector de servicios. Cada departamento de servicio está alimentado por un centro de almacenamiento y opera de forma

independiente. Posteriormente, estableció contrato con CORPCONS UL Cía Consulting. Ltda., para desarrollar una investigación capaz de conducir al diseño final de la red de distribución, ensamblada con el concepto anterior (EPMAPAS-J, 2019).

Ramal norte de Jipijapa: “El Ramal Norte (N-1) parte desde el TRP-1 hacia una derivación ubicada en la abscisa 3+019,67, en la cual se requiere conducir un caudal total de 183,88 l/s, para luego derivarse en dos ramales, el ramal N-2 se dirige hacia el centro de reserva de La Mona con una tubería de hierro dúctil de 10” (existente) de 3737,79 metros, este lugar cuenta con un almacenamiento de 2900 m³ divididos en cinco tanques de reserva con un caudal a distribuir de 83,37 l/s. La derivación hacia el sector norte de la ciudad, corresponde al ramal N-3 para abastecer a los sectores 1 y 2 (2A y 2B) con una tubería de 200 mm PVC-P de 3433,32 metros, este ramal distribuye un caudal 87,98 l/s en un volumen total de reserva de 1900 m³ repartidos en una reserva de 800 m³ del sector San Vicente y dos tanques de 300 y 800 m³ ubicados en el sector de Cristo del Consuelo” (EPMAPAS-J, 2019).

Tabla 10

Evaluación hidráulica - Ramal Norte (N-1, N-2 y N-3)

Ramal	Abscisas		Long. (m)	Diámetro (mm)	Capacidad de Conducción	QMD Requerido	Presión ^c Residual (m.c.a)
	Inicio	Fin					
N-1	0+000	3+019,67	3019,67	250" HD	61,62	160,36	92,53
N-2	3+019,67	3+737,79	718,12	250" HD	12,35	83,87	49,00 (LA MONA)
N-3	0+000	1+301,01	1301,01	200 mm	49,28	76,49	5,75 (R-1)
	1+301,01	3+433,32	2132,31	PVC-P	31,73	49,24	10,00 (R-2A, R-2B)

Ramal sur de Jipijapa: “El Ramal Sur parte desde el TRP-1 hacia los siguientes centros de reserva: La Mona para cubrir el déficit del ramal de llegada N-2, el cual corresponde a 71,02 l/s; El Calvario con una capacidad de almacenamiento de 1600 m³ correspondientes a dos tanques de reserva que distribuyen un caudal total de llegada de 44,33 l/s; Eloy Alfaro, capacidad de almacenamiento de 2000 m³ definidos en tres tanques de reserva para distribuir un caudal de llegada de 64,98 l/s; San Antonio con una capacidad de almacenamiento de 800 m³ de un tanque de reserva que distribuye un caudal de llegada de 31,64 l/s” (EPMAPAS-J, 2019).

“Este ramal tiene una longitud de 7064,51 metros en tubería de PVC-P en diámetros de 315, 250 y 160 mm que recorren en su mayor parte paralelo al ramal norte (N-1, N-2) que se dirige hacia el sector La Mona, requiriéndose conducir un caudal total de 211,97 l/s. La evaluación hidráulica se realiza partiendo de la distribución de caudales correspondiente a cada una de las reservas existentes, de lo cual se tiene el siguiente resumen” (EPMAPAS-J, 2019).

Tabla 11*Evaluación hidráulica - Ramal Sur (S-1)*

Ramal	Abscisas		Long. (m)	Diámetro (mm)	Capacidad de Conducción	QMD Requerido	Presión ^c Residual (m.c.a)
	Inicio	Fin					
S-1	0+000	3+759,31	3759,31	315 mm PVC-P	80,90	211,97	48,30 ^D
	3+759,31	4+728,78	969,47	250 mm PVC-P	55,43	143,26	58,81 ^E
	4+728,78	6+105,39	1376,61	160 mm PVC-P	38,00	92,27	10,00 ^F
S-2	0+000	0+959,12	718,12	160 mm PVC-P	12,43	36,38	24,49 ^G

Modelación hidráulica:

Conclusiones

La falta de recursos hídricos en el cantón inició desde hace tiempo, con el pasar de los años el Sistema Caza Lagarto -Jipijapa en su red de distribución de agua se ha ido implementado ciertas obras hidráulicas para su aprovechamiento y contrarrestó del efecto negativo que provoca una disminución en la económica, debido a que el ingreso principal es la agricultura y el comercio. Por otra parte, se debe tomar en cuenta que el líquido vital influye de manera puntual en la salud de los consumidores.

Los resultados de la modelación hidráulica realizada en el software WaterCad, cumpliendo las normativas vigentes en Ecuador, por los datos ingresados por la institución llamada Junta de Recurso Hidráulicos (JRH), reflejaron en los parámetros hídricos como los velocidades, caudales y presiones están acordes a las normativas. Pero considerando que desde el mes de febrero hay problemas existentes con los sistemas de bombeos las empresas ya mencionadas han comenzado los trabajos y estudios para renovar los servicios adecuados. En la red de distribución existen

problemas de insuficiencia por los años, como en válvulas o tramos de los circuitos o subcircuitos por el funcionamiento inadecuado.

Referencias

1. Aguay, Naranjo. « Análisis comparativo del cálculo de capacidad portante en base a geofísica y método convencional caso práctico Puente sobre el río Maicito.» Febrero de 2010.
2. Alay, Alexander Joel Toala. *Estudio de calidad de agua y mejoramiento del sistema de distribución del circuito 4 de la ciudad de Jipijapa.* 20 de Noviembre de 2019. <<http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2002>>.
3. Aristegui, Maquinaria. *Cómo funciona una red de abastecimiento de agua potable.* 18 de Abril de 2016. <<https://www.aristegui.info/como-funciona-una-red-de-abastecimiento-de-agua-potable/>>.
4. Bances, Santamaria John Victor Hans y Vásquez Javier Iván Burga. *Diseño y simulación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable de las localidades de Puerto Bagazán, Nueva Esperanza y la Victoria, Distrito de Elías Soplín Vargas, Rioja - 2017.* Titulación de Ingeniero Sanitario. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. Moyobamba, Perú, 2018. <<http://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/3073>>.
5. CONAGUA. (21 de Agosto de 2013). Modelación hidráulica y de calidad del agua en redes de distribución. En C. N. Agua, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. (Vol. 13). México.
6. EADIC. *WaterCAD, el software para obras hidráulicas.* 31 de Marzo de 2016. <<https://www.eadic.com/watercad-el-software-para-obras-hidraulicas/>>.
7. EPMAPAS-J. (2019). Diseño definitivo del sistema integral de agua potable de la ciudad de Jipijapa. Corpcosul Cia. Ltga, Junio 2009, Manabí, Jipijapa.
8. Fragoso, Lucio Sandoval, y otros. «Sistema para control y gestión de redes de agua potable de dos localidades de México.» Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, 2013. <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382013000100009>.
9. Funcagua. *Qué es el agua.* 04 de Junio de 2020. <<https://funcagua.org.gt/que-es-el-agua/>>.
10. GAD Jipijapa. *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Jipijapa.* 2015. <<http://app.sni.gob.ec/sni->

link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1360000630001_PDYOT%20J
IPIJAPA%2014042016_14-04-2016_10-45-27.pdf>.

11. IDEAM. «Protocolo de modelación hidrológica e hidráulica.» MURILLO, LUIS GILBERTO. Bogotá, Colombia, 2018. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023833/Protocolo_Modelacion_HH.pdf>.
12. Jaramillo, Mayron Edilberto Pilay. *Propuesta de manejo ambiental para la cuenca alta del río Jipijapa*. Tesis Ingeniería Ambiental. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa: UNESUM, 2018. <<http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1053>>.
13. Lárraga, Jurado Bolívar Patricio. *Diseño del sistema de agua potable para Augusto Valencia, cantón Vinces, provincia de Los Ríos*. Tesis de Ingeniería Civil. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, 2016. <<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/13464>>.
14. López, Edwin Alexander Vásquez. «Modelación Hidráulica.» 02 de Agosto de 2020. <<https://www.udocz.com/read/56910/modelacion-hidraulica-1>>.
15. Moreno, Luisa. Fernanda. Tello. «El acceso al agua potable como derecho humano.» *Comisión Nacional de los Derechos Humanos* (2008): 101-123. <https://www.senado.gob.mx/comisiones/recursos_hidraulicos/docs/doc13.pdf>.
16. Moreno, L. F. (2008). El acceso al agua potable como derecho humano. Comisión Nacional de los Derechos Humanos, 101-123.
17. Normas INEN . (1992). Código Ecuatoriano De La Construcción. C.E.C. Normas Para Estudio Y Diseño De Sistemas De Agua Potable Y Disposición De Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores A 1000 Habitantes. En Instituto Ecuatoriano de Normalizacion. Quito, Ecuador.
18. Normas INEN. (1988). Urbanización. Sistema de abastecimiento de agua potable. Requisitos. En Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria. Quito, Ecuador.
19. Paredes, Juana Díaz. «IMPORTANCIA DEL AGUA.» 01 de Julio de 2011. <<https://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgua.html>>.
20. Pullés, Robert. Marlen. «Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en Cuba.» *Revista CENIC. Ciencias Biológicas* 45.1 (2014): 25-36. <<https://www.redalyc.org/pdf/1812/181230079005.pdf>>.

21. Villacis, Katherine Lizbeth Coraquilla. *Evaluación de la línea de conducción del sistema de abastecimiento de agua potable del cantón Rumiñahui*. Tesis Agua y Saneamiento (ASA). Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador, 2018. <<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19455>>.
22. Weatherspark. (12 de Noviembre de 2017). Clima promedio en Jipijapa-Ecuador durante todo el año.

© 2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).