Revista Ingeniería e Innovación
ISSN: 2346-0474 (En línea)

Aprovechamiento de las galerías filtrantes de la Presa la Esperanza para el abastecimiento de la Parroquia Quiroga

Use of the filtering galleries of the Esperanza Dam to supply the Quiroga Parish

*Monge Freile Marlon Fernando[1]**
Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Moreira Moreira Diego Damián[2]
Chone, Ecuador

Álvarez Sánchez Ana Ruth[3]
Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Ramos Remache Rommel Arturo[4]
Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Fecha recepción: 15 de junio de 2020
Fecha aceptación: 16 de julio de 2020

© 2020 Universidad de Cordoba. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution License, que permite el uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que el autor original y la fuente se acreditan.

[1] *Magister scientiae en Recursos Hídricos, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Quevedo, Ecuador. Correo electrónico: mmongef@uteq.edu.ec*

[2] *Ingeniero Hidráulico, Especialista en hidrología de la consultora Moreira asociados, Chone, Ecuador. Correo electrónico: diegodamianmoreiramoreira@hotmail.com*

[3] *Doctorado En Ciencias En El Uso, Manejo Y Preservación De Los Recursos Naturales, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Quevedo, Ecuador, Correo electrónico: aalvarezs@uteq.edu.ec,*

[4] *Magister scintiae en Producción, protección y mejora genética vegetal, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias Quevedo, Ecuador. Correo electrónico: rramos@uteq.edu.ec*

RESUMEN

El servicio de agua potable de la parroquia Quiroga tiene inconvenientes, debido a que el agua que utilizan para el tratamiento presenta riesgos de contaminación, altos niveles de turbiedad lo que provoca un gran retraso en el proceso de potabilización. El objetivo del proyecto consistió en la captación de agua cruda y de su conducción hasta la planta de tratamiento, el lugar escogido para la captación está a 1500 m de la parroquia Quiroga dentro de los predios de la presa La Esperanza. Se debe indicar que los embalses tienen un sistema de evacuación del exceso de agua dentro del muro principal, llamadas galerías filtrantes. Las variables que se midieron fueron las hidráulicas. Encontrando un caudal en estas galerías de aproximadamente 10 L/s que podrían abastecer de agua sin interrupción proyectando a la parroquia Quiroga a una población futura de 2358 habitantes proyectado a 20 años, el caudal medio diario (Qmd) fue de 3 L/s. El caudal máximo diario (QMD) fue de 4.50 L/s, el Caudal máximo de horario (QMH) fue de 6 L/s. El volumen de almacenamiento nos arrojó una cantidad de 195 m^3. El caudal de la fuente fue de 9.01 L/s. El caudal de la captación fue de 5.40 L/s. El caudal de la conducción fue de 4.95 L/s. La Planta de tratamiento podrá abastecer 4.95 L/s. El estudio comprende todos los procesos de captación, conducción e interconexión con la planta de tratamiento existente para la cual se realizaron los cálculos hidráulicos necesarios basados en las normas.

PALABRAS CLAVE: agua cruda, caudal, cauces fluviales, tratamiento de agua, turbiedad.

ABSTRACT

The drinking water service of the Quiroga parish has drawbacks, because the water they use for treatment presents risks of contamination, high levels of turbidity, which causes a long delay in the purification process. The objective of the project consisted in the capture of raw water and its conduction to the treatment plant, the place chosen for the capture is 1500 m from the Quiroga parish within the La Esperanza dam. It should be noted that the reservoirs have a system for evacuating excess water within the main wall, called filtering galleries. The variables that were measured were the hydraulic ones. Finding a flow in these galleries of approximately 10 L / s that could supply water without interruption, projecting the Quiroga parish to a future population of 2358 inhabitants projected to 20 years, the average daily flow (Qmd) was 3 L / s. The maximum daily flow (QMD) was 4.50 L / s, the maximum hourly flow (QMH) was 6 L / s. The storage volume gave us an amount of 195 m ^ 3. The flow of the source was 9.01 L / s. The catchment flow was 5.40 L / s. The flow of the conduction was 4.95 L / s. The treatment plant will be able to supply 4.95 L / s. The study includes all the capture, conduction and interconnection processes with the existing treatment plant for which the necessary hydraulic calculations based on the standards were made.

KEYWORDS: Raw water, Flow, River channels, Water treatment, Turbidity.

INTRODUCCIÓN

Unas de las principales necesidades para la subsistencia de la sociedad es el suministro de agua, debido a que sin este elemento la vida no sería posible, líquido vital que en todas las épocas de la historia ha sido base del desarrollo de las comunidades, pueblos y ciudades (SENA, S. d., 2012).

La parroquia Quiroga presenta un importante crecimiento poblacional, lo que conlleva a un aumento en el consumo de agua potable por parte de sus habitantes, el sistema de abastecimiento actual de agua para consumo humano de la parroquia no cuenta con un proceso de tratamiento eficiente, pues la toma del líquido vital se realiza directamente desde el cauce del Río Quiroga el mismo que en época invernal aumenta considerablemente sus niveles de turbiedad, debido a que las constantes lluvias, escorrentías, desfogue de vertientes y esteros dificultan e imposibilitan contar con un caudal de agua cruda limpia lo suficiente para abastecer de líquido vital a la población (Andrés Sahuquillo, E. C., 2010), que además, en las épocas de sequía sufre de desabastecimiento a pesar de tener cerca una presa capaz de almacenar 425 millones de m^3 aproximadamente, está también contribuye al deterioro de la calidad del agua del Río Quiroga, ya que se le adicionan las purgas de fondo de la presa en donde la concentración de lodos y gases disueltos es sumamente elevada (Freddy Hernán Corcho Romero, J. I., 2005).

A pesar de conocer los problemas que se suscitan con la adición de estas aguas y por la falta de una fuente de captación más confiable, la planta de tratamiento de agua potable de la parroquia Quiroga se abastece de ella. Haciendo énfasis a las necesidades existentes en el sistema de abastecimiento de agua potable de la parroquia Quiroga y de la preocupación de sus habitantes por contar con un servicio de agua potabilizada continuo de calidad, surge el presente proyecto de investigación que abarca el proceso de mejoramiento del servicio de agua potable, con una idea progresista que ha considerado las fuentes de aprovechamiento del recurso hídrico propio de la zona, como una vía de solución a la problemática del servicio de agua (Restrepo, G. R.-J., 2008).

Por esta razón el presente proyecto de investigación tuvo como objetivo principal aprovechar el agua filtrada de la presa ´´La Esperanza´´ como fuente de abastecimiento para la planta de tratamiento de agua potable de los habitantes de la parroquia Quiroga de la provincia de Manabi cantón Bolívar, y como objetivo específico: Elaborar un estudio técnico con la viabilidad requerida para el diseño e implementación de la nueva captación de agua y su interconexión con el actual sistema de

tratamiento.

1. MATERIALES Y MÉTODOS.

Se elaboró un estudio técnico con la viabilidad requerida para el diseño e implementación de la nueva captación de agua y su interconexión con el actual sistema de tratamiento en la parroquia Quiroga provincia de Manabí cantón Bolívar dentro de los predios de la presa La Esperanza en el año 2019. Las variables determinadas fueron las referentes a la parte hidráulica descrita a continuación.

Caudal (Q) de los filtros de la presa La Esperanza

Para la medición de caudales existen diversos métodos, en este caso no fue necesaria la aplicación de ninguno de ellos ya que el cuerpo de ingenieros que administra el embalse cuenta con un control sistemático de los caudales de las galerías filtrantes la cual la exponemos en los resultados (Jaime Arviza Valverde, I. B., 2002).

1.1. Población de diseño

Parte importante de todo proyecto de abastecimiento de agua potable es la determinación de la población a servir a futuro. La cual se obtiene en base de información censal, esta investigación cuenta con un catastro de la población servida por el sistema actual y en base a ese dato se lo proyectó (Briere, F. G., 2005). A continuación, se detalla la ecuación para determinar la población futura:

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

En donde:

Pf = Población futura (habitantes)

Pa = Población actual (habitantes)

r = Tasa de crecimiento geométrico de la población expresada

n = Período de diseño (años)

Para el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional, se tomaron los datos proporcionados por lo censos nacionales y recuentos sanitarios, de ello se obtuvo un índice de crecimiento del 1.65%

1.2. *Caudales de diseño*

Caudal medio diario

El caudal medio diario se lo calculó mediante la siguiente ecuación:

$Qmd = f \times (P \times D)/86400$ (2)

En donde:

Qmd = Caudal medio diario (L/s)

f = Factor de fugas

P = Población al final del período de diseño

D = Dotación futura (l/hab x día).

Caudal máximo diario

El caudal máximo diario, se lo calculó mediante la ecuación:

$QMD = KMD \times Qmd$ (3)

En donde:

Qmd= Caudal medio diario

QMD= Caudal máximo diario (L/s)

KMD= Factor de mayoración máximo diario

Para el coeficiente (KMD) del caudal máximo diario se tomó el valor de 1.5 recomendado por las normas del SSA estipulado en el numeral 4.5.2.2;

Caudal Máximo horario

El caudal máximo horario se lo calculó mediante la ecuación

QMH = KMH x Qmd (4)

En donde:

Qmd = Caudal medio diario (L/s)

QMH= Caudal máximo horario (L/s)

KMH= Factor de mayoración máximo horario.

El factor de mayoración máximo horario (KMH) es la variación de consumo entre el 200% al 300% del caudal medio diario, recomendado por las normas de SSA. Para este proyecto se tomó una variación del 200% del caudal medio diario por tratarse de una parroquia rural (Briere, F. G., 2005).

Fuente de abastecimiento

Según las normas de diseño de la SSA, numeral 5.1.1, la fuente de abastecimiento deberá asegurar un caudal mínimo de 2 veces el caudal máximo diario futuro calculado. Este mismo valor recomendado por la SSA, fue utilizado.

Captación

En el sitio donde se obtiene el agua es en estado natural, las normas de diseño de la SSA numeral 5.2.1, recomienda que la estructura de captación deberá tener una capacidad tal que permita derivar al sistema de agua potable un caudal mínimo equivalente a 1.20 veces el caudal máximo diario correspondiente al final del período de diseño (Martínez Pagan, E. A., 2004). Por tanto, se usó el recomendado por las normas.

Conducción

Las normas de diseño de la SSA en el numeral 5.3.1.1, señala que el caudal de conducción será 1.10 veces el caudal máximo diario calculado al final del período de diseño.

Planta de tratamiento

Para la capacidad de la planta de tratamiento o potabilización se utilizó lo recomendado por las normas del SSA en el numeral 5.4.1, que indica que será de 1.10 veces del caudal máximo diario correspondiente al final del período de diseño.

1.3. *Bases del diseño*

La línea de conducción es la parte del sistema constituida por conductos principales de diámetro diferente o igual que se encarga de llevar el agua de la captación a la planta de tratamiento. Las tuberías utilizadas en las conducciones pueden ser de diferentes materiales como: hierro galvanizado, asbesto –

cemento, polietileno PVC (L., R. P., 2009). Para el diseño de una línea de conducción por bombeo deben tenerse en cuenta, los siguientes criterios:

Diferencia de elevación

Para ello se realizó un levantamiento topográfico desde la captación hasta la planta de tratamiento mediante un nivelador y GPS, el cual se obtuvo la diferencia de altura de esos dos puntos y su longitud. Mediante estos datos se pudo determinar la necesidad de un sistema de bombeo (Correia, P., 2001).

Cambio de la rugosidad con el tiempo

Para este proyecto, el dimensionamiento de la tubería se lo realizó tomando en cuenta la rugosidad a futuro (Rocha Felices, A., 2007). La variación de la rugosidad con el tiempo se expresa:

$$Kt = Ki + a * t \qquad (5)$$

Dónde:

Kt = Rugosidad después de trascurrido el tiempo

Ki = Rugosidad inicial

a = Velocidad de aumento de la rugosidad

t = Número de años que funcionará el sistema.

Velocidad mínima

De acuerdo con el numeral, 5.2.4.2, de las normas de diseño EX – IEOS, en lo posible se tomará 0.45 m/s como velocidad mínima, para conducciones que funcionen a gravedad, con superficie libre o a presión, si el agua no contiene partículas en suspensión no es necesario considerar una velocidad mínima.

Velocidad máxima

En conducciones a presión para evitar el desgaste de las paredes del conducto se utilizarán las velocidades recomendadas por las normas del EX – IEOS, así tenemos para PVC se recomienda una velocidad máxima de 2.5 m/s.

1.4. *Capacidad de trasporte*

Diámetro de la tubería

Para la determinación del diámetro se basó en función del caudal máximo horario proyectado, se realizó interacciones con los diámetros internos comerciales y las velocidades, hasta obtener velocidades recomendadas por las normas.

Esta se lo realizó mediante la fórmula de continuidad:

$$Di = \sqrt{\frac{4*Q}{\pi*V}} \qquad (6)$$

Dónde:

Di= Diámetro interno en (m).

Q= Caudal máximo horario en (m^3/seg).

V= Velocidad del agua en (m/seg).

Pérdidas de carga

Se consideró dos tipos de pérdidas de carga que son las siguientes: Pérdidas por fricción y pérdidas localizadas. Para calcular la pérdida de carga por fricción, se utilizó la fórmula de Darcy-Wesbach.

$$Hf = f * \frac{l}{Di} * \frac{v^2}{2g} \qquad (7)$$

Dónde:

Hf = Pérdida de carga en (m).

f = Fricción

L = Longitud en (m).

Di = Diámetro interno en (m).

V = Velocidad en (m/seg).

g = Aceleración de la gravedad en (m/seg^2).

Potencia de la Bomba – Motor

Se llama potencia de una corriente líquida a su energía por unidad del tiempo. Este parámetro se lo calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Pot\ (bomba) = \frac{Q * HB * \delta}{76 * \eta} \qquad (8)$$

Donde:

Pot (bomba) = Potencia de la bomba en HP (caballos de fuerza).

Q = Caudal en (m^3/seg).

HB = Altura de la bomba en (m).

$\boldsymbol{\delta}$ = Densidad del agua, 1000 kg/m^3.

$\boldsymbol{\eta}$ = Eficiencia de la bomba (eléctrica= 0.75).

2. RESULTADOS Y DISCUSIONES

2.1. Caudal (Q) de los filtros de la presa La Esperanza

Los resultados del estudio técnico con la viabilidad requerida para el diseño e implementación de la nueva captación de agua y su interconexión con el actual sistema de tratamiento con una proyección de vida útil 20 años según las normas de diseños de la Secretaria de Saneamiento Ambiental (SSA) arrojando los siguientes datos:

La medición promedio de caudales de las galerías fue de 10 L/s, siendo suficiente para la población a servir con un aproximado de población futura de 2358 habitantes, hay que tener en cuenta que el mayor inconveniente de desabastecimiento se da en la temporada invernal, ya que la fuente de agua del rio donde actualmente se encuentra la toma de agua viene cargada de sedimentos que impiden el abastecimiento del mismo. Por otra parte, en la temporada invernal la presa La Esperanza se encuentra en su mayor volumen de almacenamiento, generando una mayor infiltración hacia las galerías filtrantes, obteniéndose una mayor disponibilidad de agua.

Para la distribución de agua es primordial estimar en primer lugar la cantidad de agua requerida, para lo que se exige obtener información sobre el número de habitantes que serán servidos y su consumo per cápita, más los diferentes factores que pueden hacer variar el consumo diario (Harper, G. E., 2003). En el transcurso del año el consumo de las personas varía, inclusive diariamente también existen afectaciones, por lo que se hace obligatorio calcular gastos mínimos y máximos utilizando diferentes coeficientes para obtener sistemas que puedan cubrir la demanda en diferentes

tiempos.

2.2. *Caudales de diseño*

En nuestro trabajo encontramos un requerimiento de caudal medio diario (Qmd) de 3 L/s, este es el caudal que exactamente necesitaría la Parroquia de Quiroga, pero al existir un constante movimiento de la población en sus distintas ocupaciones cotidianas, tales como el trabajo, la escuela y las relaciones culturales, se dan horas comunes de encuentro familiar en los hogares y que a su vez generan picos de consumo masivo de agua, haciendo que colapse el sistema de abastecimiento al no llegar la suficiente presión, es por ello que, para evitar estos inconvenientes y por ende malestar en la población, existen normas que otorgan coeficientes de consumo para los cálculos de caudal máximo diario (QMD) y el caudal máximo horario (QMH). Cabe mencionar que el cálculo está basado en las Normas para el diseño de sistemas de agua potable para zonas rurales.

2.3. *Caudal máximo diario y Máximo horario*

El caudal máximo diario (QMD) hallado fue de 4.50 L/s y para el Caudal máximo horario (QMH) fue de 6 L/s, cabe recalcar que para el diseño del diámetro de la tubería de conducción se lo realiza utilizando el caudal máximo diario (QMD)

El volumen de almacenamiento nos arrojó una cantidad de 195 m^3, este volumen obedece a lo recomendado para zonas rurales, que se estima un 50% del caudal máximo diario (QMD) para un día, teniendo como fin abastecer de agua continuamente a la población, para cuando se presente inconveniente eléctrico que comúnmente sucede en estas zonas rurales, caso contrario sucede en las ciudades donde los problemas por falta de electricidad no son muy frecuentes y por ende el porcentaje de almacenamiento es tan solo un 25% del caudal máximo diario (QMD) .

2.4. *Fuente de abastecimiento*

Según lo calculado el caudal que se necesitaría en la fuente es de 9.01 L/s, donde se tiene como objetivo garantizar el abastecimiento teniendo en cuenta que las fuentes presentan discontinuidad en sus aforos según la temporada del año, siendo este mayor en épocas invernales y menor en la época del verano, por tanto, este caudal puede ser abastecido sin ningún inconveniente por las galerías filtrantes de la Presa la Esperanza, donde se obtuvo 10 L/s.

2.5. *Captación*

Para el caudal de la captación se halló que se necesitan unos 5.40 L/s, este representa el caudal que debe ser considerado para la captación desde la fuente, por ende, este caudal puede ser tomado sin ningún inconveniente

desde el tanque de recolección de agua que es abastecido por dos conductos que se conectan a las dos galerías de la Presa La Esperanza.

2.6. Conducción y planta de tratamiento

El caudal para la conducción que se halló fue de 4.95 L/s, siendo este valor que se considera para el dimensionamiento de la tubería hasta la Planta de tratamiento que podrá abastecer 4.95 L/s. La comunidad de Quiroga corresponde al sector rural, presenta condiciones favorables que elevarán su nivel socio-cultural; consecuentemente cambiarán las costumbres de aseo personal y sanitarias en los habitantes ya que se servirán de un sistema de agua potable seguro y eficiente, por lo tanto, se justifica el valor tomado sobre la cantidad de agua consumida diariamente al final del período de diseño de 100 lt/hab/día.

2.7. Bases del diseño

Cambio de la rugosidad con el tiempo

Con el uso y paso de los años aumenta la rugosidad de los conductos y disminuye el caudal que pueden conducir. Este problema está íntimamente vinculado con la calidad del agua. Básicamente el fenómeno del envejecimiento de las tuberías tiene dos aspectos: aumento de la rugosidad y la disminución de la sección útil. La consecuencia es la disminución de la capacidad.

Para el cambio de la rugosidad con el tiempo (Kt) los resultados indicaron un valor de 0.00024 m, valor que se consideró para determinar la perdida de energía que a su vez se necesita para estimar la potencia de la bomba.

3.3 Capacidad de trasporte

Para el diseño de la línea de conducción e interconexión se utilizaron los cálculos de Tanque recolector (A) y Planta de Tratamiento (B) descritos en la tabla 1.

Tabla 1. Diseño de la línea de conducción e interconexión.

Descripción	Resultados
Cota del tanque recolector (A)	36 m.s.n.m.
Cota la planta existente (A)	61 m.s.n.m.
Diámetro designado	110 mm
Diámetros interiores nominal	103.2 mm.
Espesor de la tubería.	6.8 mm
Presión de trabajo de la tubería	0.80 Mpa
K inicial de la tubería PVC	0.0000015 m
Longitud de la tubería	1500 m

Diámetro de la tubería y potencia de la bomba

El diámetro necesario calculado para transportar el agua desde el tanque recolector hasta la planta de tratamiento es de 103.2 mm. la Pérdida de carga por fricción (hf) es de 9.99 m, estas pérdidas de carga son producidas por la fricción del flujo con las paredes internas de la tubería y

están en función de la longitud de la conducción, del tipo de material de la tubería y de la viscosidad del agua que se va a conducir y que a su vez está en función de su temperatura (Rocha Felices, A., 2007). La altura de la bomba (HB) necesaria fue de 36 m con una Potencia de (Pot) de 3.78 HP. La presión de trabajo de la tubería (Pt) arrojo un cálculo de 0.657 Mpa.

Con estos cálculos obtenidos se procedió a dimensionar la red de abastecimiento de agua cruda a la planta de tratamiento de agua potable existente en la parroquia Quiroga.

CONCLUSIONES

Este estudio aprovechó el agua filtrada de los túneles de fondo de la presa la Esperanza que día a día son desechados, los mismos que podrían abastecer de agua limpia a los habitantes de la parroquia Quiroga cuyo uso permitirá el mejor desempeño de la planta de tratamiento actual.

Las galerías filtrantes de la Presa la Esperanza aportan un caudal de 10 litros por segundo, caudal suficiente para abastecer a la parroquia Quiroga para una población futura mayor a 20 años

Se determinó una serie de parámetros de diseños recomendado por las normas del SSA para el diseño de abastecimiento de agua tales como: Fuente de abastecimiento, captación, conducción y la planta de tratamiento, los mismos que cumplen para el abastecimiento a la Parroquia Quiroga.

Se realizó el diseño de la línea de conducción con el sistema de bombeo desde la galería filtrantes de la Presa la Esperanza hasta la planta de tratamiento, los que se halló la necesidad de un diámetro interno de 103.2 mm y que soporte presiones de 0.657 Mpa, además se determinó una bomba mínima de 3.78 hp de potencia.

REFERENCIAS

[1]. Andrés Sahuquillo, E. C. (2010). Modelos De Uso Conjunto De Aguas Superficiales Y Subterraneas.

[2]. Briere, F. G. (2005). Distribución De Agua Potable Y Colecta De Desagues Y De Agua Lluvia.

[3]. Correia, P. (2001). Guía Práctica Del Gps.

[4]. Félix Pinto, R. (2013.). Geomatica Tecnologías De Punta.

[5]. Freddy Hernán Corcho Romero, J. I. (2005). Acueductos:Teoría Y Diseño .

[6]. Harper, G. E. (2003). Manual De Instalaciones Electromecánicas En Casa Y Edificios: Hidraulicas, Sanitarias, Aire Acondicionado, Gas, Electricas Y Alumbrado.

[7]. Jaime Arviza Valverde, I. B. (2002). Ingeniería Rural: Hidráulica.

[8]. L., R. P. (2009). El Levantamiento Topográfico: Uso Del Gps Y Estación Total.

[9]. Marquez, F. G. (2003). Curso Básico De Topografía. Editorial Pax Mexico.

[10]. Pedro Martínez Pagan, E. A. (2004). Tecnicas Geoeléctricas Para La Detección Y Monitorización De Filtaciones En Embalses, 29.

[11]. Restrepo, G. R.-J. (2008). Fundamentos De Limnología Neotropical.

[12]. Rocha Felices, A., (2007). Hidráulica De Tuberías Y Canales (1th Ed.), Lima, Perú: Universidad Nacional De Ingeniería.

[13]. Sandobal, W. (2012). Http://Noticias.Espe.Edu.Ec/Wsandoval/Files/2012/08/Embalses-Y-Presas.Pdf.

[14]. Sena, S. D. (2012). Calidad Del Agua. Programa De Capacitación Y Certificación Del Agua Potable Y Saneamiento Básico.