



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i2.1199>

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículo de investigación

Equipos modulares de acero como potabilizadores de agua en el sector rural

Modular steel equipment as water purifiers in the rural sector

Equipamento modular de aço como purificador de água no setor rural

Jenny Beatriz Cedeño-Loor ^I
jennycedeno75@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8698-9379>

Walter Arturo Panchano-Sornoza ^{II}
waps.281156@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6560-6749>

Correspondencia: jennycedeno75@hotmail.com

***Recibido:** 29 de febrero de 2020 ***Aceptado:** 29 de marzo de 2020 *** Publicado:** 30 de abril de 2020

- I. Magíster en Administración de Empresas, Ingeniero Mecánico, Docente de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.
- II. Magíster en Gestión Ambiental, Ingeniero Mecánico, Docente de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.

Resumen

El derecho a disponer de un confiable abastecimiento de agua potable en el sector rural, se ve limitado, a consecuencia de la poca inversión económica que se destina para esta gestión. Su origen tiene que ver, con la poca actitud de las respectivas autoridades involucradas para este propósito, además del poco conocimiento de los moradores del sector rural, para exigir este derecho. De acuerdo con el resultado obtenido en diferentes sectores rurales, se ha determinado que, en periodos muy cortos con respecto a la vida útil de los equipos tradicionales de hormigón para el tratamiento de potabilizar agua, estos han fallado en su estructura constructiva, a consecuencia principalmente de fallas geológicas que están afectando permanentemente la morfología del suelo sobre la instalación. En la actualidad, el desarrollo tecnológico en procesos físico – químicos, como también en el de los materiales, permite el diseño de sistemas de tratamientos de aguas, en plantas modulares de materiales ligeros, resistentes y a menor costo, con mejor desempeño que las tradicionales de hormigón. Características que permiten su instalación en sitios no muy caracterizados geológicamente, ya que estas estructuras mantienen flexibilidad (Capacidad para adaptarse con facilidad a las diversas circunstancias o para acomodar las normas a las distintas situaciones o necesidades) y fácilmente reubicables.

Palabras clave: Equipos modulares de acero; potabilizadores de agua; sector rural.

Abstract

The right to have a reliable supply of drinking water in the rural sector is limited, as a result of the low economic investment located to this management. Its origin has to do, with the little attitude of these respective authorities involved for this purpose, in addition to the little knowledge of their inhabitants of the rural sector, to demand this right. According to the result obtained in different rural sectors, it has been determined that, in very short periods with respect to the useful life of traditional concrete equipment for the treatment of water purification, these have failed in their construction structure, as a consequence mainly of geological faults that are permanently affecting the morphology of the soil on the installation. At present, the technological development in physical – chemical processes, as well as in that of the materials, allows the design of water treatment systems, in modular plants of light, resistant materials and at a lower cost, with better performance than the traditional ones of concrete. Features that allow its installation in sites not very

Equipos modulares de acero como potabilizadores de agua en el sector rural

geologically characterized, since the sestructures mainta inflexibility (Ability to adapte asily to different circumstances or to accommodate standards to different situations or needs) and easily relocatable.

Keywords: Modular steel equipment; water purifiers; rural sector.

Resumo

O direito a um suprimento confiável de água potável no setor rural é limitado, como consequência do pouco investimento econômico destinado a essa gestão. Sua origem tem a ver com a pouca atitude das respectivas autoridades envolvidas para esse fim, além do pouco conhecimento dos habitantes do setor rural, para exigir esse direito. De acordo com o resultado obtido em diferentes setores rurais, determinou-se que, em períodos muito curtos com relação à vida útil dos equipamentos de concreto tradicionais para o tratamento de água potável, estes falharam em sua estrutura construtiva, principalmente como consequência de falhas geológicas que afetam permanentemente a morfologia do solo na instalação. Atualmente, o desenvolvimento tecnológico em processos físico-químicos, bem como em materiais, permite o desenho de sistemas de tratamento de água, em plantas modulares de materiais leves, resistentes e de baixo custo, com melhor desempenho que os tradicionais concreto. Recursos que permitem sua instalação em locais pouco caracterizados geologicamente, uma vez que essas estruturas mantêm a flexibilidade (capacidade de se adaptar facilmente a diferentes circunstâncias ou acomodar padrões a diferentes situações ou necessidades) e são facilmente realocáveis.

Palavras-chave: Equipamento modular de aço; purificadores de água; setor rural.

Introducción

Desde tiempos inmemoriales, el abastecimiento de agua para consumo humano ha sido un factor decisivo en el desarrollo de un asentamiento social de humanos. Es así, que podemos señalar los ingentes recursos que se han invertido para este propósito a través de todos los tiempos (hidro canales romanos, canales incas, canales estadounidenses, etc.) con longitudes de cientos de kilómetros por diferentes geografías y ambientes, con la finalidad de suministrar el líquido a las poblaciones. Históricamente podemos evidenciar que muchas civilizaciones sucumbieron a pesar de contar con suministro de agua, más tarde se determinó la calidad del agua para consumo humano

Equipos modulares de acero como potabilizadores de agua en el sector rural

(desinfección del agua) era el factor clave para asegurar el control sobre enfermedades contagiosas y pandémicas. Situaciones que han llevado al desarrollo de tecnologías para lograr desarrollar procesos de clarificación y desinfección del agua (potabilización del agua) para consumo humano. Junto a esto se involucró el desarrollo de viaductos, desde canales de maderas, tubos de alfarería, de plomo, de mezclas hormigonadas, hasta los actuales de aceros que son muy resistentes, fácil de maquinar y livianos en función a su relación peso – resistencia. Las primeras plantas de potabilizar fueron estructuras de maderas, posteriormente de hormigón que también son llamadas tradicionales, aún son las más construidas. Sin embargo, actualmente la tendencia es a usar materiales ligeros y resistentes, de fácil compatibilidad en los procesos de ensamblaje, con lo que se aligera significativamente el peso, tamaño y costo de la instalación.

En las poblaciones rurales, la falta de atención gubernamental sobre la necesidad de proporcionar sistemas de potabilización y el desconocimiento del derecho a exigirla por parte de los moradores rurales, ha generado el caldo de cultivo para que estos asentamientos sean vulnerables a múltiples enfermedades que ya no son problemas en localidades que sí disponen del servicio de agua potable. A consecuencia de esto, cuando se logra la gestión para implantar una planta potabilizadora en el sector rural, los rubros generalmente son incompletos y no cubren estudios geológicos, hídricos, morfológicos, recurso humano, afectaciones ambientales, entre otras. Básicamente apuntan a la infraestructura y equipos, para el proceso de potabilizar. Situación que lleva a seleccionar técnicas ya muy conocidas, como son las plantas de hormigón, pero que a la vez acarrear problemas futuros, como su afectación estructural, a consecuencia de fallas por asentamientos, deslizamientos y cambios geográficos, socio-políticos y ambientales. Al ser estructuras rígidas, de gran masa y de poca flexibilidad para interactuar con procesos de ampliación, reubicación o de mantenimientos. Prácticamente se pierden cuando son afectadas, o sea, inversión perdida.

Las plantas modernas para tratamientos de agua, son diseñadas, en base a materiales muy livianos, resistentes y de gran compatibilidad de procesos de maquinados y ensamblado con otros materiales modernos. Lo más importante radica, en que pueden ser desarmadas, trasladadas y ampliarlas, con facilidad y a bajo costo, además su tiempo de operación es muy superior y con la facilidad de implantarles transformaciones adecuadas al desarrollo de las nuevas tecnologías.

Materiales y métodos

Entorno de influencia de la investigación: La representación del problema en la investigación, ha sido fundamentada en la planta de potabilizar que fue implantada en la población de Viche, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas.

Figura 1. Zona de influencia del proyecto Planta de Agua Potable de Viche



Ubicación: a 47.7 Km de la ciudad de Esmeraldas

Coordenadas: 0656154 – 79.543263

Población: 5,100 (habitantes Aprox.)

(A) Ubicación de la planta potabilizadora a 650 m de distancia de Viche

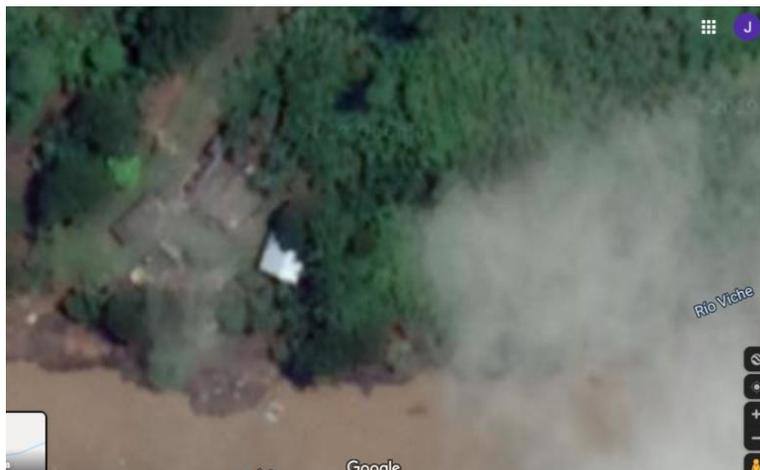
Figura 2. Sector de la captación y de tratamiento en el río Viche



Equipos modulares de acero como potabilizadores de agua en el sector rural

(B) la planta de tratamiento se ubica al fondo de la ladera de un cerro, en cuya parte superior se ha construido un carretero asfaltado y en la base serpentea el rio Quinindé

Figura 3. Ubicación de la captación en el rio Viche y de la planta de tratamiento



(C) la planta de tratamiento construida a 8 (m) del nivel del rio, sobre una meseta de la ladera
(D) la barcaza de captación, flota sobre la orilla de ese mismo lado del rio, protegida de la correntada, por un espolón natural

Análisis de las fallas no previstas: Para este caso específico, de la planta potabilizadora de Viche luego de construida la infraestructura, se evidencia el deslizamiento de la falda del cerro, justamente en una faja que empieza en la parte superior, desde el carretero en el lomo, hasta la orilla del rio. Visualmente se determina la gran magnitud longitudinal y transversal de la misma y en cuyo espacio queda totalmente incluida la planta de tratamiento. A pesar de ser un proyecto de costo mediano (alrededor de 800,000.00 mil dólares en convenio del GAD MUNICIPAL – OCP 2005) no se tomó en consideración el estudio geológico y morfológico del sector de influencia para la instalación.

Equipos modulares de acero como potabilizadores de agua en el sector rural

Figura 4. Condición estructural de la planta de tratamiento de 20 (L/s)



Se evidencia en las fotos (Fig. 4.) que, por el cambio de morfología del terreno a consecuencia del deslizamiento de la falda, el efecto sobre la infraestructura de hormigón que forman las diferentes celdas para el proceso, literalmente se ha quebrado en muchos lugares. La información que genera los datos que permiten el análisis de la investigación, son el resultado de la observación en sitio. Es decir, la consecuencia reflejada por la falla del suelo que soporta a una infraestructura especial, donde su margen de tolerancia a cambios geométricos producida por esfuerzos mecánicos, es muy reducida.

En el caso de la planta de Viche, los esfuerzos rebasaron la capacidad de la planta, la misma que se deforma hasta romperse. La metodología implicada en la advertencia de las fallas fue la visual, a consecuencia de que los parámetros de diseño correspondiente al estudio geológico, nunca fueron debidamente considerados para la ejecución de la obra, por lo tanto, era información desconocida en el proyecto. El experto en suelos, Ing. Jorge Raad, consideró, que el deslizamiento de una sección completa en un tramo de la falda del cerro, es de difícil y costosa solución técnica, por lo que considera que la ubicación de una futura planta, debe de ser colocada en otro lugar.

Resultados Obtenidos

La población de Viche, a consecuencia de no contar con una planta potabilizadora, se abastecía de agua sin tratamiento del río Viche. Las autoridades del GAD parroquial, investigando sobre procesos y técnicas para solucionar este problema de salubridad. El Ing. Walter Panchano, propone el empleo de nuevas tecnologías con la aplicación de sistemas modulares independientes, de acoplamiento sencillo y de larga vida operativa, con la capacidad de ser reubicados y aumentar su capacidad de tratamiento mediante la inserción paralela de nuevos equipos del mismo origen. Es así, que a un costo de 20,000.00 dólares, se logró construir una planta modular con capacidad para procesar 10 (L/s) con vida útil garantizada de 25 años.

La planta modular permite ir asimilando por corrección, la deformación de la morfología del suelo de asentamiento de los equipos que forman la planta de tratamiento. Es más, de existir peligro inminente sobre la seguridad de los equipos y riesgo sobre el personal que se mantiene en la instalación, estos equipos pueden ser fácilmente desinstalados en corto tiempo, y ser reubicados. Acciones que salvan la inversión y la producción de agua potable.

Los equipos pueden ser contruidos en varios talleres, lo que permite su rápido ensamblaje en la ejecución de la obra. El traslado de los equipos, así mismo, es fácil, en lo que la población del sector puede inmiscuirse para este propósito, como para el ensamblaje de los módulos. Los nuevos materiales y tecnologías desarrolladas, permiten agilizar y abaratar notablemente los costos en la construcción de plantas potabilizadoras de agua. En las siguientes graficas observamos la facilidad en todas las acciones, para el montaje de la planta de tratamiento.

Equipos modulares de acero como potabilizadores de agua en el sector rural

Figura 1. Descripción gráfica de equipos y accesorios, y de los procesos de montaje



Equipos modulares de acero como potabilizadores de agua en el sector rural

Figura 1. Descripción gráfica de equipos y accesorios, y de los procesos de operación y tratamiento del agua potable, del rio Viche

SISTEMA Y PROCESO DE COAGULACIÓN

Vistas de la torre contenedora de:

Control – dosificador de coagulante – dosificador de cloro – sistema de mezclado rápido



Figura. 2 imágenes del sistema de mezclado rápido y coagulador

Vista del sistema de mezclado rápido – coagulador, sobre la torre contenedora



SISTEMA Y PROCESO DE FLOCULACIÓN

Dosificador de canaleta, sobre canal de mezclado rápido

Sistema de coagulación del coagulante líquido (250 litros). Se aprecia el sistema de la *moto-batidora* eléctrica, instalado sobre su bastidor

Equipos modulares de acero como potabilizadores de agua en el sector rural



Descarga del agua cruda, proveniente del río, en el vertedero de recepción (etapa inicial)

Precipitación hidráulica sobre la bandeja de dosificación laminar (etapa media)

Mezcladora rápida - coaguladora (etapa final)



Descarga del agua coagulada en el canal de flujo rápido

Contenedor de solución de sulfato de aluminio con su electro batidor

Sistema de pantallas, con separación progresiva, para flujo lento y muy lento.

Para el sistema de pantallas, se empleó para confeccionar la estructura soporte de las placas, maderas de guayacán y morales (amarillo)

En el proyecto de agua regional para Esmeraldas EAPA – SAN MATEO, se utiliza madera de moral. Material que ha sido reemplazado a los 12 años, por el mismo tipo de madera.

Equipos modulares de acero como potabilizadores de agua en el sector rural

SISTEMA Y PROCESO DE FILTRADO 10 000 L /c/u



SISTEMA Y PROCESO DE REGULACIÓN DE CAUDAL A LOS FILTROS



En cada uno de los recipientes de filtrado, se instaló un sistema regulador de filtro, que cumple las siguientes funciones:

- Regulador del caudal al filtro
- Atenuador de golpes de ariete
- Revisión de flujo
- purga de aire

Análisis y Discusión de Resultados

Como podemos determinar apoyándonos en los resultados obtenidos, la mayoría de los fracasos al implantar plantas de tratamiento para potabilizar agua en el sector rural, se originan por la falta económica de los GAD, por lo que, al asignar a un proyecto, la parte económica queda reducida exclusivamente a los rubros de infraestructuras, adoleciendo de análisis serios en cuanto al rubro de estudios de morfología, de suelo, ambientales, hídricos, culturales, etc. Hay que tomar en cuenta que, por lo general los GAD no disponen de un departamento técnico que pueda solventar temas de esa índole técnica. Al no contar con la capacidad de realizar estudios completos, los técnicos de los GAD recurren al modelo de las plantas tradicionales de hormigón, las mismas que son muy conocidas técnicamente y como resultado se recurre a asumir riesgos de seleccionar un espacio, basados en la confianza técnica de la experiencia (análisis muy somero).

En la actualidad, se pueden emplear nuevos materiales que tecnológicamente permiten construir plantas de tratamiento, con mejores características operativas, de mantenimientos y de vida útil, que resultan más económicas. Que no necesitan mayores estudios para su implantación. Además de que son totalmente removibles y trasladable. Permiten su expansión por adición de nuevos módulos de tratamiento. Para la planta de Viche, con un presupuesto de 20,000 dólares se construyó una pequeña planta modular con capacidad de 10 (L/S) Vs. Una planta tradicional que fallo estructuralmente con una inversión de 800,000 dólares y de capacidad 20 (L/s)

Equipos modulares de acero como potabilizadores de agua en el sector rural

Para lograr los cambios en la mentalidad de los técnicos de los GAD, y ya que estos por lo general son ingenieros civiles con propuestas orientadas al hormigón. Es necesario la vinculación con técnicos en las áreas de tratamientos y procesos hídricas (ingenieros químicos y biológicos) como de diseño de materiales y metalúrgicos en procesos (ingenieros mecánicos, industriales, metalúrgicos).

Conclusiones

Para mejorar la asistencia a las poblaciones rurales en el sector de la salubridad, es necesario desarrollar la implantación de nuevas tecnologías en las plantas de tratamiento para potabilizar agua, con las que se permite abaratar, aligerar, economizar, garantizar, alargar la vida útil, flexibilidad técnica y tecnológica, que la correspondientes a las plantas tradicionales de hormigón. Igualmente, en el proceso de desinfección sucede igual situación dentro de los procesos de potabilizar agua.

Plantas Modulares de Fabricación Nacional



VENTAJAS

- Rápida construcción e instalación.
- Remueve efectivamente turbidez, sólidos en suspensión, color, olor y COT.
- Fácil operación y mantenimiento.
- Fácilmente transportable.
- Ideal para comunidades de hasta 30.000 habitantes.
- Planta totalmente automática para su operación hidráulica.
- Bajos costos de inversión, operación y mantenimiento.
- Diseño compacto.
- Sistema de retrolavado de filtros de alta eficiencia, lo que genera un mayor tiempo de operación entre retrolavados con un menor consumo energético.
- Muy bajo costo por consumo de productos químicos.

Equipos modulares de acero como potabilizadores de agua en el sector rural



Referencias

1. Port, R., Herro, H. (1997). Guía NALCO para el análisis de fallas en calderas. 1a. edición. México. Editorial McGraw-Hill.
2. Estupiñán, Patricio. (2010), Informe Preliminar (de Falla de Tubo No. 50 AD – Caldero Central Térmica Esmeraldas). Informe de Consultoría, ILPM Cia. Ltda. Quito. Ecuador.
3. Calidad y tratamiento del agua - American Water Works Association, Manual de suministros de agua comunitaria, 5ª edición, Editorial McGraw-Hill – España
4. ISA - Catalogo de Plantas de Tratamiento de Agua Potable, Planta Modular de Tratamiento de Agua Potable, Catalogo digital 2019 - <https://isa.ec/plantas-de-tratamiento-de-agua-potable/>
5. Agua Sistec, Planta de tratamiento de Agua Potable, Estructuras y Sistemas de Ingenierías, Catalogo Digital - <https://www.aguasistec.com/planta-de-tratamiento-de-agua-potable.php>
6. Panchano Walter, Informe Planta de tratamiento de Agua Potable de Viche – Quinindé, waps.281156@gmail.com
7. Raad Jorge, Referencias de suelos y descripción geológica de falla en planta de tratamiento de Viche, Informe de Consultaría
8. Andrew Pytel – Ferdinand Singer, Resistencia de Materiales, Introducción a la mecánica de sólidos, 4ª Edición, Editorial McGraw-Hill – Mexico

References

Equipos modulares de acero como potabilizadores de agua en el sector rural

1. Port, R., Herro, H. (1997) .NALCO guide for failure analysis in boilers. 1st. edition. Mexico. Editorial McGraw-Hill.
2. Estupiñán, Patricio. (2010), Preliminary Report (of Tube Failure No. 50 AD - Esmeraldas Thermal Power Plant Boiler). Consulting Report, ILPM Cia. Ltda. Quito. Ecuador.
3. Water Quality and Treatment - American Water Works Association, Community Water Supply Manual, 5th Edition, McGraw-Hill Editorial - Spain
4. ISA - Catalog of Drinking Water Treatment Plants, Modular Plant of Drinking Water Treatment, Digital Catalog 2019 - <https://isa.ec/plantas-de-tratamiento-de-agua-potable/>
5. Agua Sistec, Drinking Water Treatment Plant, Structures and Engineering Systems, Digital Catalog - <https://www.aguasistec.com/planta-de-tratamiento-de-agua-potable.php>
6. Panchano Walter, Report on the Viche - Quindé Drinking Water Treatment Plant, waps.281156@gmail.com
7. Raad Jorge, Soil References and Geological Description of Failure in the Viche Treatment Plant, Consultancy Report
8. Andrew Pytel - Ferdinand Singer, Strength of Materials, Introduction to Solid Mechanics, 4th Edition, McGraw-Hill Editorial - Mexico

Referências

1. Port, R., Herro, H. (1997) .NALCO guia para análise de falhas em caldeiras. 1º. edição. México. Editorial McGraw-Hill.
2. Estupiñán, Patricio. (2010), Relatório Preliminar (da Falha no Tubo nº 50 AD - Caldeira da Usina Termelétrica de Esmeraldas). Relatório de Consultoria, ILPM Cia. Ltda. Quito. Ecuador.
3. Qualidade e tratamento da água - American Water Works Association, Community Water Supply Manual, 5ª Edição, McGraw-Hill Editorial - Espanha
4. ISA - Catálogo de Estações de Tratamento de Água Potável, Planta Modular de Tratamento de Água Potável, Catálogo Digital 2019 - <https://isa.ec/plantas-de-tratamiento-de-agua-potable/>
5. Agua Sistec, Estação de Tratamento de Água Potável, Estruturas e Sistemas de Engenharia, Catálogo Digital - <https://www.aguasistec.com/planta-de-tratamiento-de-agua-potable.php>

Equipos modulares de acero como potabilizadores de agua en el sector rural

6. Panchano Walter, Relatório da Estação de Tratamento de Água Potável Viche - Quinindé, waps.281156@gmail.com
7. Raad Jorge, Referências de Solos e Descrição Geológica de Falhas na Estação de Tratamento de Viche, Relatório de Consultoria
8. Andrew Pytel - Ferdinand Singer, Força dos materiais, Introdução à mecânica dos sólidos, 4ª edição, Editorial McGraw-Hill - México

©2020 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/>).