



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI

**GESTIÓN, CALIDAD Y DESARROLLO
EN LAS FACULTADES DE INGENIERÍA**

**CARTAGENA, COLOMBIA
18 al 21 de septiembre de 2018**



DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA AUTOMATIZADA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS DE POZO MEDIANTE EL PRINCIPIO DE ÓSMOSIS INVERSA EN EL MUNICIPIO DE CARACOLÍ ATLÁNTICO

Leonardo Javier Charris Redondo, Rubén Darío Guerra Robles

**Institución Universitaria ITSA
Soledad, Colombia**

Resumen

El método utilizado para el tratamiento de agua depende de las propiedades fisicoquímicas de esta, las cuales están ligadas a su procedencia, en el caso del diseño del presente proyecto, el agua a tratar se obtiene de un pozo, cuya característica principal es la dureza (presencia de Calcio y Magnesio). En el diseño de la planta por osmosis inversa se realizaron las siguientes etapas:

- Sistema de pre tratamiento el cual elimina sedimentos en el agua, partículas relativamente grandes que pueden estar presentes en el agua, sólidos en suspensión, materia orgánica e inorgánica. Para este objetivo se utiliza arena con diferentes granulometrías, una vez que el agua pasa por el filtro de arena sigue al filtro de carbón activado granula, este material hace un proceso de adsorción química, eliminando material orgánico, pesticidas, plaguicidas y otros contaminantes orgánicos, además de esto, elimina también el cloro presente en el agua, lo cual es recomendado para alargar la vida útil de la membrana de osmosis inversa. El paso final es la eliminación de los elementos que causan la dureza, esto se logra a través de un filtro de resina de intercambio iónico cargado negativamente.
- Sistema de micro filtración, cuyo objetivo es atrapar partículas mayores a 1 micra que puedan deteriorar a la membrana de osmosis inversa que se encuentra en la etapa siguiente.
- Sistema de osmosis inversa, el cual utiliza una membrana VONTRON 4040, con una capacidad de permeado de 0,5 m³/h y una presión de trabajo de 150 PSI, la cual cuenta con una carcasa metálica de acero inoxidable.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA AUTOMATIZADA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS DE POZO MEDIANTE EL PRINCIPIO DE ÓSMOSIS INVERSA EN EL MUNICIPIO DE CARACOLÍ ATLÁNTICO

- Sistema de desinfección, que garantiza la eliminación de microorganismos tales como bacterias y virus, empleando una tecnología libre de químicos como es la luz ultravioleta, actuando como un poderoso agente esterilizante.
- Sistema automático de control de retro lavado de filtros, la cual se efectúa con el uso de un PLC y microcontrolador, cuya entrada a estos elementos provienen de sensores de presión, nivel, caudal y conductividad.

Palabras clave: automatización; osmosis inversa; agua de pozo

Abstract

The method used for the treatment of water depends on its physicochemical properties, which are linked to its origin, in the case of the design of the present project, the water to be treated is obtained from a well, whose main characteristic is hardness (presence of Calcium and Magnesium). In the design of the plant by reverse osmosis, the following stages were carried out:

- *Pre-treatment system which eliminates sediments in the water, relatively large particles that may be present in the water, suspended solids, organic and inorganic matter. For this purpose, sand with different granulometries is used, once the water passes through the sand filter it follows the activated carbon granule filter, this material makes a chemical adsorption process, eliminating organic material, pesticides and other organic contaminants, besides This also eliminates the chlorine present in the water, which is recommended to extend the useful life of the reverse osmosis membrane. The final step is the elimination of the elements that cause the hardness, this is achieved through a negatively charged ion exchange resin filter.*
- *Micro filtration system, whose objective is to trap particles larger than 1 micron that can damage the reverse osmosis membrane that is in the next stage.*
- *Reverse osmosis system, which uses a VONTRON 4040 membrane, with a permeate capacity of 0.5 m³ / h and a working pressure of 150 PSI, which has a stainless steel metal casing.*
- *Disinfection system, which guarantees the elimination of microorganisms such as bacteria and viruses, using a chemical-free technology such as ultraviolet light, acting as a powerful sterilizing agent.*
- *Automatic retro-wash filter control system, which is carried out with the use of a PLC and microcontroller, whose input to these elements comes from pressure, level, flow and conductivity sensors.*

Keywords: automation; reverse osmosis; well water

1. Introducción

El agua es un elemento químico el cual está compuesto por átomos de oxígeno e hidrógeno y se representa por la fórmula H₂O. El átomo es la parte más pequeña de la materia. La molécula es

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA AUTOMATIZADA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS DE POZO MEDIANTE EL PRINCIPIO DE ÓSMOSIS INVERSA EN EL MUNICIPIO DE CARACOLÍ ATLÁNTICO

una asociación de dos o más átomos, que fuertemente ligados entre sí, formando una unidad. La atracción existente entre dos átomos se denomina enlace químico. Entre las propiedades más importantes del agua se encuentra la alta capacidad para disolver otros compuestos, por esta razón es llamada el disolvente natural; también tiene la capacidad para retener el calor, actuando como amortiguador. Dependiendo de las características fisicoquímicas del agua se distinguen 3 tipos de tratamientos ideales:

1. Aguas superficiales
2. Agua de mar:
3. Agua de pozo

El Proyecto a desarrollar se concentra en el diseño de una planta de tratamiento de agua de pozo mediante el principio de osmosis inversa, dicho Proyecto cuenta con un sistema de pre-tratamiento, conformado por filtros de arena, carbón activado y resina de intercambio iónico, que tiene como objetivo la eliminación de minerales presentes en el agua de pozo, para luego ser filtrado en la membrana de osmosis inversa quien se encarga de eliminar los virus y bacterias, y como redundancia en la eliminación de virus se utiliza un sistema de luz ultravioleta.



Figura1. Planta de tratamiento de agua, diseño CAD.
Fuente: Elaboración propia.

2. Sistema de pretratamiento de agua

El sistema de pretratamiento se divide en 3 etapas:

- a. Filtros de sedimentos: La filtración en el proceso de purificación elimina los sedimentos sólidos suspendidos en el agua. Este filtro atrapa partículas relativamente grandes que pueden estar presentes en el agua como tierra, arena, limo y partículas de suciedad orgánica o inorgánica. Obviamente, es necesario comenzar nuestro proceso de

purificación con este paso básico con el fin de eliminar estas partículas grandes que podrían ensuciar u obstruir los equipos utilizados en las etapas posteriores.

- b. Carbón activado: Una vez que el agua pasa a través de los filtros mecánicos, posteriormente pasa al purificador de carbón activado granular. El carbón activado hace un proceso conocido como adsorción química, dónde las materia orgánica se adhiere a la pared del carbón por una función química. En este etapa se eliminanos los pesticidas, plaguicidas y otros contaminantes orgánicos (especialmente orgánicos volátiles) además de eliminar el cloro , mediante una reacción química reductora.
- c. Intercambio iónico: Cuando el agua pasa a través de la resina de intercambio iónico, los iones de dureza, que llevan una carga positiva fuerte, desplazan a los iones de sodio más débilmente cargadas. Los iones de dureza (calcio y magnesio) son así atrapados a través de la atracción electromagnética de las partículas de resina. Los lechos de intercambio iónico son entonces limpiados y regeneradas, a intervalos determinados en función del volumen de agua de forma automática



Figura 2. Batería de filtros de pretratamiento.

Fuente: Elaboración propia.

3. Sistema de osmosis inversa

La ósmosis es un proceso natural mediante el cual el agua pasa a través de una membrana debido a un diferencial de presión entre un lado de la membrana y el otro.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA AUTOMATIZADA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS DE POZO MEDIANTE EL PRINCIPIO DE ÓSMOSIS INVERSA EN EL MUNICIPIO DE CARACOLÍ ATLÁNTICO

En la ósmosis inversa, utiliza alta presión para forzar el agua a través de una membrana mientras que las impurezas se quedan retenidas. En otras palabras, la alta presión hace que las impurezas sean retenidas de un lado de la membrana. Sólo el agua pura es capaz de atravesar la membrana; incluso las impurezas disueltas (sales y minerales) que no se pueden eliminar por filtración convencional son capturados y eliminados por el sistema de purificación de ósmosis inversa.

4. Sistema de control automático para retro lavado de los filtros

El sistema de control se fundamenta en un controlador lógico programable (PLC), la programación de este, se basa en lenguaje GRAFCET. El PLC recibe la información de sensores de nivel y sensores de presión; este controla los tiempos en los cuales se efectúan los retro lavados de los filtros de arena, carbón y resina de intercambio iónico. Para los filtros de arena y carbón los retro lavados se efectúan con agua, el filtro de resina catiónica se hace con una solución de Cloruro de Sodio (NaCl). El programa alojado en el PLC, controla las bombas de alta presión, la bomba de agua problema y la bomba de recirculación de salmuera conjuntamente con todas las electroválvulas del sistema. El sistema tiene asociado una parte instrumental que mide variables físicas tales como caudal, conductividad y presión.



Figura 3. Instrumentación de variable de caudal, presión y conductividad.
Fuente: Elaboración propia

5. Referencias

- [1] J. Alberto and M. Benavides, "Diseño De Planta De Tratamiento De Agua De Osmosis Inversa Para La Empresa Dober Osmotech De Colombia Ltda.," 2011.
- [2] B. Introduction, "Vontron Industrial Membrane Elements Ulp Series Ro Membrane Elements Brief Introduction Vontron Industrial Membrane Elements Ulp Series Ro Membrane Elements Specifications," pp. 2–6.
- [3] J. Johnson and M. Busch, "Engineering aspects of reverse osmosis module design," *Lenntech*, pp. 39–72, 2009.
- [4] N. E. Ponce Fernández, R. González Enríquez, and G. E. Dévora Isiordia, "Técnicas Para Desalinizar Agua De Mar Y Su Desarrollo En México," *Ra Ximhai*, vol. 8, pp. 57–68, 2012.
- [5] U. L. Pressure, "VONTRON 4 " MEMBRANES SERIES LP (LOW PRESSURE)," 2008.

Sobre los autores

- **Leonardo Javier Charris Redondo:** Ingeniero Electrónico y telecomunicaciones, Master en Ingeniería de Procesos, Profesor Asistente. lcharris@itsa.edu.co
- **Rubén Darío Guerra Robles:** Ingeniero Electrónico, Master en Ingeniería de Procesos, Profesor Asistente. r Guerra@itsa.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2018 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)