

## FILTRO DE ARCILLA CILÍNDRICO HUECO PARA LA PURIFICACIÓN DEL AGUA (Clay filter hollow cylindrical for water purification)

.Wilmer A. Méndez L.<sup>1</sup> Willmer La Cruz Z<sup>2</sup>

[wamendez@gmail.com](mailto:wamendez@gmail.com). [lacruzw@uvm.edu.ve](mailto:lacruzw@uvm.edu.ve).

Recibido 13/01/2017    aceptado 27/05/2017

### RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal fabricar un filtro como una alternativa diferente, económica y sustentable para la filtración de agua potable, que sea accesible a todas las clases sociales. Configurada en una piedra hueca de forma cilíndrica en arcilla para la purificación del agua de consumo humano en el estado Trujillo. La investigación se considera de tipo experimental siguiendo a Hernández, y otros (2006) con datos obtenidos de la elaboración y evaluación de las piedras. Para la elaboración de dicha piedra se utilizaron: arcillas de distintos tipos, composiciones y texturas, avena, alpiste, agua y aserrín. Las medidas de esta piedra están entre los 23cm de alto x por 9,12cm de longitud. Los resultados obtenidos de las pruebas realizadas fueron satisfactorios ya que la piedra fabricada cumplió con su cometido realizando una filtración de 2,5 litros de agua por minuto. , pudiéndose observar, medir el funcionamiento y rendimiento a la hora de filtrar y purificar el agua.

**Palabras clave:** Agua, Economía, Filtración, Purificación, Sustentable.

---

<sup>1</sup> Wilmer A. Méndez L. Ingeniero Mecánico. Especialista Administración de Empresas. Profesor, Universidad Valle del Momboy

<sup>1</sup> Willmer la Cruz Z. Doctor en Ciencias Gerenciales. Profesor agregado, Universidad Valle del Momboy.

## ABSTRACT

This research has as main objective to manufacture a filter as a different economic and sustainable alternative for the filtration of drinking water, which is accessible to all social classes. Set in a hollow cylindrical stone clay for purification of drinking water in Trujillo state. The research is considered experimental according to Hernandez, et al (2006) with data obtained from the development and evaluation of the stones. For the preparation of this stone were used: clays of various types, compositions and textures, oats, birdseed, water and sawdust. The measures of this stone are between 23cm high x per 9,12cm in length. The results of the tests were satisfactory as the manufactured stone did the job performing a filtration 2.5 liters of water per minute. , Being able to observe, measure performance and performance when filter and purify water.

**Keywords:** Water, Economy, filtration, purification, Sustainable.

## Introducción

El agua ha sido uno de los elementos importantes para la existencia de todas las entidades vivientes en el mundo, la misma se encuentra en los mares, ríos quebradas, manantiales, lluvias y otros espacios dentro del globo terráqueo. Para Marsily, G (2003) el agua es uno de los mejores solventes de los que se dispone, en referencia a ella se destacan una gran cantidad de cuerpos que pueden tener propiedades solubles o insolubles, los mismos desempeñan un papel importante en la disolución, el transporte y la redistribución de los minerales por la superficie de la tierra. No obstante a través de los tiempos los ambientes se han venido degradando por el mal uso y explotación de los recursos naturales por parte de las eran industrializadas. Para Ribas J y Fonfria (1989) El desarrollo de las sociedades industriales ha brindado un aumento en la calidad de vida de las personas que viven en el mundo, sin embargo, ha traído como consecuencia la contaminación de los ambientes con los residuos emanados de las industrias; acompañados de una cultura que se muestra renuente al cuidado y preservación de los ecosistemas.

En atención a la problemática del consumo de agua potable la organización mundial de la salud (1996) en sus guías y normas proporcionadas con base científica, estipulan consideraciones que citan los aspectos microbiológicos y químicos, la desinfección, y aceptabilidad, conjuntamente con el marco de seguridad del agua de consumo. En términos de crisis y economía, estas tienen su origen en la debilidad de la gobernanza y la deficiente reglamentación de los mercados financieros de algunos países industrializados, los efectos de esta crisis están afectando fuertemente los países en desarrollo, particularmente los de menos recursos dejando la población más vulnerable sin protección (Oficina Internacional Del Trabajo En Ginebra, 2009, pg.2). En virtud de las necesidades salud y economía de los habitantes de cada uno de esos países; se pone de manifiesto alternativas que ayuden a resolver las realidades existenciales en función de una mejor vida.

Para el caso de Venezuela que no escapa de este panorama y más aun específicamente en el estado Trujillo, se toma como piloto emprender la investigación al punto de tratar uno de los productos más utilizados para la purificación y limpieza del agua potable proveniente de las plantas de tratamiento, mismo líquido que llega a los hogares con gran cantidad de sólidos (polvillo o tierra), afectando a la población. Para ello se consideró enfocarse en las piedras de los filtros que actualmente se usan; pero se consiguen a un costo elevado.

En vista de este problema, y en la dificultad de hoy día, es difícil obtener un filtro para la purificación de agua potable por el alto costo de los mismos, se propone realizar una piedra de filtro artesanal a base de arcilla para la purificación del agua potable, de fácil acceso a los sectores más necesitados del estado y del país.

## **El Agua**

Gran parte de extensión o volumen la tierra está cubierta por agua, según Hiriati, M (2003) aproximadamente el 75% de la superficie terrestre; está destinada naturalmente a los procesos ambientales y sociales; siendo indispensable para el surgimiento y desarrollo de la vida. Hoy día los seres humanos en su quehacer perturban los sistemas acuáticos aceleradamente, trayendo como consecuencia

gravísimos problemas relacionados con el uso y mantenimiento de este valioso recurso. A modo generalizado, el agua crea una envoltura sobre la superficie terrestre (Hidrosfera) y se estima que su área de distribución cubre 510 millones de  $\text{km}^2$ . El volumen total de agua en el planeta es de aproximadamente 1 390 millones de  $\text{km}^3$ . De las reservas de agua de la Tierra sólo el 0.26% es directamente utilizable por los humanos.

Si bien es cierto, el agua de mar, es la que cubre la mayor parte del planeta, contiene 33 partes por mil de sales disueltas, por lo que hay que tratarla previamente para el consumo y uso humano. El vital líquido es indispensable para la vida, y la que se encuentra en nuestro cuerpo debe poseer determinadas características, con un cierto contenido y cantidad de sales y sin organismos que ocasionen daños a la salud. Para poder consumir y utilizarla en los hogares, en la producción de alimentos de origen vegetal o animal y en la industria, el agua debe ser dulce y de cierta calidad.

Para conseguir los valores para la calidad del agua es necesario mencionar sus propiedades, tal y como lo señala Estrada (1.995), dentro de las propiedades físicas del agua se presentan según estado físico: sólida, líquida y gaseosa, por el color incolora, por su sabor insípida, por su olor inodoro, en cuanto a su densidad 1 g/cc. a  $4^\circ\text{C}$ , asimismo su punto de congelación a cero grado en la escala de Celsius, con un punto de ebullición de 100 grados Celsius, presión crítica 217.5 atm, además de una temperatura crítica de 374 grados Celsius, y el grado de acidez o PH entre las escalas de 7 y 14. En este mismo orden de ideas, se mencionan las propiedades químicas en las que se encuentran las reacciones con los óxidos ácidos, con los óxidos básicos, con los metales y no metales. Otra reacción con los anhídridos u óxidos ácidos formando ácidos oxácidos. Por otra parte se une en las sales formando hidratos. En cuanto Los óxidos de los metales u óxidos básicos estos reaccionan con el agua formando hidróxidos. Puede destacarse de lo expuesto, que muchos óxidos no se disuelven en el agua, pero los óxidos de los metales activos se combinan con gran rapidez y facilidad.

Se ha considerado que algunos metales descomponen el agua en frío y otros lo hacían a temperatura elevada, en la reacción con los no metales como los halógenos y por último el agua forma combinaciones complejas con algunas sales, que se denominan hidratos.

## **Calidad Del Agua**

La Organización Mundial de la Salud OMS (1996) señala que el concepto calidad del agua es relativo y sólo tiene importancia si está vinculado con el uso del recurso, bajo consideraciones generalizadas de limpieza, para permitir la vida de los que habitan el planeta, en algunos casos puede no ser apta para la natación, no obstante; un agua útil para el consumo humano puede no ser competente para la industria. Visto de esta forma, para decidir si un agua califica para un propósito particular, su calidad debe especificarse y certificarse en función de su uso o el que se le va a proporcionar. Bajo estas consideraciones, se dice que un agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan su uso real o potencial.

## **Purificación Del Agua**

Gomella y Guerre (2.013) señala que la purificación, se refiere sobre todo a técnicas de filtración, definiéndose la filtración como un instrumento de purificación para quitar los sólidos de los líquidos. Un filtro típico consiste en un tanque, los medios de filtro y un regulador para permitir la expulsión. Existen varias técnicas de filtración dentro de las cuales tenemos la filtración por pantallas (según tamaño de partículas) y se colocan al principio de la purificación del agua. Otros métodos son la filtración por arena para eliminar sólidos suspendidos en el agua, el método de filtración de flujo cruzado para quitar las sales y materia orgánica disuelta mediante una membrana permeable, la técnica de micro filtración por una separación de membranas de 0.1 a 1.5 micras para separarlas del líquido y quitar las bacterias u otras impurezas. Seguidamente se tiene la ultrafiltración por membrana de

separación para partículas de 0.005 a 0.1 micras, también quita sales y proteínas y otras impurezas dejando claro y abierta la existencia de otros métodos y técnicas por tratamientos químicos.

## **Filtros De Arcilla**

García y Otros (2.003) consideran que existen varios tipos de filtros en la categoría de arenas, y de materiales arcillosos, por lo general el primero se fabrica de granos bastantes gruesos para filtrar el agua contaminada con materia orgánica o con grandes cantidades de minerales como hierro y manganeso. Este tipo de filtro no es efectivo para las bacterias, por lo que el agua filtrada siempre debe tratarse con químicos. El filtro de arena es muy fácil de construir y mantener, se puede hacer con materiales disponibles en la localidad.

Los filtros de materiales arcillosos como los de cerámica en sus tipos de presión, de gravedad, de bandas filtrantes y una gran diversidad de materiales de cerámica con poros de diferentes tamaños. Las bujías filtrantes de grano grueso sirven para eliminar partículas en suspensión, los huevos de helmintos, las cercarías (que es una larva que penetra en la piel a través de agua infectada por caracoles) y los quistes. Los filtros de porcelana deben limpiarse y hervirse periódicamente, cuando el filtro se ensucie o se obstruya; se frota bajo un chorro de agua con un cepillo de cerda rígida que no tenga jabón, grasa o aceite y se hervirá después por unos 15-20 minutos.

## **Arcilla**

Para Besoain E (1985) es un término difícil de precisar, en edafología y sedimentología frecuentemente se usa como un tamaño menor de dos micras, que identifica un material heterogéneo, compuesto de minerales propios de la arcilla con minerales, y otras sustancias, incluyendo fragmentos de rocas, óxidos hidratados, geles, y sustancias orgánicas, petrográficamente se le denomina arcilla a una gran cantidad de materiales sedimentarios, de granulometría fina, y mineralógicamente

poco definidos, así mismo los tecnológicos le llaman arcilla. En cuanto a los tamaños se caracterizan por gruesas aquellas que se encuentran entre 2 y 0.2 micras, para la arcilla media el tamaño corresponde entre 0.2 y 0.08 micras y finalmente para las finas menores de 8 micras.

En cuanto a la naturaleza de la arcilla, Wu y Laird, (2004) definen la arcilla como un suelo o roca sedimentaria constituido por agregados de silicatos de aluminio hidratados, provenientes de la desfragmentación de rocas que contienen feldespato, como el granito. De acuerdo a su coloración, se consideran según las impurezas que contiene, desde el rojo anaranjado hasta el blanco cuando es pura. Físicamente se considera un coloide, de partículas extremadamente pequeñas y superficie lisa. Químicamente es un alúmina, que lleva por fórmula es:  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot H_2O$ . Posee plasticidad al ser mezclada con agua y también sonoridad y dureza al pasar por un calentamiento por encima de 800 °C. La arcilla alcanza la solidificación al ser expuesta al fuego. Se caracteriza por ser uno de los materiales más baratos y de uso más amplio. De la familia de las arcillas se puede presentar de la siguiente manera: Caolinita, Illita, Esméctica (Montmorillonita, Beidellita, Bentonita), Vermiculita, Clorita, Attapulgita, Sepiolita.

## **Proceso Experimental**

La parte experimental de esta investigación consiste en la elaboración del filtro a base de arcilla para la purificación del agua potable. Para llevar a cabo este proceso se utilizarán los siguientes materiales: arcilla de gres, conchas de arroz, tubos de plástico, tubos de metal, agua, hornos, entre otros utensilios. Se realizarán diversas pruebas para lograr obtener un óptimo resultado en el proceso de purificación del agua y así lograr la fabricación de un filtro apto para ser utilizado dentro del estado Trujillo. Este proceso se describe dentro de la Fase descrita más adelante, donde también están los resultados obtenidos de la Observación Directa Aplicada.

## Proceso De Fabricación Del Filtro De Arcilla Para Purificación Del Agua

### Materiales

En la presente tabla se establecen los materiales y las cantidades específicas que se utilizaron en la elaboración de los moldes para realizar la primera piedra del filtro, así como los materiales para elaborar cada una de las piedras.

A continuación se muestra la cantidad de material por molde y piedra, ver tabla n° 1.

**Tabla N° 1. Cantidad Y Material Por Molde Y Piedra**

Molde de Yeso		Molde Cuadrado Externo		Piedras	
CANTIDAD	MATERIAL	CANTIDAD	MATERIAL	CANTIDAD	MATERIAL
350gr.	Arcilla	6kg.	Yeso	1	Horno
300gr.	Yeso	4	Metras	1cda	Harina de Avena
600cm <sup>3</sup>	Agua	3	Tablas de 40cm * 20cm	2kg	Agua
				1000 cc	Arcilla
		2	Tablas de 20cm * 20cm	12 ½ cda	Polvillo de aserrín
				12 ½ cda	Harina de Alpiste
				1	Tubo de Silicón
				650	Arcilla Blanca
650	Arcilla de Gress				
650	Arcilla Gris				

**Fuente:** Méndez y La Cruz

Las dimensiones volumétricas del cilindro de arcilla estará constituida de la siguiente manera: El lado A representa la altura que va a tener la piedra y la misma varía entre 21,3 cm y 23,2cm dependiendo de los materiales que se utilicen, el lado



B representa la longitud superior de la piedra y la misma varía entre 9,9cm y 12,8cm, el lado C representa la longitud inferior de la piedra y la misma varía entre 9,9cm y 12,8cm.

La idea primordial de elaborar esta piedra para filtros de Agua, es probar con cuales materiales se obtiene una mejor purificación. Para obtener estos resultados se hicieron varios tipos de piedras hasta obtener una que brindara mejores resultados.

### **Proceso De Fabricación De La Piedra Para Filtros De Agua**

Antes de iniciar el proceso de fabricación de la piedra para filtros, primero se elaboraron dos (02) moldes que funcionaron como base interna y externa para el proceso de horneado de la piedra, el proceso de elaboración de estos moldes fue el siguiente:

Para el molde cilíndrico o molde interno se utilizaron los siguientes materiales: 350gr de Arcilla, 300gr de Yeso, 600cc de Agua.

En un recipiente de plástico se mezclaron todos los materiales hasta obtener una masa homogénea, luego con ayuda de un tubo de metal se le dio la forma de cilindro y se puso a secar a temperatura ambiente por tres (03) días. Las medidas de este cilindro fueron de 25 cm de altura por 9,5cm de ancho.

También se elaboró un molde cuadrado para uso externo al momento de hornear las piedras, para este molde se utilizaron los siguientes materiales: 6 Kg de Yeso, 4 Metras.3 Tablas de 40cm de alto x 20cm de ancho.2 Tablas de 20cm de alto x 20cm de ancho.

Este molde se hizo en forma de caja de Tres (03) tapas, tendrá como función mantener la piedra dentro del horno, durante el proceso de secado de la misma.

Para llevar a cabo el proceso de fabricación de la piedra para filtros de agua que brindara mejores resultados, se realizaron seis (06) pruebas, a lo largo de estas pruebas se implementó el uso de diferentes materiales en diferentes proporciones,

a fin de determinar cuál mezcla es la que proporciona mejor resultados en dicho proceso.

A continuación se describen de manera detallada cada una de estas pruebas en cantidad, material y proceso, tal y como se muestra con sus resultados en la tabla n°2.

**Tabla N°2: Primera Prueba: Arcilla Y Avena**

Cantidad	Material	Proceso
1 Cda	Harina de Avena o Avena Pulverizada	1. Se tamizo la arcilla y la avena para separar los grumos y arenas gruesas. 2. Se colocó la arcilla y la harina de avena en un recipiente adecuado con suficiente agua, y dejarla reposar durante unos 10 – 15 minutos.
375 gr	Arcilla	3. Mezclar la harina de avena, la arcilla y el agua hasta obtener una mezcla homogénea, que se desprenda fácilmente de las manos. 4. Una vez que ya se tiene la masa elaborada se procede a colocarla sobre molde con forma de cilindro elaborado previamente, luego se coloca sobre el molde rectangular y se introduce en un horno especial a una Temperatura de 1.800°C cono 4.
1/4de litro	Agua	5. Después de hornearse la piedra se deja reposar a temperatura ambiente por un tiempo de entre 48 y 72 horas para posteriormente retirarlo de los moldes y proceder a instalarlo en un filtro Pasteur para verificar si cumple con el proceso de purificación y filtración deseado.
1	Lamina de acetato	6 Se instaló la piedra dentro de un filtro Pasteur que funciona con una presión de entre 35 y 45 psi, como resultado se obtuvo que esta piedra no funciona, ya que aunque si filtra el agua no cumplió con las medidas exactas para ser instalada completamente dentro del filtro, ya que la base se hizo en forma cónica y el agua de la tubería no entra a la piedra. Las medidas de esta piedra fueron 21,3 cm de Altura x 9,9 cm de longitud

Fuente: Méndez y La Cruz

**Tabla N°3: Segunda Prueba : Arcilla Y Aserrín**

Cantidad	Material	Proceso
3 Cdas	Polvillo de aserrín	1 Se tamizo el aserrín hasta obtener las 3 cucharadas del polvillo del mismo.
375 grs	Arcilla	2 Con la arcilla previamente preparada se mezcló el polvillo de aserrín, aplicándose el llamado método de la placa y se dejó reposar la mezcla por un tiempo de entre 10 y 15 minutos.

1/4de litro	Agua	<b>3</b> Teniendo la masa elaborada, se procede a colocarla sobre un tubo de metal cubierto con el papel periódico para evitar que la mezcla se adhiera al tubo durante el proceso de secado. Se deja secar a temperatura ambiente por un tiempo promedio entre 48 y 72 horas y luego se introduce en un horno especial para arcillas precalentado 10 horas antes, a una Temperatura de 1.825 °C Cono 4 por un tiempo aproximado de 12 horas.
1	<b>Tubo galvanizado de 1"x12.1cm diámetro</b>	<b>4</b> Ya teniendo horneada la piedra, se deja reposar dentro del horno apagado por 5 horas aproximadamente, para evitar que craquéele o se agriete.
1	<b>Papel periódico</b>	<b>5</b> Se procede a instalar la piedra en un filtro Pasteur para verificar si cumple con el proceso de purificación y filtración deseado.
		<b>6</b> Una vez que la piedra ya seco, se instala dentro de un filtro Pasteur que funciona con una presión de entre 35 y 45 psi, como resultado se obtuvo que esta piedra no funciona, ya que se llevó al horno a más de 1.200 °C y por lo tanto la arcilla se mitifico debido a la alta temperatura, ocasionando la pérdida total de la porosidad de la piedra, imposibilitando el proceso de filtrado del agua. Las medidas de esta piedra fueron 23,2 cm de Altura x 12,8 cm de longitud superior x 12,1 cm de longitud inferior.

Fuente: Méndez y La Cruz

**Tabla N°4: Tercera Prueba: Arcilla y Conchas De Alpiste**

Cantidad	Material	Proceso
1/2 cda	Concha de Alpiste Pulverizada.	Se pulverizo la concha de alpiste y se tamizó para desechar los restos grandes.
375 gr	Arcilla ya Preparada	Con la arcilla previamente preparada se mezcló el polvillo de aserrín, y el alpiste pulverizado, y también se aplicó el método de la placa, para luego dejar reposar la masa por un tiempo de entre 10 y 15 minuto.
1/4de litro	Agua	Teniendo la masa elaborada, se procede a colocarla sobre un tubo de metal cubierto con el papel periódico para evitar que la mezcla se adhiera al tubo durante el proceso de secado. Se deja secar a temperatura ambiente por un tiempo promedio entre 48 y 72 horas y luego se introduce en un horno especial para arcillas precalentado 10 horas antes, a una Temperatura de 1.825 °C Cono 4 por un tiempo aproximado de 12 horas.
1	<b>Tubo galvanizado de 1"x12.1cm diámetro</b>	Ya teniendo horneada la piedra, se deja reposar dentro del horno apagado por 5 horas aproximadamente, para evitar que craquéele o se agriete. Se procede a instalar la piedra en un filtro Pasteur para verificar si cumple con el proceso de purificación y filtración deseado.
1	Papel Periódico	Una vez que la piedra ya seco, se instala dentro de un filtro Pasteur que funciona con una presión de entre 35 y 45 psi, como resultado se obtuvo que esta piedra no funciona, ya que se llevó al horno a más de 1.200 °C y por lo tanto la arcilla se mitifico debido a la alta temperatura, ocasionando la pérdida total de la

		porosidad de la piedra, imposibilitando el proceso de filtrado del agua. Las medidas de esta piedra fueron 23,2 cm de Altura x 12,1 cm de longitud superior x 12,8 cm de longitud inferior.
--	--	---

**Fuente:** Méndez y La Cruz

Teniendo como punto de partida los anteriores errores, se procede a hacer una prueba más, pero disminuyendo la temperatura de 1.825 °C cono 4 a 925 °C cono 06, para que así al momento de hornear la piedra esta no se vitrifique ni pierda su porosidad. Dentro de esta prueba se realizaron dos (02) piedras con arcillas diferentes.

**Tabla N°5: Cuarta Prueba: Arcilla Gris Blanca y Polvillo De Aserrín**

Cantidad	Material	Proceso
3 cdas	Polvillo de Aserrín.	Se tamizo el aserrín hasta obtener las 3 cucharadas
375 gr	Arcilla Gris-Blanca	Se procedió a preparar la Arcilla Gris.
1/4de litro	Agua	Se mezcla el polvillo de aserrín y la arcilla blanca previamente preparada, luego se dejó reposar la masa por un tiempo de entre 10 y 15 minutos. Se procede a colocar la masa de arcilla con aserrín sobre el molde con forma de cilindro y se coloca sobre el molde rectangular y se introduce en un horno especial para arcillas a una Temperatura de 925 °C Cono 06.
1	Tubo galvanizado de 1"x12.1cm diámetro	Una vez horneada la piedra, se extrae del horno y se deja reposar a temperatura ambiente por un tiempo promedio entre 48 y 72 horas para posteriormente retirarla de los moldes e instalarlo en un filtro Pasteur para verificar su funcionalidad.
1	Papel periódico	Se instaló la piedra dentro de filtro Pasteur, con una presión de entre 35 y 45 psi, obteniendo como resultado que esta Piedra logro una porosidad mejor, Filtrando con un caudal de 1 litro por Minuto, por lo que se puede considerar que esta piedra cumple con el objetivo de la investigación, brindando excelentes resultados. Las medidas de esta piedra fueron 23 cm de Altura x 12,2 cm de longitud superior x 12,5 cm de longitud inferior.

**Fuente:** Méndez y La Cruz

**Tabla N°6: Quinta Prueba: Arcilla Purpura Y Polvo De Aserrín**

Cantidad	Material	Proceso
3 Cdas	Polvillo de Aserrín	Se tamizo el aserrín hasta obtener las 3 cucharadas.
375 gr	Arcilla purpura	Se procedió a preparar la Arcilla Purpura.
1/4de litro	Agua	Se mezcla el polvillo de aserrín y la arcilla blanca previamente preparada, luego se dejó reposar la masa por un tiempo de entre 10 y 15 minutos

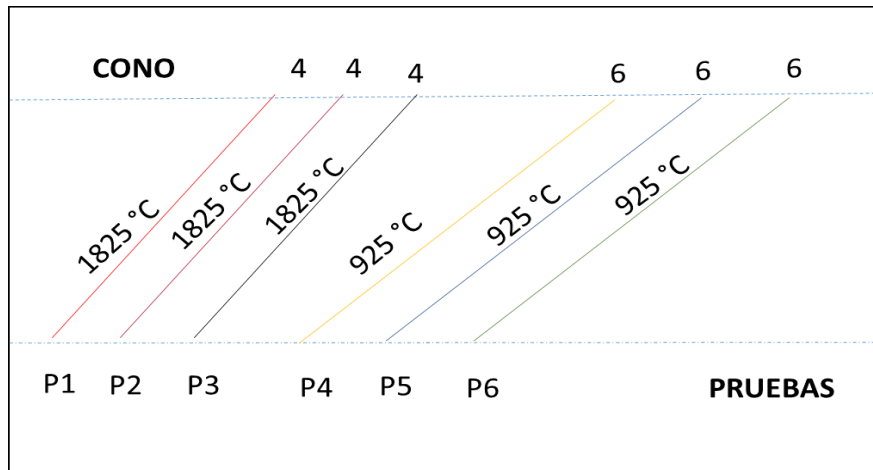
1	Tubo de metal de 1"	Se procede a colocar la masa de arcilla con aserrín sobre el molde con forma de cilindro y se coloca sobre el molde rectangular y se introduce en un horno especial para arcillas a una Temperatura de 925 °C Cono 06.
		Una vez horneada la piedra, se extrae del horno y se deja reposar a temperatura ambiente por un tiempo promedio entre 48 y 72 horas para posteriormente retirarla de los moldes e instalarlo en un filtro Pasteur para verificar su funcionalidad.
1	Papel Periódico	Se instaló la piedra dentro de filtro Pasteur, con una presión de entre 35 y 45 psi, obteniendo como resultado que esta Piedra logro una porosidad mejor, Filtrando con un caudal de 1,5 litros por Minuto, por lo que se puede considerar que esta piedra cumple con el objetivo de la investigación, brindando excelentes resultados. Las medidas de esta piedra fueron 23 cm de Altura x 12,2 cm de longitud superior x 12,5 cm de longitud inferior.

Fuente: Méndez y La Cruz

**Tabla N°7: Sexta Prueba: Polvillo de Aserrín Arcilla de Gres Blanca**

Cantidad	Material	Proceso
3 cdas	Polvillo de Aserrín.	Se tamizo el aserrín hasta obtener las 3 cucharadas
375 gr	Arcilla de Gres Blanca.	Se procedió a preparar la Arcilla de Gres
1/4de litro	Agua	Se mezcla el polvillo de aserrín y la arcilla previamente preparada, aplicándose el método de la placa y luego se dejó reposar la masa por un tiempo de entre 10 y 15 minutos. .
		Teniendo la masa elaborada, se procede a colocarla sobre un tubo de metal cubierto con el papel periódico para evitar que la mezcla se adhiera al tubo durante el proceso de secado. Se deja secar a temperatura ambiente por un tiempo promedio entre 48 y 72 horas y luego se introduce en un horno especial para arcillas precalentado 10 horas antes, a una Temperatura de 925 °C Cono 06 por un tiempo aproximado de 12 horas.
1	Tubo de Metal de 1".	Ya teniendo horneada la piedra, se deja reposar dentro del horno apagado por 5 horas aproximadamente, para evitar que craquéele o se agriete.
		Se procede a instalar la piedra en un filtro Pasteur para verificar si cumple con el proceso de purificación y filtración deseado.
1	Papel Periódico.	Se instaló la piedra dentro de filtro Pasteur, con una presión de entre 35 y 45 psi, obteniendo un resultado mejor que el obtenido con la Piedra N° 4, puesto que esta Piedra logro una porosidad mejor, Filtrando con un caudal de 2,5 litros por Minuto, por lo que se puede considerar que esta piedra es la que cumple con el objetivo de la investigación, brindando mejores resultados. Las medidas de esta piedra fueron 23,2cm de Altura x 12,6 cm de longitud superior x 12,6 cm de longitud inferior.

Fuente: Méndez y La Cruz (2016)



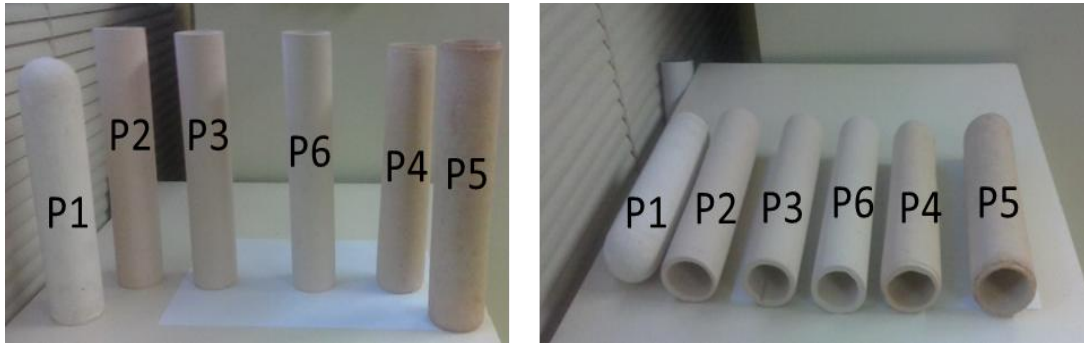
**Figura N°1:** Pruebas con conos a Temperaturas .Fuente: Méndez y La Cruz (2016)

**Tabla N° 8. Comparación Entre Piedras (Pruebas)**

Piedra Fabricada	Temperatura	Porosidad	Filtrado	Medidas	Resultados / Observaciones
1	1285°C	SI	SI	21,3 cm de Alto x 9,9 cm de longitud	el agua de la tubería no entra a la piedra
2	1285°C	NO	NO	23,2cm de Alto x 12,8 cm de longitud superior x 12,1 cm de longitud inferior	Se vitrifico por alta Temperatura, perdiendo porosidad
3	1285°C	NO	NO	23,2cm de Alto x 12,1 cm de longitud superior x 12,8 cm de longitud inferior	Perdió Porosidad. Se selló con silicón pero no funciona
4	925°C	SI	SI	23 cm de Altura x 12,2 cm de longitud superior x 12,5 cm de longitud inferior	Filtro 1 litro de agua por minuto
5	925°C	SI	SI	23 cm de Altura x 12,2 cm de longitud superior x 12,5 cm de longitud inferior	Filtro 1,5 litros de agua por minuto
6	925°C	SI	SI	23,2cm de Altura x 12,6 cm de longitud superior x 12,6 cm de longitud inferior.	Filtro 2,5 litros de agua por minuto

**Fuente:** Méndez y La Cruz (2016)

A continuación las imágenes de las piedras fabricadas.



**Fotografías de:** Méndez y La Cruz (2016) (Producto Terminado)

## Reflexiones y Logros

De realizaron seis (06) pruebas en total, hasta lograr fabricar la piedra adecuada en tamaño, porosidad y filtración, se obtuvieron tres (03) resultados óptimos: uno fue la N° 4 realizada con tres (03) cucharadas polvillo de Aserrín y Arcilla de Gres, la cual filtra 1 litro de agua por minuto (1lt/min), otro la piedra realizada con tres (03) cucharadas de polvillo de Aserrín y Arcilla Purpura la cual filtra 1,5 litros de agua por minuto (1,5lt/min), y finalmente la piedra N° 6 realizada con tres (03) cucharadas de polvillo de Aserrín y Arcilla de Gres Blanca la cual filtra 2,5 litros de agua por minuto (2,5lt/min), considerándose esta última como el mejor resultado puesto que cumple con los objetivos, y que no solo tiene buen tamaño, porosidad y filtración, sino que también brinda un mejor caudal de filtración por minuto, es decir mayor rendimiento. A fin de optimizar el producto terminado se dará continuidad a la investigación bajando la temperatura hasta los 600 grados gradualmente. Por otro lado, la primera prueba a pesar de dar resultados alentadores se puede hacer otra evaluación cambiando la geometría del extremo

esferoidal. Cabe destacar que el punto óptimo alcanzado promulgara la sustentabilidad y economía (Bajos costos) de los usuarios.

## Referencias

- Hiriart, M (2003) EL AGUA: ¿Qué estamos haciendo con ella? .Revista de divulgación de la ciencia en línea. UNAM. N° 54. Disponible en: <http://www.comoves.unam.mx/numeros/indice/54> Consulta [Febrero, 12, 2016]
- Oficina Internacional Del Trabajo. Conferencia Internacional Del Trabajo: Enfrentando La Crisis Mundial Del Empleo. Ginebra. Memoria del director general.2009.pg2
- Estrada (1.995) “Biología I”. Primera Edición. Editorial Santillana.
- Marsily, G (2003) El Agua. Siglo XXI editores. Argentina
- OMS. Guidelines for Drinking-Water Quality. Volume 2. Health criteria and other supporting information. Segunda edición. Ginebra, 1996.
- Besoain, E (1985). Mineralogía De Arcillas De Suelos. Ediciones de la universidad de Costa rica.
- GARCÍA, E. Y OTROS. (2.003), “Las Arcillas, propiedades y usos”. Manual en línea de Recursos Minerales. Universidad de Salamanca. España. [Documento en Línea, disponible en: <http://www.uclm.es/users/higuera/yymm/Arcillas.htm#CLASIF>] consultado [Febrero 05,2016]
- GOMELLA G. Y GUERRE H. (1977) Tratamiento de agua para abastecimiento público (1ª ed.) Editores Técnicos. Asociados, S.A. Barcelona
- Rivas J y Fon fría (1989) Ingeniería Ambiental: Contaminación y Tratamientos. Marcombo. Barcelona España.
- WU Y LAIRD, (2.004), “Los Minerales”. [Documento en Línea, disponible <http://www.mineriaenlaescuela.com.ar/minerales/>] [Consultado: Febrero, 15, 2005]



