

filtros de agua biológicos
bioarena

Agua pura para el sector rural y urbano marginal



Plan emergente
de acceso a fuentes
de agua pura 



AGUA PURA PARA TODOS
SECTOR RURAL Y URBANO MARGINAL

**Plan emergente
de acceso
al agua pura**



Fernando Ortiz
Agrogestion.ec

Febrero del 2010

**PLAN PILOTO PARA RESPALDAR EL PLAN TIERRAS
AGUA PURA PARA EL SECTOR RURAL Y URBANO MARGINAL**

Propósito	<p>Elevar el nivel de participación ciudadana mediante el aporte del Plan Tierras de filtros biológicos de bajo costo a las comunidades, para tratar el agua de pozos, embalses y canales destinada para consumo humano.</p> <p>Mejorar la calidad de vida en el sector rural y urbano marginal.</p> <p>Abrir nuevas opciones productivas en el sector artesanal e incrementar el nivel de infraestructura básica necesaria para la comunidad. La aplicación de la tecnología es Filtración Lenta en Arena; se utiliza pre-tratamiento en medios gruesos y procesos de degradación química y biológica.</p>	
Institución Ejecutora	Secretaria de Pueblos "Plan Tierras" / Agrogestión.ec	
Beneficios	<p>Convoca y amplía la voluntad de los campesinos para participar en intervenciones estatales al recibir beneficios adicionales a los derechos de las tierras. Se expone como una solución apropiada (socio-inclusiva y sustentable) para el abastecimiento de agua para consumo humano a nivel rural marginal, familiar y comunitario.</p> <p>Ayuda a prevenir enfermedades en los niños(as) y adultos, como la diarrea, infecciones y condiciones de la piel que son el resultado de ingerir agua sin tratamiento.</p> <p>Elimina organismos patógenos: 90% de coliformes fecales, 99.9% de protozoarios y helmintos, 50-90% de compuestos tóxicos orgánicos e inorgánicos, 67% de hierro y de manganeso y la mayoría de los sedimentos suspendidos. Elimina más del 90% de las bacterias, y el 99.9% de los parásitos.</p>	
Ámbito	Comunidades beneficiarias del Plan Tierra.	
Presupuesto	Fabricación, capacitación y mantenimiento (5 años) / Agrogestión.ec	\$ 300,00
	Difusión, transporte, instalación fuente-filtro-casa / Comunidad	\$ 100,00
	(NO INCLUYE IVA) TOTAL	\$ 400,00
Propiedad Intelectual	La titularidad, derechos e identidad del " Agua pura para el sector rural y urbano marginal" esta registrado en el IEPI (Instituto Ecuatoriano de Propiedad Intelectual) / Certificado N° 000338 / Tramite N° GYE-10-000035.	
Estrategia de intervención	<p>El proyecto se plantea como un respaldo al Plan Tierras, con el que se pretende devolverle la salud, dignidad y autoestima a los sector más olvidados del país.</p> <p>Agrogestión.ec se encargara de la fabricación, capacitación y mantenimiento de los filtros a un número determinado de actores según el presupuesto.</p> <p>La difusión, transporte, instalación y mano de obra del filtro estará a cargo de la comunidad beneficiada.</p>	



CONTENIDO

- **Introducción**
- **Antecedentes**
- **Procesos del filtro lento (Huisman & Wood, 1974)**
- **Materiales para su construcción**
- **Construcción del filtro**
- **Ensamblaje del filtro**
- **Uso del filtro**
- **Factores que modifican la eficiencia del filtro lento**
- **Condiciones de operación y mantenimiento**
- **Condiciones ambientales y calidad del agua**
- **Conclusiones**
- **Referencias bibliográficas**
- **Presupuesto estimado y costos unitarios del filtro BIOARENA**

INTRODUCCIÓN

Los servicios inadecuados de agua potable y saneamiento resultan en un estimado de 4 mil millones de casos de diarrea y 2.2 millones de muertes cada año (OMS/UNICEF). En áreas donde no hay acceso a agua potable, el tratamiento del agua en los hogares puede contribuir de manera significativa a reducir los problemas de salud relacionados con el agua.

Decenas de millones de otras personas se enferman gravemente por una diversidad de enfermedades vinculadas con el agua muchas de las cuales son previsible fácilmente. El agua es una necesidad fundamental de la humanidad. Cada persona en la Tierra requiere al menos 20 a 50 litros de agua potable limpia y segura al día para beber, cocinar y simplemente mantenerse limpios.

La nueva constitución del Ecuador y las Naciones Unidas consideran el acceso al agua limpia como un derecho básico de sus habitantes, y como un paso esencial hacia la mejoría de los estándares de vida. Las comunidades carentes de recursos hídricos, por lo general, son económicamente pobres también, y sus residentes están atrapados en un círculo vicioso de pobreza.



ANTECEDENTES

El Filtro BIOARENA es un método que puede utilizarse para purificar agua a nivel rural y urbano marginal. La filtración lenta en arena es el sistema de tratamiento de agua más antiguo utilizado por la humanidad. Es muy efectivo porque copia exactamente el proceso de purificación que se da en la naturaleza al atravesar el agua de lluvia a los estratos de la corteza terrestre hasta encontrar los acuíferos o ríos subterráneos.

La primera planta de filtración lenta conocida fue fabricada e instalada en Paisley, Escocia en 1804, y desde entonces este tipo de sistema se ha usado ininterrumpidamente en Gran Bretaña y el resto de Europa, principalmente por su gran eficiencia en la remoción de microorganismos patógenos.

Desde 1850 se inicia la correlación de la salud con la calidad del agua, un hecho histórico para el tratamiento de desinfección del agua se presentó en 1892 cuando la población de la ciudad de Hamburgo, Alemania, sufre una epidemia de cólera la cual fue asociada con el agua que se abastecía a la población utilizando como fuente el río Elba. No obstante, otra ciudad vecina, Altona, también se abastecía del mismo río pero no sufrió la epidemia. Esta diferencia se explicaba porque en Altona se usaban filtros lentos de arena para tratar el agua antes de suministrarla a la población.



Durante el presente siglo se desarrolló el filtro rápido que, comparativamente con el filtro lento, requiere de áreas más pequeñas para tratar el mismo caudal y, por lo tanto, tiene menor costo inicial, pero es más complejo y costoso de operar. El desconocimiento de sus ventajas y el surgimiento de las nuevas técnicas calificaron de obsoleto al filtro lento, debido a que, como es más simple que cualquiera de las innovaciones más recientes, se suponía que debía ser necesariamente inferior.

Actualmente se analiza el comportamiento de los mecanismos físicos y biológicos responsables de la eficiencia de la filtración lenta para establecer su diferencia con el filtro rápido. Investigaciones recientes impulsan el resurgimiento del filtro lento (especialmente en zonas rurales), permitiendo conocer profundamente este complejo proceso que se desarrolla en forma natural, sin la aplicación de ninguna sustancia química, pero que requiere de un buen diseño, así como de una apropiada operación y cuidadoso mantenimiento para no afectar el mecanismo biológico del filtro y reducir la eficiencia de remoción microbiológica, lo que constituye una tecnología limpia a través de la cual es posible purificar el agua sin crear una fuente adicional de contaminación para el ambiente.

PROCESOS DEL FILTRO LENTO (HUISMAN & WOOD, 1974)

La filtración biológica (o filtración lenta) se consigue al hacer circular el agua cruda a través de un manto poroso de arena. Durante el proceso las impurezas entran en contacto con la superficie de las partículas del medio filtrante y son retenidas, desarrollándose adicionalmente procesos de degradación química y biológica que reducen a la materia retenida a formas más simples, las cuales son llevadas en solución o permanecen como material inerte hasta un subsecuente retiro o limpieza.

Los procesos que se desarrollan en un filtro lento se complementan entre sí, actuando en forma simultánea, para mejorar las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua tratada. El agua cruda que ingresa a la unidad permanece sobre el medio filtrante de tres a doce horas, dependiendo de las velocidades de filtración adoptadas. En este tiempo, las partículas más pesadas que se encuentran en suspensión se sedimentan y las partículas más ligeras se pueden aglutinar, llegando a ser más fácil su remoción posterior. Durante el día y bajo la influencia de la luz del sol se produce el crecimiento de microorganismos, los cuales absorben bióxido de carbono, nitratos, fosfatos y otros nutrientes del agua para formar material celular y oxígeno. El oxígeno así formado se disuelve en el agua y entra en reacción química con las impurezas orgánicas, haciendo que éstas sean más asimilables por los microorganismos.



Una parte clave del Filtro BIOARENA es la formación de una película biológica en la parte superior de la capa de arena fina, a través de la cual tiene que pasar el agua, antes de llegar al propio medio filtrante. Cuando se vierte el agua contaminada, las partículas quedan atrapadas en la superficie de la arena fina y son colonizadas para formar una capa biológica de origen orgánico, conocida con el nombre de schmutzdecke o “piel de filtro”. Una vez establecida, esta capa biológica actúa como una barrera física al simplemente atrapar las partículas en la película. También destruye activamente contaminantes al

consumir bacterias y otros patógenos. Esta capa necesita humedad, oxígeno y un suministro de nutrientes para permanecer activa.

La capa de arena fina actúa como una barrera física para atrapar partículas suspendidas, protozoos y helmintos. Estos contaminantes quedan atrapados entre los granos de arena y rellenan los espacios, permitiendo que el filtro atrape con el tiempo partículas más pequeñas. En la medida en que el tamaño de la partícula de arena aumenta, la profundidad de la capa de arena también debe aumentarse. Las capas de arena gruesa y grava ayudan a filtrar más el agua y evitar que la arena fina se escape con el agua o que tape la salida.

El schmutzdecke está formado principalmente por numerosas formas de vida, tales como plankton, diatomeas, protozoarios, rotíferas y bacterias. La acción intensiva de estos microorganismos atrapa, digiere y degrada la materia orgánica contenida en el agua. Los microorganismos muertos, así como las bacterias vivas del agua cruda son también consumidos en este proceso. Al mismo tiempo que se degradan los compuestos nitrogenados se oxigena el nitrógeno. Algo de color es removido y una considerable proporción de partículas inertes en suspensión son retenidas por cernido.



Habiendo pasado el agua a través del schmutzdecke, entra al lecho filtrante y es forzada a atravesarlo en un proceso que normalmente toma varias horas, desarrollándose un proceso físico de cernido que constituye una parte del proceso total de purificación. Una de las propiedades más importantes del manto filtrante es la adherencia, fenómeno resultante de la acción de fuerzas eléctricas, acciones químicas y atracción de masas. Para apreciar la magnitud e importancia de este fenómeno, es necesario visualizar que un metro cúbico de arena con las características usuales para filtros lentos tiene una superficie de granos de cerca de 15,000m². Cuando el agua pasa entre los granos de arena con un flujo laminar (el cual cambia constantemente de dirección) se facilita la acción de las fuerzas centrífugas sobre las partículas y la adherencia a la superficie de los granos de arena.

En los poros o espacios vacíos del medio filtrante (los cuales constituyen aproximadamente el 40% del volumen) se desarrolla un proceso activo de sedimentación, fenómeno que se incrementa apreciablemente por la acción de fuerzas electrostáticas y de atracción de masas.



Debido a los fenómenos enunciados anteriormente, la superficie de los granos de arena es revestida con una capa de una composición similar al schmutzdecke, con bajo contenido de partículas, pero con un alto contenido de microorganismos, bacterias, bacteriófagos, rotífera y protozoarios; todos ellos se alimentan y

absorben las impurezas y residuos de los otros. Este revestimiento biológico es muy activo hasta los 0.40 m de profundidad en el medio filtrante.

Predominan diversas formas de vida en las diferentes profundidades y se desarrolla una mayor actividad biológica cerca de la superficie del manto filtrante, donde las condiciones son óptimas y existe gran cantidad de alimento, que consiste esencialmente en partículas de origen orgánico, llevadas por el agua. El revestimiento orgánico mantiene a las partículas que se encuentran en suspensión en el agua hasta que se degrada la materia orgánica y es asimilada por el material celular, el cual a su vez es asimilado por otros organismos y convertido en materia inorgánica, tal como agua, bióxido de carbono, nitratos, fosfatos y sales que son arrastradas posteriormente por el agua.

En el extremo final del manto filtrante disminuye la cantidad de alimento, produciéndose otro tipo de bacterias, las cuales utilizan el oxígeno disuelto en el agua y los nutrientes que se encuentran en solución.

Como consecuencia de los procesos indicados anteriormente, un agua cruda que ingresa en el filtro lento con sólidos en suspensión en estado coloidal y amplia variedad de microorganismos y complejas sales en solución sale libre de tales impurezas y con bajo contenido de sales inorgánicas en solución.



En el proceso de filtración biológica, no sólo se han eliminado los organismos nocivos o peligrosos, sino también los nutrientes en solución, los cuales podrían facilitar el subsiguiente crecimiento bacteriológico.

Como el rendimiento del filtro lento depende principalmente del proceso biológico, mientras la capa biológica se desarrolla, la eficiencia es baja, mejorando a medida que progresa la carrera de filtración, proceso que se conoce con el nombre de “maduración del filtro”.

Los procesos que se llevan a cabo en la filtración lenta de arena son:

- el cernido, el cual elimina los sólidos suspendidos,
- la sedimentación, la cual elimina parte de los sólidos suspendidos y algunas sustancias coloidales,
- la degradación biológica, que también elimina sólidos suspendidos y algunas sustancias coloidales,
- la absorción, elimina algunas sustancias coloidales y soluciones, y
- la oxidación bioquímica, elimina partículas de todos los tamaños.

MATERIALES PARA SU CONSTRUCCIÓN

- Un contenedor plástico con tapa para ser el contenedor del filtro.
- Un contenedor de plástico que pueda colocarse sobre la tapa del contenedor del filtro para que sirva de suplidor de agua al mismo, si tiene un fondo elevado y no plano.