

# ESTUDIO DE FILTROS CERÁMICOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE SISTEMAS DOMÉSTICOS DE BAJO COSTO

## Aplicación al abatimiento de contaminantes químicos en la potabilización

Gabriela Delgado

Hipótesis:

El agua para consumo humano, contaminada con metales pesados, puede potabilizarse a través de la implementación de tecnologías de bajo costo: filtros cerámicos.

### 1.1- Título del trabajo:

Estudio de filtros cerámicos para el diseño y desarrollo de sistemas domésticos de bajo costo. Aplicación al abatimiento de contaminantes químicos en la potabilización del agua.

*Study of ceramic filters for the design and development of low cost domestic systems. Application to the abatement of chemical contaminants in water potabilization.*

### 1.2- Objetivos

#### 1.2. a- Objetivos Generales:

- Optimizar recursos en la tecnología de procesos y productos: Contribuir al mejoramiento y desarrollo de un sistema filtrante de bajo costo destinado a la potabilización del agua para consumo humano en poblaciones con vulnerabilidad sanitaria<sup>1</sup>.

#### 1.2. b- Objetivos Específicos:

- Estudiar el comportamiento de arcillas y otros materiales para diseñar y elaborar un filtro cerámico de uso doméstico con capacidad de abatimiento de metales pesados (plomo) en agua para consumo humano.

- Estudiar y establecer requerimientos y requisitos para el diseño del sistema de filtrado doméstico, definiendo las necesidades particulares de la estructura contenedora y soporte para el filtro cerámico.

Este conocimiento podría contribuir a mediano/largo plazo al mejoramiento de la calidad de aguas contaminadas con metales pesados, como tecnología simple ecológicamente aceptable y accesible para poblaciones de bajos recursos.

### 1.3- Argumentación:

#### Definición del problema y estado actual del conocimiento sobre la cuestión.

De acuerdo con las estimaciones del Banco Mundial, más de mil millones de habitantes en el mundo no tienen acceso al suministro de agua apta para el consumo y otros 1.700 millones carecen de saneamiento adecuado. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) calcula que de aquí al Año 2027, aproximadamente un tercio de la población mundial sufrirá una seria escasez de agua potable. A la escasez de agua

<sup>1</sup> Según definición adoptada en el Marco Regulatorio para la prestación de los servicios públicos de provisión de agua y desagües cloacales en la Provincia de Buenos Aires (Decreto 878/03, ratificado por la Ley 13.154).

se añade su contaminación por actividades de urbanización, agricultura, turismo, desarrollo industrial, el vertido de aguas residuales, otros residuos, etc. La falta de agua potable, y el deficiente sistema sanitario, originan el 75% de las enfermedades en los países no desarrollados. Aproximadamente un 80 por ciento de la contaminación y eutrofización del agua, se debe a los desechos de sustancias provenientes del sector industrial: minería (Sólidos en suspensión, metales pesados, materia orgánica, cianuros.); fertilizantes; textil y curtiembre (Cromo, taninos, tensoactivos, sulfuros, colorantes, grasas, disolventes orgánicos, plaguicidas, etc.

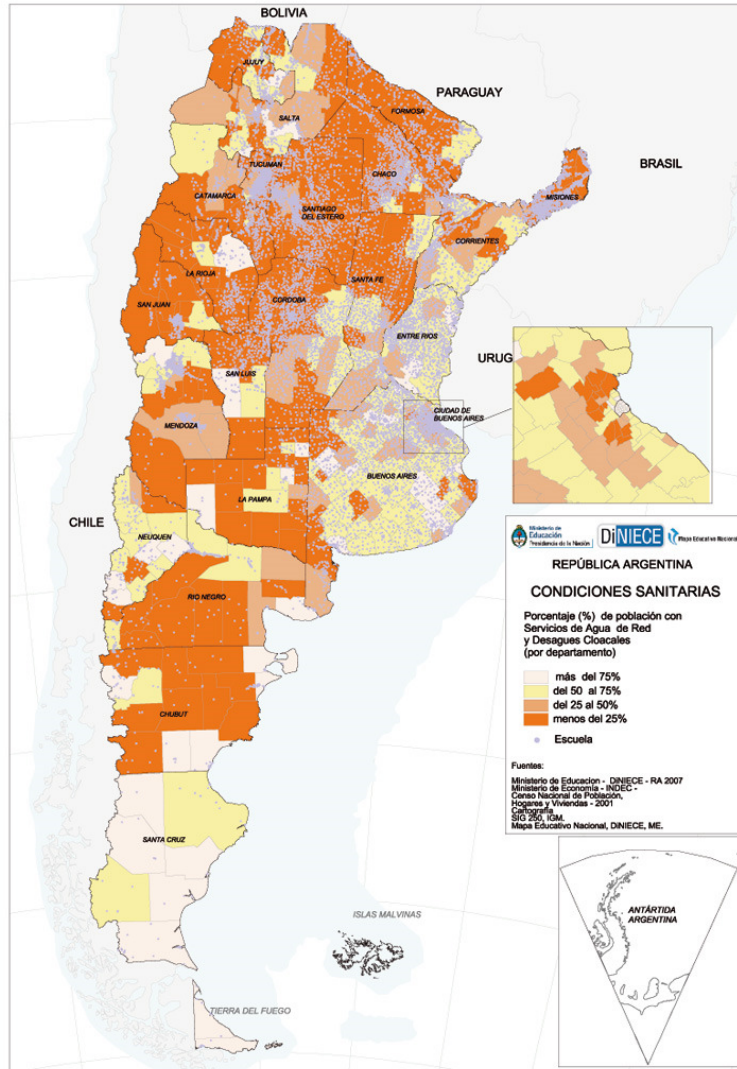
En la Argentina a mediados de 2001 en el ámbito rural sólo el 30% de la población disponía de acceso a sistemas de agua potable (2001- Fuente: INDEC 2003). Las áreas urbano-marginales, en cambio, presentaban dificultades vinculadas con la expansión de los servicios de agua potable. El sistemático despojo a los sectores de menos recursos se refleja en el creciente deterioro de su calidad de vida. Si bien en la Capital Federal todos los habitantes acceden al agua corriente, en el conurbano bonaerense el 60% de la población carece de conexión, en las zonas más carenciadas, sólo 3 de cada 100 pobladores recibe agua de la red. El Río de la Plata es la mayor fuente de agua dulce de la República Argentina. Por día fluyen a él 2,3 millones de m<sup>3</sup> de aguas negras sin tratar y 1,9 millones de m<sup>3</sup> de descargas industriales. Como consecuencia, hay una franja de varios centenares de metros adyacentes a la costa con aguas cuyos niveles de contaminación son altos<sup>2</sup>. Unos 7.300 establecimientos industriales arrojan anualmente al Río de la Plata 250.000 toneladas de barros tóxicos, 500.000 de solventes diluidos y 500.000 de afluentes con metales pesados (arsénico, cadmio, cromo, mercurio, plomo). En lo que respecta específicamente a la contaminación con plomo los principales procesos que la originan son: galvanoplastia, producción de pinturas y textiles.

Mapa de condiciones sanitarias de la Argentina<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> Conesa Fernández- Vitora, V. 1997. "Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental". 3ª Edición. Ed. Mundi Prensa. Pp. 201-210.

<sup>3</sup> Mapa de condiciones sanitarias de la Argentina. [http://www.mapaeducativo.edu.ar/images/stories/men/mapa\\_cloaca\\_agua-potable.jpg](http://www.mapaeducativo.edu.ar/images/stories/men/mapa_cloaca_agua-potable.jpg).



En Argentina, las normas oficiales para la calidad del agua se rigen según Disposiciones de la Ley 18.284 (Código Alimentario Argentino) sobre aguas (Agua potable. Art. 982. Modificado por Resolución 494/94)<sup>4</sup>. Con las denominaciones de agua potable de suministro público y agua potable de uso domiciliario, se entiende la que es apta para la alimentación y uso doméstico: no deberá contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico o radiactivo en tenores tales que la hagan peligrosa para la salud. Deberá presentar sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente. Según normas de la OMS y Unión Europea los valores máximos permitidos para el plomo (Pb) en agua potable son (Pb) 0,01 mg/l. En nuestro país, la tolerancia para plomo es mayor (0,05mg/l). Las enfermedades causadas por plomo según datos de la Agencia para sustancias tóxicas y registro de enfermedades (ATSDR) del Centro de Control de Enfermedades (CDC) de USA son las siguientes: Plomo: altera todas las funciones bioquímicas del cuerpo. Probable carcinógeno y teratógeno. Entre otros afecta también al sistema nervioso y digestivo.

<sup>4</sup> Norma oficial para agua potable en Argentina. Ley 18.284 (Código Alimentario Argentino).

Como casos concretos de contaminación en la Provincia de Buenos Aires se cita un informe preliminar de la Facultad de Ciencias Exactas (FCE), UNLP referido a la contaminación del Acuífero Pampeano en la zona de Quilmes con contenido de plomo superior a los valores permitidos, en más de 11 perforaciones<sup>5</sup>. Por otra parte la Municipalidad de Vicente López inicio una causa (en trámite, expediente N° 39.878) a la empresa Diacrom S.A por contaminar desde hace más de cincuenta años la toma de agua de Villa Adelina con cromo y plomo. Situación que actualmente afecta a más de un millón de personas que viven en los municipios de Tigre, San Isidro, San Martín, San Fernando y Vicente López.

### **Propuesta:**

En la presente tesis se propone llevar a cabo la investigación del comportamiento y combinación de distintos tipos/calidades de arcillas y otros materiales con capacidad de adsorción de metales pesados, mediante la modificación y optimización de tecnologías existentes. Se pretende aportar al desarrollo de una tecnología de materiales filtrantes adecuada y de bajo costo, para la potabilización del agua en lo concerniente a la reducción de las concentraciones de plomo presentes en el agua de consumo humano, con posibilidades de transferencia en el mediano-largo plazo.

### **Documentación:**

Sistemas de tratamiento de agua: Existen escasos sistemas filtrantes de bajo costo para uso doméstico con eficiencia comprobada para plomo. Los sistemas filtrantes, disponibles comercialmente en Argentina, utilizan carbón activado granulado, bloques de carbón comprimido, gránulos de Cobre y Zinc, efectivos en la reducción de componentes orgánicos e inorgánicos tales como plomo y mercurio, subproductos de desinfección (DBPs), componentes orgánicos volátiles, PCBs, etc. Sin embargo el filtro más económico tiene un costo inicial superior a 500 pesos (Aquapur Mag. 568<sup>6</sup>, Multi-pure<sup>7</sup>, Lenntech<sup>8</sup>) costos elevados e inaccesibles para gran parte de la población que habita en zonas de riesgo.

El uso de arcillas y otros materiales para la eliminación o abatimiento de contaminantes presentes en el agua ha sido muy estudiado y existe suficiente conocimiento teórico y experiencia práctica que permite entender el funcionamiento íntimo de estos sistemas<sup>9</sup>. Hasta el momento no existen en el mercado sistemas de filtrado de bajo costo que sean eficaces para el tratamiento de plomo, cromo u otros metales pesados. Esto supone que las limitaciones se originan sólo en el escaso desarrollo de tecnologías de baja complejidad y no en la inexistencia de herramientas teóricas o prácticas.

Si bien los materiales y tecnologías productivas aplicadas en serie, conllevan una importante ventaja desde el punto de vista económico, ésta no alcanza para seducir al sector privado en el estudio, diseño y desarrollo de sistemas económicos de filtrado domiciliario. Es de prever, que con soluciones probadas y con el establecimiento de políticas públicas adecuadas, los sectores productivos podrían iniciar un proceso que les permita concebir como clientes o destinatarios indirectos a los sectores más

---

<sup>5</sup> Contaminación del Río de la Plata VI. Proyecto costero Techint: Serias advertencias por contaminación. <http://filatina.wordpress.com/2009/03/19/contaminacion-del-rio-de-la-plata-vi/>

<sup>6</sup> <http://www.wikiad.com.ar/es/anuncios/view/2918/filtro+purificador+de+agua+elimina+cloro+bacterias>.

<sup>7</sup> [http://www.multipureco.com/online\\_order.htm](http://www.multipureco.com/online_order.htm).

<sup>8</sup> <http://www.lenntech.es/filtros-y-filtracion/medio-filtrante-kdf.htm#ixzz0T2J2hnRW>.

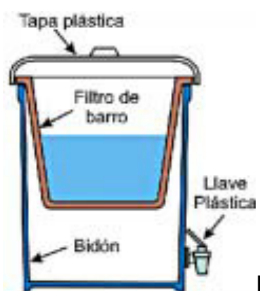
<sup>9</sup> Mukul M. Sharma, Lei Zongming. 1991. A model for clay filter cake properties. *Colloids and Surfaces* 56. Pp. 357-381.

desprotegidos de la sociedad, que normalmente el mercado desconsidera por su escasa o nula participación en el mismo.

### **Tecnologías artesanales:**

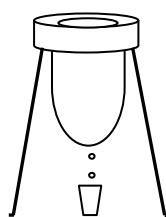
Dentro de las tecnologías artesanales basadas en prácticas pre-coloniales americanas y actuales se han empleado combinaciones de arcillas y aserrín entre otros. Se presentan a continuación ejemplos de unidades artesanales de tratamiento de agua:

“El Filtron”<sup>10</sup> es un filtro cerámico desarrollado en Nicaragua elaborado a base de arcilla roja y aserrín de madera. Este filtro es tratado con un baño de plata coloidal para garantizar la seguridad bacteriológica según las normas de la OMS, con un costo de diez dólares por unidad; sin embargo no es útil para metales pesados.



Filtro para agua el Filtron.

En Argentina el Instituto de Ceramología Condorhuasi promueve el empleo del filtro cerámico “Condorhuasi”<sup>11</sup> para la purificación del agua, compuesto por arcilla, arena y aserrín. Sin embargo, no hay evidencias científicas que demuestren la capacidad de retención de plomo, entre otros contaminantes.



Filtro modelo Condorhuasi, diseño cilíndrico, de base ovalada y con aletas en la parte superior para su colocación en un soporte metálico o de madera con pies.

### **Alternativas propuestas:**

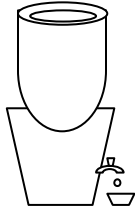
Aplicación de variantes al modelo de filtro Condorhuasi.

-En formato tridimensional:

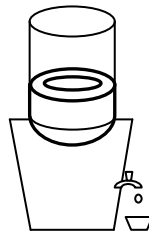
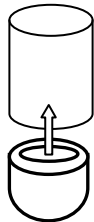
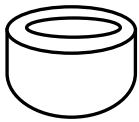
<sup>10</sup> Rivera, R. El Filtron, filtro cerámico para agua potable. Innovación para el Desarrollo y la Cooperación Sur- Sur. <http://pottersforpeace.org/wp-content/uploads/filtron-esp.pdf>.

<sup>11</sup> Chitti, F. 2005. Filtro cerámico Condorhuasi. Descontaminante de aguas. Ediciones Condorhuasi. Bs. As.

1-No lleva aletas y se coloca sobre un dispenser plástico de los utilizados para colocar bidones de agua.

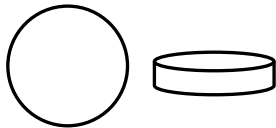


2-Se reduce la altura de la pared y se lo coloca en el extremo inferior de un contenedor plástico de forma cilíndrica. Y posteriormente sobre el dispenser.

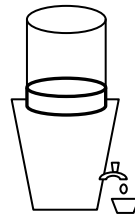
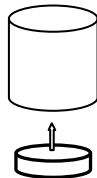


-El formato bidimensional.

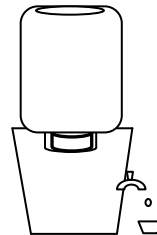
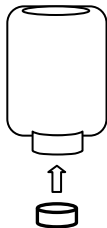
**Pastillas cerámicas:** Las mismas son cilíndricas y son factibles de utilizarse colocando una patilla por presión sobre uno de los extremos de contenedor plástico cilíndrico que a su vez se ubica en un dispenser plástico.



**Grandes**



**Chicas**



**1.4- Conclusiones:**

La contaminación del agua potable por la presencia de plomo (Pb) en concentraciones superiores a las aceptadas por Ley 18284 (código Alimentario Argentino) es una problemática que puede mitigarse implementando el sistema de filtrado propuesto (pastillas cerámicas). Este sistema debe ir acompañado de documentación informativa acerca del uso y cuidados recomendados para el correcto mantenimiento y de controles mensuales para corroborar su eficacia en el tiempo.

Debe contemplarse como una necesidad que los municipios brinden asesoramiento a la población (especialmente a las poblaciones perjudicadas) acerca de los riesgos del consumo de aguas con contaminación química y bacteriana (coliformes, Escherichia coli, etc.), así como también que se abastezca a la misma de métodos potabilizadores y/o de agua potable.

**-Resumen de contribuciones:**

Se verificó la eficacia del sistema filtrante (pastillas cerámicas) desarrollado en la presente tesis y elaborado con la fórmula del filtro Condorhuasi (Fernández Chiti, J). Se estableció una colaboración con la Facultad de Ciencias Exactas (LaSeISiC, FCE, UNLP, en el marco del Proyecto de Extensión “Plomo: una problemática postergada”) para llevar a cabo estudios de retención, constatándose un abatimiento de plomo en agua del 86% al 99% (Delgado G. y Mastrantonio G., no publicado).

Se presenta un cuadro comparativo de las ventajas del filtro de pastillas en comparación con el filtro modelo Condorhuasi.

**Tabla comparativa de sistemas filtrantes a base de arcillas**

| <b>Sistemas filtrantes</b>        | <b>Filtro modelo Condorhuasi</b>   | <b>Filtro de Pastillas Cerámicas.</b>  |
|-----------------------------------|--|--|
| <b>Retención de plomo en agua</b> | No hay datos precisos de los % de abatimiento de plomo. Ni fuentes científicas que lo respaldarán.                               | En muestras analizadas en la Fac. de Cs. Exactas, UNLP, se obtuvieron resultados concretos en cuanto al % de abatimiento de plomo en agua, (86-99%). |
| <b>Composición</b>                | 7% en peso de caolín triple lavado.<br>3 % en peso de arena lavada.<br>80% de aserrín (en volumen).<br>40% de agua (en volumen). | 7% en peso de caolín triple lavado.<br>3% en peso de arena lavada.<br>80% de aserrín (en volumen).<br>40% de agua (en volumen).                      |
| <b>*Medidas aprox.</b>            | Altura exterior 30cm, diámetro externo 17 cm, grosor 2,5cm.  | Diámetro 6-15 cm, grosor 2-2,5cm.  |
| <b>Tiempo de secado aprox.</b>    | 7-15 días  | 2-4 días   |
| <b>Horno</b>                      | A leña o a gas.  | A leña o a gas.  |
| <b>Capacidad interna aprox.</b>   | 2 litros   | 2 litros. Variable en base al embase a acoplar   |
| <b>Costos del material</b>        | 15-25 pesos  | 5-10 pesos   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>filtrante sin hornear y sin anexos.</b>             |   |   |
| <b>Costos de horneado en horno a leña (aprox.)</b>     | 70 pesos  | 70 pesos dividido la cantidad de pastillas que pueden hornearse en un horno por vez (aprox 7)= 10 pesos.  |
| <b>Costos de soportes</b>                              | 15-20 pesos (dispenser plástico u estructura metálica o de madera). | 15-20 pesos (dispenser plástico con canilla)  |
| <b>Costos de contenedores</b>                          | No lleva  | 10-20 pesos (recipiente de plástico reciclable, tapa.)  |
| <b>Durabilidad Y mantenimiento</b>                     | Frágil y difícil manipular para su limpieza.                        | Práctico y resistente. La combinación de la pastilla filtrante con soportes y contenedores de plástico mejora la vida útil del filtro, facilitando su limpieza. |
| <b>Repuestos</b>                                       |   | Pastillas de repuesto   |
| <b>Dificultad en la elaboración</b>                    | media   | baja  |
| <b>Horas de horneado</b>                               | 3 ½ horas   | 3 ½ horas   |
| <b>Complementos del componente cerámico filtrante.</b> | Soporte   | Soporte y contenedor.   |

\*Medidas: La pastilla con la que se realizaron los estudios tenía un diámetro de 6 cm y un grosor 2 cm.

El diámetro de 15cm es una medida tomada como prototipo viable para complementar con un soporte -dispenser de agua- disponible en el mercado.

-La vida útil del material filtrante dependerá del grado de contaminación del agua que se coloque en el sistema de filtrado y el cuidado con el que se lo manipule.

Opcional realizar un pre-tratamiento del agua con caolín antes de colocarla en el filtro para mejorar la vida del filtro.

#### **-Futura investigación:**

En una próxima etapa, bajo la dirección del Diseñador Industrial Del Giorgio, Federico se propone realizar nuevas combinaciones de materiales con capacidad de adsorción de metales pesados y otros, para contribuir a la optimización del sistema filtrante e investigar su capacidad para el abatimiento de otros contaminantes de origen químico y/o bacteriológico.

---