

### Uso de láminas filtrantes en el tratamiento de efluentes provenientes de la línea de ANFO en la industria de explosivos para cumplir con el ECA agua categoría 3 Lima

*Use of filters sheets in the treatment of effluents from the line of ANFO in explosives industry to meet the ECA wáter Category 3 - Lima*

Óscar Tinoco Gómez\*, Dante Echevarría Flores\*\* y Víctor Beltrán Saravia\*\*\*  
*Universidad Nacional Mayor de San Marcos*

#### RESUMEN

La investigación llevada a cabo forma parte importante de un grupo de alternativas de solución frente al deterioro ambiental y como complemento importante para el cumplimiento normativo, asociadas a la mala disposición de los efluentes en cuerpos de agua y suelo, dentro de la producción industrial. De esta manera, los efluentes de los procesos de la industria de explosivos, que contengan parámetros que sobrepasen los ECA Agua, podrán contar con dicha solución; facilitando así el fomento de una cultura ambiental entre los trabajadores y evitando ser sancionados por las autoridades competentes. El uso de láminas filtrantes ha permitido disminuir las concentraciones de los parámetros de pH, AyG (aceites y grasas), DBO y DQO.

**Palabras clave:** láminas filtrantes; ECA-agua; industria de explosivos.

#### ABSTRACT

Research carried out is an important part of a group of alternative of solution against environmental degradation and as important for regulatory compliance, associated with the improper disposal of effluents into water bodies and soil in industrial production complement. Thus, effluent from the processes of the explosives industry, containing parameters that exceed ECA Water, may have this solution, thus facilitating the development of an environmental culture among workers and avoid being punished by the competent authorities. The use of filter sheets has reduced the concentrations of the parameters pH, O & F (oils and fats), BOD and COD.

**Keywords:** Filter sheets, Water - ECA, Explosives industry

*Recibido: 12/04/2016*

*Aprobado: 13/05/2016*

\* Docente Asociado FII-UNMSM < otinocog@gmail.com >

\*\* Egresado Maestría Ciencias Ambientales UNMSM < dante.echevarria@gmail.com >

\*\*\* Docente Asociado FII-UNMSM < vbeltrans@hotmail.com >

## 1. Introducción

La generación de efluentes industriales y su posterior tratamiento, a veces deficiente, es preocupación de todos los actores involucrados, desde el gobierno, las empresas y la academia. La remediación de estos efluentes fue la preocupación del equipo responsable de esta propuesta.

El objetivo central del proyecto fue remediar los efluentes provenientes de la actividad productiva de la línea de Anfo, cumpliendo los parámetros exigidos por la autoridad competente, dentro de las ECAAGUA categoría 3: Riego de vegetales del D.S. N 0022008MINAM.

Los resultados denotan avances importantes respecto a los límites permisibles del MINAM. El pH se mantiene en el rango permitido (6.5-8.5) con un valor promedio de 7.57; el contenido de aceites y grasas (2,7) se aproxima bastante al límite permitido (1,0), teniendo en cuenta que el valor inicial fue de 4,2; la demanda bioquímica de oxígeno obtenida (8,25) es mucho menor que el límite permisible (15,0); la demanda química de oxígeno inicial era de 147,67, con el proyecto se redujo a 77,1 y el límite permisible es 40,0.

### *Antecedentes*

Según la EPA (2001)[1], las industrias productoras de explosivos presentan una gran cantidad de desechos, con alta incidencia en el medio ambiente, debiendo ser objeto de un seguimiento especializado. Debido a esto se encuentra en la lista de los contaminantes más importantes de la Agencia de protección Ambiental de los Estados Unidos.

Bravo y Aldana (2010)[2] señalan que las técnicas tradicionales de remediación para la eliminación de los explosivos han sido la incineración y el almacenamiento en depósitos; las que provocan emisión de gases tóxicos que contribuyen al deterioro de la calidad del aire, además de la destrucción de los suelos en los que se realizan estas actividades; y la segunda técnica requiere de la implementación de vertederos especiales.

Rodríguez (2005) [3] emprendió una investi-

gación implementando procesos emergentes de remediación a efluentes provenientes de la producción de compuestos nitroaromáticos. Obtuvo efluentes tratados con parámetros fisicoquímicos adecuados a los límites de permisividad ambiental.

García (2011)[4] desarrolló una investigación para evaluar la capacidad degradadora de consorcios bacterianos aislados de suelos impactados con explosivos. Encontró que la presencia de diferentes géneros bacterianos, sumado a la disminución de la capacidad degradadora, sugiere que la estructura de la comunidad es un factor clave para garantizar la funcionalidad (degradación) de los consorcios por los explosivos.

La alternativa de solución propuesta, cuenta con antecedentes diversos y con aplicaciones exitosas, tal es el caso de la «Planta de tratamiento de aguas residuales de los procesos de enjuague, desengrase y pasivado de la Línea de Galvanizado en Continuo de Acesco», esta experiencia, aplicó la tecnología de Láminas Filtrantes, que es una tecnología limpia para el tratamiento de aguas residuales aceitosas y en general para todo tipo de aguas industriales, resaltando que esta tecnología es de baja inversión y bajo consumo de energía (ARAP, 2011) [5].

## 2. Materiales

El proyecto necesitó de materiales de bajo costo, pues el piloto construido, se diseñó con material reciclado, residuo que se pudo habilitar como parte del sistema de tratamiento, la empresa involucrada posee material residual, idóneo para la implementación de estos sistemas, así mismo se pudo invertir lo mínimo para contar con lo inexistente como material residual, para ello se requirió lo siguiente:

- 1 tote Bins de PVC de capacidad de 1m<sup>3</sup>, cortados a la mitad (con estructura metálica exterior)
- 1 cooler de 150 L. de capacidad.
- 500 Kg de grava o piedra chancada para construcción.

- 1 fardo de Heno.
- 500 Kg de tierra de chacra.
- 500 Kg biomasa.
- Tuberías de 1 pulgada.
- Planta de *Cyperus papyrus* y *Canna indica*

### 3. Métodos

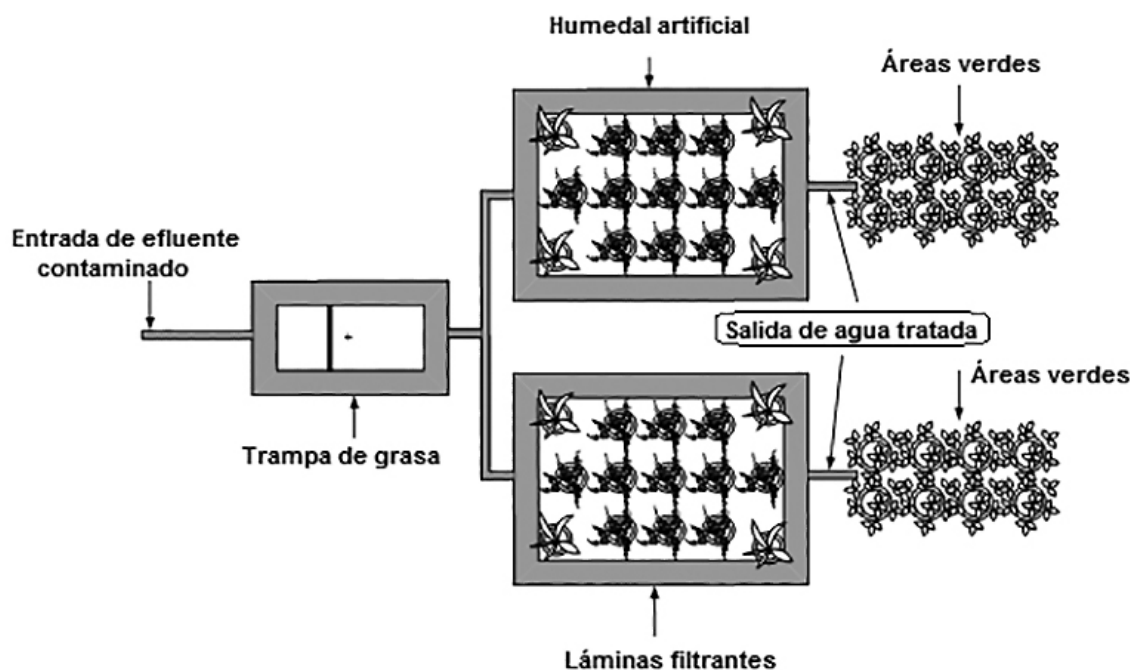
**Tipo:** La investigación propuesta se focalizó al estudio del uso de Láminas filtrantes como sistema de tratamiento efluentes industriales provenientes de la producción de ANFO, problema que con anterioridad no fue estudiada ni investigado, por lo tanto corresponde a una investigación de primer nivel de conocimiento y de tipo exploratoria.

**Diseño:** Según los antecedentes, el estudio tomó como parámetros de análisis los considerados en el D.S.002-2008--MINAM ECA-Agua Categoría 3, Riego para Vegetales de Tallo Alto y Corto, así los resultados de estas variables se consideraron dependientes del método de Láminas filtrantes, considerado como variable independiente. Bajo estos criterios el diseño del proyecto fue del tipo pre experimental.

La investigación comparó los parámetros fisicoquímicos de los efluentes provenientes de la línea de producción de ANFO de una fábrica de explosivos. Las mediciones se realizaron antes y después de la implementación de las láminas filtrantes, y se compararon estadísticamente a través de sus promedios. El sistema de tratamiento fue complementado con una trampa de grasas, la que se instaló antes de las láminas filtrantes, esto permitió la separación del petróleo, grasa y sólidos del agua, por propiedades de diferencia de densidades. Esta trampa tuvo que ser limpiada trimestralmente, los residuos provenientes de esta limpieza, fueron destinadas al área de destrucción de residuos por parte de la empresa colaboradora.

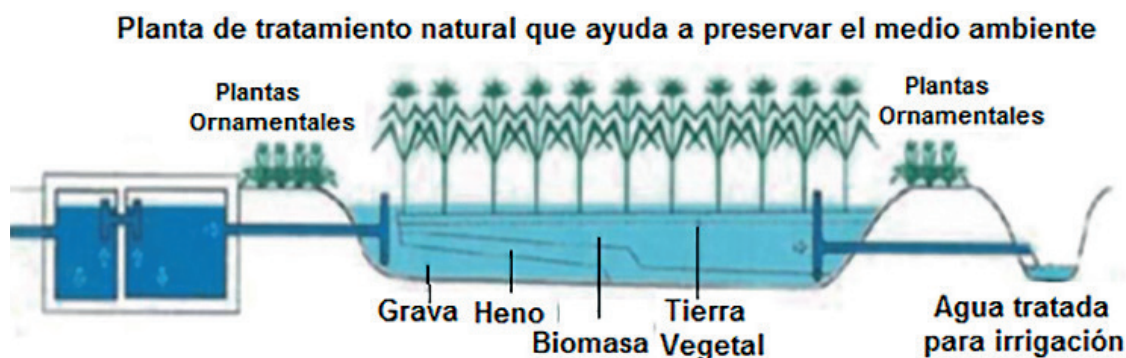
Para el desarrollo del proyecto, se tuvo que destinar un área por donde pasa el tubo de desagüe de la planta de ANFO, es ahí donde se realizó un corte a la tubería, para derivar una pequeña cantidad del efluente, a la planta piloto de Láminas Filtrantes.

Antes de la instalación del sistema de Láminas, se colocó una trampa de grasas, el cual ayudó con la retención de una buena cantidad de combustible, grasas y sólidos (Figura 1).



**Figura 1.** Esquema de distribución de planta piloto para tratamiento de efluentes de la línea de Anfo.

Fuente: Propia.



**Figura 2.** Planta de tratamiento natural que ayuda a preservar el medio ambiente.

Fuente: Fichas Modelo de Manejo Ambiental.

Seguidamente se distribuyó la tubería desde la trampa de grasas a los dos totes bins, donde se pusieron las láminas filtrantes.

La distribución de las láminas filtrantes dentro de los totes bins, se realizó de acuerdo al siguiente orden: grava, heno, biomasa, tierra de chacra, grava. (Figura 2).

Las plantas que fueron sembradas en cada sistema, consistió de dos especies los *Cyperus papyrus* y *Canna indica*, los que por experiencia, se sabe que pueden ser usadas en sistemas de tratamiento de aguas residuales.

El sistema de salida de estas láminas se instaló en la mitad de la pared superior del recipiente, ésta con el fin de hacer que el efluente que llegue, tenga un mayor contacto con el material filtrante.

Se realizó el muestreo de estos efluentes cada 6 meses.

#### 4. Resultados

Se ha verificado que el uso de láminas filtrantes es una herramienta que contribuye a remediar efluentes contaminados, provenientes de una industria de explosivos. Su aplicación ha permitido mantener el pH de los mismos en el rango establecido por el MINAM (6.58.5).

Respecto del contenido de aceites y grasas: se ha podido disminuir hasta 2.7 mg/l, resultado que no es suficiente respecto al límite del MINAM (1,0).

En el parámetro DBO el uso de láminas filtrantes ha permitido alcanzar un valor promedio de

8.25 mg/l con el cual se ubica dentro del límite establecido del MINAM (15.0).

En cambio, en relación a la DQO, el proyecto permitió obtener un promedio de 77.1mg/l, el cual permite ser incluido dentro de los límites de la Corporación de Finanzas Internacional del Banco Mundial, pero que no es suficiente según el límite del MINAM (40)

#### 5. Discusión

El uso de láminas filtrantes en el tratamiento de los efluentes, ha permitido mantener el pH de los mismos, en el rango establecido por el MINAM (6.5 – 8.5).

En relación al contenido de aceites y grasas, se pudo disminuir hasta 2.7 mg/l, resultado que es menor al establecido por la Corporación de Finanzas Internacional del Banco Mundial, General Environmental Guidelines (01/07/98), que tiene como límite de 10 mg/l, per a comparación al MINAM, aún no se cumple, por normar con 1,0 mg/l.

En lo que respecta a la DBO, el uso de láminas filtrantes ha permitido alcanzar un valor promedio de 8.25 mg/l, con el cual se ubica dentro del límite establecido del MINAM que considera 15.0 mg/l.

La DQO tiene igual discusión con respecto a Aceites y Grasas, pues la concentración resultante fue de 77.1 mg/l, considerándose dentro los límites de la Corporación de Finanzas Internacional del Banco Mundial, General Environmental

Guidelines, a diferencia de la exigencia del MINAM que establece como límite la concentración de 40mg/l.

## 6. Conclusiones

Las plantas sembradas, no progresaron en este sistema, por lo que se concluye la necesidad de investigar sobre qué tipo de especie resulte conveniente para tratar este tipo de efluente.

La llegada del agua a las láminas filtrantes, es aún con trazas de grasas.

Es necesario realizar el cálculo para un diseño exacto de la trampa de grasas, así se podría evitar que pasen hasta las láminas filtrantes.

Una vez este efluente llega a las láminas filtrantes, esta pasa por cada capa, dejando depositado en cada filtro las partículas de grasa, para luego desaguar como un efluente tratado.

El uso de láminas filtrantes ha permitido alcanzar los límites permisibles en los parámetros de pH, AyG (aceites y grasas) y DBO. No ha alcanzado el límite permisible en el caso de la DQO.

### Ventajas

- Soporta altas cargas de materia orgánica.
- Sistema de distribución del efluente eficiente.
- Remoción de DBO entre 95% - 98%.
- Remueve compuestos nitrogenados.
- No produce malos olores.
- Bajo costo de operación.
- No produce lodos.
- Inversión inicial moderada.

### Desventajas

- Demanda una mayor área comparada con el tratamiento anaerobio.
- Tiempo de estabilización de 6 a 8 meses.
- No produce biogás para el aprovechamiento energético.
- Genera un ecosistema que debe ser controlado (musgos y hongos).
- No es reubicable.

## Referencias bibliográficas

- [1] EPA. Environmental Protection Agency. Handbook on the management of ordnance and explosives at closed, transferring, and transferred ranges and other sites. 2001.
- [2] Bravo Leydi, Aldana Diana. Remoción de trinitrotolueno (TNT) en agua residual sintética, mediante bacterias aisladas de ambientes con presencia de explosivos. Tesis de Grado de Ingeniería Ambiental, Universidad de La Salle. Bogotá. 2010.
- [3] Rodriguez Marcio. Tratamiento de efluentes provenientes de la fabricación de TNT de una industria de explosivos utilizando procesos oxidativos y reductivos avanzados. Tesis Doctoral. Universidad de Lorena. Brasil. 2005.
- [4] García Erika. Recuperación y evaluación de la capacidad degradadora de consorcios bacterianos aislados de ambientes impactados con TNT y PETN. Tesis de posgrado en Microbiología, Universidad Nacional de Colombia. 2011
- [5] Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP). 2011.