

Lechos de Turba.  
Módulo Gestión de Aguas Residuales y Reutilización

**Máster en Ingeniería y Gestión del Agua**

2016

PROFESOR  
Jaime La Iglesia Gandarillas

Para un uso correcto, sólo  
pueden ser utilizados  
en el contexto de  
Creative Commons

Esta publicación está bajo licencia Creative Commons Reconocimiento, Nocomercial, Compartirigual, (by-nc-sa). Usted puede usar, copiar y difundir este documento o parte del mismo siempre y cuando se mencione su origen, no se use de forma comercial y no se modifique su licencia. Más información: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

## Índice

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	OBJETIVOS DE LOS LECHOS DE TURBA.....	3
3.	FUNDAMENTOS DE LA DEPURACIÓN POR LECHOS DE TURBA.....	3
4.	TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS TURBAS.....	4
5.	PARAMETROS DE DISEÑO DE LOS LECHOS DE TURBA.....	6
	<b>1.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
	<b>1.2 DISEÑO DE LOS LECHOS DE TURBA.....</b>	<b>6</b>
6.	CONSTRUCCIÓN DE LOS LECHOS DE TURBA.....	7
7.	ESQUEMAS DE FUNCIONAMIENTO Y RENDIMIENTOS.....	8
8.	EVOLUCIÓN DE LOS LECHOS DE TURBA. MEJORAS. NUEVOS ESQUEMAS DE FUNCIONAMIENTO.....	10
9.	PUESTA EN MARCHA Y MANTENIMIENTO DE LOS LECHOS DE TURBA.....	10
10.	VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS LECHOS DE TURBA.....	13
11.	BIBLIOGRAFIA.....	14

## **1. INTRODUCCIÓN**

En pequeños municipios la experiencia ha demostrado que las plantas depuradoras de aguas residuales, basadas en tecnologías convencionales, originan problemas, tanto técnicos como económicos, que hacen que un gran número de estas instalaciones queden fuera de servicio en un plazo de tiempo muy corto. Como consecuencia de lo anteriormente expuesto se han desarrollado otras tecnologías denominadas "blandas" o "no convencionales" tratando de minimizar las dificultades reseñadas para los citados municipios. Entre estas tecnologías está la depuración de aguas residuales urbanas mediante la filtración en lechos de turba.

## **2. OBJETIVOS DE LOS LECHOS DE TURBA**

La aplicación de la depuración mediante filtración en lechos de turba respecto a las tecnologías tradicionales, basadas en procesos de autodepuración natural, consigue la reducción de la carga contaminante de las aguas residuales con unos costes de operación inferior y con unas necesidades de mantenimiento menores a los de la depuración tradicional.

## **3. FUNDAMENTOS DE LA DEPURACIÓN POR LECHOS DE TURBA**

La depuración se realiza, en primer lugar, por retención de los materiales en suspensión y por adsorción en el seno del tejido vegetal fibroso. Además la turba puede ser considerada como un medio vivo en evolución y en ella se mantiene y desarrolla una actividad bacteriana que da lugar a la digestión biológica de la materia orgánica.

El elemento esencial de una instalación de depuración de este tipo es un lecho de turba a través del cual circula el agua residual. Dicho lecho descansa sobre una delgada capa de arena, soportada a su vez por una capa de grava; un dispositivo de drenaje recoge el efluente en la base del sistema que puede realizarse, simplemente, practicando una excavación que en caso necesario se aísla del terreno circundante mediante una lámina impermeable o cualquier otro método adecuado.

Por otra parte, el sistema puede funcionar como lecho inundado o como lecho de percolación (lecho de turba aerobio), lo que depende de la utilización que resulte más eficaz. El lecho inundado no es muy recomendable pues puede entrar en anaerobiosis. En todo caso, se distribuye el agua sobre la superficie del lecho mediante un dispositivo de reparto, a efectos de evitar caminos preferentes de circulación que reducirían, notablemente, el rendimiento de depuración.

Los lechos de turba participan de las ventajas de los lagunajes de pequeño calado y poco tiempo de retención, y de los filtros bacterianos donde tienen lugar fenómenos físicos de filtración y de absorción, químicos de oxidación reducción y biológicos por desarrollo de la **biomasa en un soporte fijo**. la turba actúa como un gran catalizador donde el agua residual, sufre un proceso de estabilización biológica y de reducción de sólidos en suspensión.

El lecho de turba, o el lagunaje sobre turba, constituye un filtro bacteriano con pequeñas cargas de agua residual y ciclos operativos largos y periódicos de inundación y descanso-aireación y en el que se producen fenómenos biológicos de síntesis-estabilización biológica, de tipo físico con filtración-retención y físico-químicos de adsorción, por las peculiares características que el medio filtrante, compuesto de turba, tiene en relación con las materias coloidales y disueltas.

La acción depuradora se basa, en síntesis esquemática, en la infiltración del agua residual a través de la turba, que sirve de soporte físico para el desarrollo de bacterias y microorganismos y pone en contacto esta masa microbiana con los compuestos y elementos que el agua residual lleva disuelta, produciéndose reacciones de tipo físico-químico y de síntesis y estabilización biológica a través de las cuales, las materias en suspensión e incluso un gran porcentaje de las disueltas, son retenidas y transformadas por oxidación-reducción de tipo aeróbico o facultativo, en compuestos más simples o naturales.

La turba, por sus características físico-químicas, constituye un excelente soporte para la fijación y crecimiento de las colonias bacterianas y un medio de filtración de sólidos en suspensión.

En el ciclo de descanso, las labores de rastrillado y volteo de la capa de turba favorecen la digestión aerobia, restituyendo las condiciones básicas de filtrabilidad y capacidad de adsorción del material.

Además de la reducción de la contaminación física y orgánica se produce una reducción de la concentración de contaminación bacteriana (expresada en "colis").

## 4. TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS TURBAS

La turba es el resultado de la acumulación de materia vegetal y de su mayor o menor degradación biológica en condiciones de exceso de agua y de falta de oxígeno.

Este material, abundante en Europa y en América del Norte, se utiliza corrientemente en jardinería y para la corrección de suelos.

Según la calidad de las aguas en las que se desarrolla y acumula la vegetación que origina la turbera, es decir según el lugar de formación, se distinguen dos tipos principales de turba: oligotrópicas y eutrópicas.

Las turbas oligotrópicas son las formadas en los pantanos con agua de aporte pobre en calcio y en elementos minerales nutrientes, (aguas "blandas"). Predominan, por tanto, las especies vegetales Estangíneas, y, en menos proporción, las Polytrices y las hinaigrettes. Son las denominadas turbas de mesetas o altas en la clasificación alemana. En su formación, en condiciones generalmente muy ácidas, clima frío y medio poco nutriente, no se produce una descomposición suficiente y por ello no se realiza la síntesis de ácidos húmicos.

Se las conoce como turbas claras, su acidez es elevada, entre 4,5 y 2,5 y su contenido en CaO es inferior a 0,5%.

Su baja descomposición hace que su densidad aparente sea también baja, entre 46 y 88 gr/l mientras que su **porosidad es elevada, entre el 92% y el 98%** en volumen, predominando además la microporosidad.

Desde el punto de vista hidrodinámico, las turbas claras tienen características favorables; sin embargo, desde el punto de vista de la depuración o capacidad de cambio, esta se ve disminuida por la escasa presencia de ácidos húmicos como consecuencia de la baja descomposición.

Las turbas eutrópicas denominadas de valles o bajas se han formado en presencia de aguas duras, ricas en calcio y en elementos minerales nutrientes, predominando en su composición las especies vegetales cañas, Fragmitas, Carex y residuos leñosos (Alisos y sauces). Sus condiciones de formación favorecen el desarrollo de microorganismos con los que tiene lugar la síntesis de ácidos húmicos, a cuya presencia se debe la coloración característica por la que se denominan turbas pardas. Su contenido en CaO supera normalmente el 2,5% y su pH es neutro o ligeramente ácido.

Su acusada descomposición da lugar a una densidad relativamente elevada, entre 100 y 174 gr/l, mientras que **la porosidad está entre 80% y 90%** en volumen, predominando la microporosidad, por lo que sus características hidráulicas son menos favorables que las de turbas claras. Sin embargo, su capacidad de cambio, debido a la presencia de ácidos húmicos puede llegar a ser el doble del de las

turbas oligotrópicas en un grado de evolución equivalente. La capacidad de cambio puede sobrepasar los 100 meqv. por 100 gr de turba seca, superior a la de una arcilla.

## 5. PARAMETROS DE DISEÑO DE LOS LECHOS DE TURBA

### 1.1 INTRODUCCIÓN

El diseño de los lechos de turba se ha llevado a cabo tradicionalmente mediante el caudal de percolación del agua residual a través de la turba, *l/hora/m<sup>2</sup>*. Existen otros de métodos de diseño **basados en la superficie, en m<sup>2</sup> disponible de lecho, por habitante equivalente, carga orgánica y carga de sólidos**. Generalmente se utiliza el primer método debido a la fiabilidad que se obtiene de la analítica de la turba que se vaya a utilizar.

### 1.2 DISEÑO DE LOS LECHOS DE TURBA

El diseño de los lechos de turba se establece mediante el caudal de percolación del agua residual a través de la turba en litros hora por metro cuadrado de superficie del lecho.

Los parámetros para dimensionar un lecho de turba se resumen en la siguiente tabla:

Percolación turba clara	50-80 l/h m <sup>2</sup>
Percolación turba parda	20-50 l/h m <sup>2</sup>
Carga hidráulica <	1-2 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /día
Carga orgánica <	0,5 kg DBO5/m <sup>2</sup> /día
Carga de sólidos <	0,5 kg SS/m <sup>2</sup> /día
Profundidad lecho	40 cm
Reserva para labores limpieza y mantenimiento	50% de la superficie calculada
Funcionamiento varios lechos	Paralelo
Rendimiento DBO5*	85%-90%
Rendimiento SS*	90%-95

\* Los rendimientos aumentan si ponemos lagunas anaerobias en cabecera

Si el caudal es importante, utilizar preferentemente turba "clara", si bien también es posible emplear mezclas de turbas de distintos tipos.

## **6. CONSTRUCCIÓN DE LOS LECHOS DE TURBA**

Tal y como se estableció en el apartado anterior los ensayos realizados y la experiencia a escala industrial han permitido establecer que los caudales específicos a través de un lecho inundado de 40-50 cm de espesor, en funcionamiento normal, oscilan entre los valores siguientes:

- Turba clara: 50 a 80 l/h m<sup>2</sup> superficie lecho.
- Turba parda: 20 a 50 l/h m<sup>2</sup> superficie lecho.

Hay que tener en cuenta el disponer de un 50 % o por lo menos un tercio más de superficie de lecho, para poder realizar las labores de rastrillado y reposo de los lechos sin interrumpir el proceso de depuración.

Las consideraciones de carácter constructivo a tener en cuenta son las siguientes:

- Alimentación del agua al lecho lo más sencilla posible, pero poniendo especial cuidado en evitar la formación de pasos preferentes (chimeneas); por ejemplo, instalando una placa de reparto sobre la turba de manera que favorezca la laminación del agua en la superficie del lecho. Por otra parte, la alimentación deberá ser lo más continua posible, sobre todo en invierno.
- Para evitar su arrastre, separar la turba del sistema de drenaje por una capa filtrante, la mitad superior de arena y la inferior de grava.
- Impermeabilizar la excavación practicada del terreno circundante, bien mediante una lámina de plástico o capa de arcilla compactada o bien realizando la obra en hormigón.
- Para conseguir un buen caudal de percolación, el espesor del lecho de turba no debe exceder de 50 cm.
- Subdividir la superficie total necesaria en varios lechos, a efectos de poder dejar periódicamente fuera de servicio cada uno de ellos.
- El tamaño máximo recomendable en cada lecho es de 200 m<sup>2</sup>.
- Una sección típica de un lecho de turba sería:

- 0,40 cm de espesor de turba, mezcla de parda y clara
- Lámina de geotextil
- 0,10 cm de espesor de arena fina
- 0,10 cm de espesor de gravilla
- 0,30 cm de espesor de grava
- lámina de P.A.D.(polietileno de alta densidad)

En la superficie del lecho se distribuye la tubería que repartirá el agua residual sobre la turba.

## **7. ESQUEMAS DE FUNCIONAMIENTO Y RENDIMIENTOS**

El esquema básico de funcionamiento de una EDAR por lechos de turba es el siguiente:

1. OBRA DE LLEGADA
2. BY-PASS
3. PRETRATAMIENTO
4. ARQUETA DE REPARTO
5. LECHOS DE TURBA
6. DESINFECCIÓN
7. CAUDALIMETRO

Los lechos de turba se pueden combinar con otros métodos no convencionales como el lagunaje, o los filtros verdes, según la tabla siguiente:

LECHOS TURBA	FILTRO VERDE		
LECHOS TURBA	AEROBIA		
ANAEROBIA	LECHOS TURBA		
ANAEROBIA	LECHOS TURBA	FILTRO VERDE	
ANAEROBIA	LECHOS TURBA	AEROBIA	FILTRO VERDE

Las aguas residuales, antes de pasar a los lechos de turba, se someten a un tratamiento primario, cuyo objeto es eliminar, en todo lo posible, las materias en suspensión, grasas, etc. para retardar la colmatación de los lechos de turba.

Los rendimientos de depuración pueden oscilar entre ciertos límites, dependiendo de las características del agua residual y de la turba empleada, caudal específico, condiciones ambientales, etc. pero unos valores alcanzables, por lo general son los siguientes:

Después del pretratamiento:

Materias en suspensión (M.E.S.)	30%
Demanda química de oxígeno (D.Q.O.)	30%
Demanda bioquímica de oxígeno, 5 días DBO5	10%

A la salida del lecho de turba:

M.E.S.	90%
D.Q.O.	80%
D.B.O5	85%

En cuanto a la descontaminación bacteriana se consiguen unos factores de reducción del número de bacterias de contaminación fecal entre  $10^3$  y  $10^4$ , lo que depende de la calidad de turba y de la carga bacteriana.

Respecto a elementos como el nitrógeno y el fósforo hay poca información, pero se estima que para un contenido a la entrada de 200 mg/l, el nitrógeno experimenta una reducción superior al 80% y el fósforo se reduce en un 20% a 40% para una carga a la entrada de 50 mg/l.

Por otra parte, la turba presenta propiedades particularmente interesantes en cuanto a la absorción de metales pesados y da buenos resultados en la eliminación de materias colorantes.

## **8. EVOLUCIÓN DE LOS LECHOS DE TURBA. MEJORAS. NUEVOS ESQUEMAS DE FUNCIONAMIENTO.**

El principal problema que plantean los lechos de turba es la rápida colmatación de la superficie del lecho por la presencia de sólidos en suspensión y grasas en el influente, al no ser lo suficientemente eficaces los sistemas de pretratamiento utilizados.

Otro problema importante es el ocasionado por las puntas de caudal, que aunque hidráulicamente son absorbidos por los lechos, pueden provocar arrastres de material y microorganismos reduciendo la efectividad del proceso.

Para solucionar básicamente estos problemas, surgidos en las primeras instalaciones existentes, se propuso la combinación de dos tecnologías blandas, surgiendo así el proceso de lagunas anaerobias + lechos de turba.

La principal ventaja de este proceso es eliminación de los dos problemas antes enunciados, con la consiguiente reducción del consumo de turba.

El sistema garantiza un mejor rendimiento, pero a costa de un incremento en los costes de primera instalación.

## **9. PUESTA EN MARCHA Y MANTENIMIENTO DE LOS LECHOS DE TURBA**

### **a) Puesta en marcha.**

El comienzo del funcionamiento de los lechos de turba es inmediato debido al proceso físico de la filtración, si bien se logrará un óptimo rendimiento dependiendo de la proliferación de los

microorganismos responsables de la depuración ya que éstos no aparecen instantáneamente, sino que necesitan un período de tiempo más o menos largo, en función de las condiciones ambientales.

Recomendaciones generales:

- **Tratar de poner en marcha la planta durante la primavera o inicio del verano. La velocidad de crecimiento de los microorganismos es mayor en esta época.**
- **Poner en marcha los lechos de turba en continuo, dejando al menos uno de los lechos en reposo, para los procesos de mantenimiento y conservación.**

Para que el lecho de turba mantenga su efectividad es esencial que se produzca un reparto adecuado del caudal de agua residual, sin que tengan lugar caminos preferenciales. Por otra parte, el caudal de reparto debe ser el adecuado, fijado por el proyectista para las condiciones propias de la planta.

#### **b) Problemas de funcionamiento.**

Los problemas de funcionamiento más comunes derivan de las situaciones siguientes:

##### **1.-Deficiente eliminación de materias en suspensión durante el pretratamiento.**

Cuando la etapa de pretratamiento presenta un mal rendimiento, los sólidos que deberían haber sido eliminados en esta se retienen íntegramente en el lecho de turba, ocasionando la sobrecarga de la instalación, que se manifiesta principalmente por la acumulación de materiales en la parte superior del lecho, colmatación de este, formación de caminos preferenciales y pérdida de calidad del efluente.

En este sentido, la sustitución del desbaste tradicional mediante tamices por lagunas anaerobias mejora sustancialmente la instalación, ya que estas lagunas presentan una extraordinaria fiabilidad en la retención de sólidos en suspensión, que se mantiene siempre en torno al 75-80%. Otras ventajas de las lagunas anaerobias residen en que su mantenimiento no requiere una eliminación diaria de los sólidos retenidos, y en su capacidad para encajar puntas de carga manteniendo un nivel constante de calidad del efluente.

##### **2.-Sobrecarga de la instalación.**

Esta puede tener carácter temporal (avenida después de lluvias) o permanente (crecimiento de la población servida). Puesto que el método presenta sensibilidad a los aumentos de caudal, es necesario establecer medidas preventivas que los eviten. En este sentido, el aumento del número de lechos de turba permite disponer de un sistema flexible, que se adapta fácilmente a las oscilaciones estacionales de carga, y permite efectuar ampliaciones de capacidad rápida y económicamente.

### 3.-Deficiente mantenimiento de los lechos.

Aunque el mantenimiento de los lechos es muy sencillo, si no se realiza el rastrillado regularmente y se eliminan las partes colmatadas la permeabilidad del lecho disminuye, se forman caminos preferenciales y disminuye la eficacia del tratamiento.

#### c) Mantenimiento.

El mantenimiento de los lechos requiere las actividades siguientes:

##### 1. Rastrillado quincenal de los lechos.

Para ello se deja fuera de funcionamiento el lecho que se va a rastrillar, haciendo uso de la tajadera correspondiente. Debe tenerse en todo momento un lecho inactivo, de forma que se puedan poner en funcionamiento de forma rotatoria. Se hace pasar el agua residual por el lecho que estaba inactivo hasta ese momento, y se procede al rastrillado del lecho que ha estado en funcionamiento durante dos semanas. El objetivo de esta operación es restablecer la estructura porosa uniforme original de la turba, rompiendo los agregados que hayan podido formarse. De esta forma se asegura un reparto homogéneo del agua residual a través de los lechos.

##### 2. Eliminación de la capa colmatada.

En la zona superficial de los lechos tiende a formarse una costra impermeable formada al colmatarse la turba con las materias sólidas que hayan permanecido en el agua residual después del pretratamiento. Cuando esta capa no pueda regenerarse por la acción de rastrillado debe procederse a su eliminación. Esta operación es muy sencilla, y puede practicarse a la misma vez que el rastrillado normal, arrastrando la capa colmatada y sacándola finalmente de los lechos mediante una pala. Debe evitarse la acumulación de estos materiales en la planta, ya que aparte de ofrecer una imagen de desidia pueden convertirse en criaderos de ratas e insectos.

##### 3. Reposición de la turba.

Puesto que las sucesivas eliminaciones de la capa superficial de los lechos conducen a una disminución en la altura total de los lechos, es necesario reponer con frecuencia aproximadamente trimestral la turba para restablecer la altura original de los lechos. Por lo tanto, la planta debe surtir con la turba necesaria para efectuar estas reposiciones. Es importante tener en cuenta que el almacenamiento al aire libre de la turba puede dar lugar a que esta se seque, lo que provoca su contracción y pérdida de capacidad de retención de agua. Debe pues evitarse su almacenamiento prolongado en condiciones que favorezcan su desecación.

## **10. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS LECHOS DE TURBA**

### **a) Ventajas:**

- Sin consumo de energía.
- Ausencia de elementos electromecánicos, excepto en el pretratamiento.
- Fácil adaptación en el entorno.
- Explotación y mantenimiento por personal no cualificado.
- Adaptable a variaciones de carga y caudal.
- Menor superficie que las lagunas de estabilización.
- Ausencia de olores.

### **b) Inconvenientes:**

- Rendimiento menor que en los sistemas convencionales.
- Mayor superficie que en los sistemas convencionales.
- Gastos en la compra de turba por necesidad de reposición, debido a las operaciones de limpieza.

## **11. BIBLIOGRAFIA**

AGAMIT S.A. 1991: Depuración por Lagunaje de Aguas Residuales. Manual de Operadores MOPT. Madrid.

AUXINI 1988: Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas por Percolación a Través de Lechos de Turba.

AGAMIT S.A. 1987: Curso Básico para Operadores de Estación de Agua Residual. Dirección Regional de recursos Hidráulicos, Gobierno Autónomo de la Región de Murcia.

AGAMIT S.A. 1988: Seguimiento Experimental de Lagunas de Estabilización. Dirección General de Medio Ambiente. MOPU, Madrid.

Gloyna, E.F., 1973: Estanques de Estabilización de Aguas Residuales. Monografía núm 60, Organización Mundial de la Salud. Ginebra

Metcalf-Eddy, 2000: Tratamiento y Depuración de Aguas Residuales. Ed Labor, Barcelona.

Middlebrooks, E.J.,C.H.Middlebrooks, J.H. Reynolds, G.Z. Watters, S.C. Reed y D.B. George, 1982: Wastewater Stabilization Lagoon Design, Performance and Upgrading. Macmillan Pub. Co., Nueva York

Rojo Blanco, E., 1988: Aspectos biológicos del lagunaje. Cuadernos Técnicos. Consejería de Política Territorial y Obras Públicas. Comunidad Autónoma de Murcia. Murcia.

W.H.O., 1987: Wastewater Stabilization Ponds. Principles of Planning and Practice. WHO EMRO Technical Publication no 10, World Health Organization, Regional Office for the Eastern Mediterranean, Alejandría.

Depuración de Aguas Residuales, Aurelio Hernández Muñoz. Colección Señor N° 9, Servicio de Publicaciones de la E.T.S.I.C.C.P.

Tratamiento de Aguas residuales, basuras y escombros en el ámbito rural, editorial agrícola Española, Servicio de Publicaciones del Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Centro y Canarias.