

# Zamora



abónatate al lodo

## PRESENTACIÓN

La provincia de Zamora, se encuentra ubicada en un entorno de gran variedad de paisajes y comarcas naturales, resultando imprescindible su conservación, por ello, la Diputación de Zamora está llevando a cabo varios proyectos con el objetivo de hacer un uso sostenible del medio ambiente. Una de las actividades realizadas para la consecución de este fin es el proyecto denominado “ Recogida de lodos de depuradoras y conducciones e instalaciones residuales en la provincia de Zamora”, cofinanciado por el Fondo de Cohesión 2000-2006, de la que informará el presente folleto divulgativo.

A fin de garantizar un sistema de recogida, transporte y gestión de los lodos de depuradoras y fosas sépticas existentes en las áreas rurales de la provincia que sea adecuado y minimice los impactos medioambientales ocasionados por los lodos de depuración, la Diputación de Zamora, ha dotado a la provincia del equipamiento y las infraestructuras necesarias para recoger, gestionar y valorizar esos lodos.

Esta actividad se halla dentro de las prioridades fundamentales de la Estrategia Regional de Residuos, entre las que figura el cumplimiento de los objetivos de gestión establecidos en la normativa vigente. Entre estas disposiciones dentro del Plan Nacional de Lodos de Depuradora 2000-2006, se incluía la valoración de al menos un 70 % de dichos residuos antes del año 2007.

### índice

<b>1- DESCRIPCIÓN GENERAL</b>	<b>3</b>
<b>2- LOS LODOS EN ESPAÑA</b>	<b>5</b>
<b>3- PROBLEMÁTICA DE LOS LODOS</b>	<b>6</b>
<b>4- LEGISLACIÓN APLICABLE</b>	<b>6</b>
<b>5- POSIBLES APLICACIONES DE LOS LODOS TRATADOS</b>	<b>6</b>
<b>6- APLICACIÓN DE LODOS EN AGRICULTURA</b>	<b>8</b>
<b>7- TRATAMIENTOS</b>	<b>16</b>

## 1.- DESCRIPCIÓN GENERAL

En la provincia de Zamora convivimos 197.237 personas, con lo que a lo largo del año se genera una gran cantidad de residuos, dentro de los cuales se engloban los destinados a contenedores de recogida selectiva (residuos orgánicos, papel, vidrio, envases...) y los que circulan por nuestras redes de saneamiento denominadas "aguas negras" (residuos procedentes del aseo personal, lavadoras, fregaderos, lavado de vehículos, piscinas, pulverizadores,...,etc) las cuales acaban en las depuradoras o en las fosas sépticas de cada municipio.

Las aguas negras que generamos están compuestas entre otros elementos por agua, materia orgánica, y metales pesados( existentes en detergentes, aceites, etc). Algunos de estos elementos son sumamente contaminantes y perjudiciales para el medio ambiente y la salud.

Los municipios que poseen depuradora tratan las "aguas negras" minimizando los problemas medioambientales que éstas producen. Los municipios que solo disponen de fosas sépticas generan un grave problema al medio ambiente ya que los fangos depositados en las fosas sépticas contaminan los suelos infiltrándose en los mismos y llegando a contaminar las aguas subterráneas con el consiguiente perjuicio que supone para la vida tanto vegetal como animal( al alimentarse de vegetales). Para gestionar estos lodos, y eliminar la problemática que las fosas sépticas generan, **la Excelentísima Diputación de Zamora ha puesto a disposición de los ayuntamientos una flota de camiones**, compuesta por cuatro unidades, que realizarán las labores de recogida de los lodos de las fosas sépticas municipales y limpieza de las mismas. Se han adquirido dos modelos distintos; equipo Ros-Roca

modelo CAP-8 mixto succionador-impulsor ADR en chasis 4\*4, modelo MT-REX, mixto succionador- impulsor ADR en chasis tres ejes tres de estos camiones están equipados con una bomba de vacío que es capaz de aspirar un caudal de 230 l/min. a través de los 30 metros de manguera de goma de 100mm de diámetro que posee. Los residuos extraídos son albergados en una cisterna de acero de 9.500 litros de capacidad.

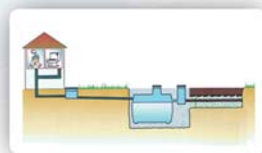
El otro camión dispone de una cisterna de 8.000 litros y son capaces de aspirar un caudal de 215 l/min. a través de una manguera de goma similar a la del modelo anterior.

Los camiones están dotados de un mecanismo específico para la **extracción de las "aguas negras" y limpieza de las fosas sépticas**, Los residuos recogidos serán llevados a vertedero autorizado o a una Estación Depuradora de Aguas Residuales (E.D.A.R.), en la que serán **tratadas** adecuadamente, permitiendo así su **valorización** en otros usos, como puede ser el agrícola.

A grandes rasgos en una población como la de Zamora los residuos generados al año son los siguientes:

- Residuos destinados a contenedores: 1,04 kilogramos por persona y día x 365 días por año = 379,6 kilogramos por persona y año, lo que a nivel de toda la población zamorana asciende a 75.000 toneladas de residuos.
- Volumen generado de "aguas negras": 200 litros por persona y día x 365 días por año = 73000 litros por persona y año, lo que a nivel de toda la población zamorana asciende a **14.398.301 m<sup>3</sup> de "aguas negras"** cuyo contenido en materia seca es **3.945 Tn de m.s.año**

### CICLO DESDE LA GENERACIÓN DE LAS "AGUAS NEGRAS" HASTA LA REUTILIZACIÓN DE LOS LODOS



FOSA SÉPTICA



CAMIÓN DIPUTACIÓN  
"RECOGIDA AGUAS Y  
LIMPIEZA DE FOSAS"



APLICACIÓN AGRÍCOLA



LODOS



E.D.A.R.





Existen dos grandes tipos de lodos:

- **Urbanos:** Generados durante el tratamiento de las aguas residuales de origen doméstico. Poseen un contenido de materia volátil elevado (70 % de la materia orgánica seca). En lo que concierne a su producción, se parte de la estimación de que un habitante produce entre 15-20 kg de materia seca (m.s.) al año (0,2 kg de m.s./m<sup>3</sup> de agua depurada)
- **Industriales:** Generados durante el tratamiento de las aguas industriales y sus características dependen de la naturaleza de las actividades industriales asociadas. Por ejemplo, las industrias agroalimentarias producen lodos orgánicos, mientras otros lodos industriales son esencialmente minerales y contienen elementos traza metálicos (lodos hidróxidos) u orgánicos. Su producción alcanza los niveles que la de los lodos urbanos.

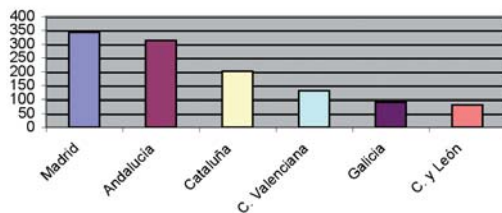
## 2.- LOS LODOS EN ESPAÑA

La gestión de lodos procedentes de la red de saneamiento urbana se encuentra directamente relacionada con el aumento creciente del consumo de agua para diferentes fines. La generación de los citados lodos hace necesaria la creación de un sistema de gestión de los mismos que por un lado sea respetuosa con el medio ambiente y por otro, se siga el principio de las tres "erres", reducir, reutilizar y reciclar.

Las aplicaciones de los lodos, previamente tratados, son variadas, desde producción de energía, materiales de construcción, restauración de espacios naturales, uso agrícola, siendo este último el más utilizado con diferencia, y la que mayores ventajas ofrece a priori.

Según la previsión realizada a través del Plan Nacional de lodos 2001-2006 para el año 2005 de lodos de depuradora de diferentes comunidades autónomas la Comunidad de Castilla y León se encuentra a la cola en la generación de

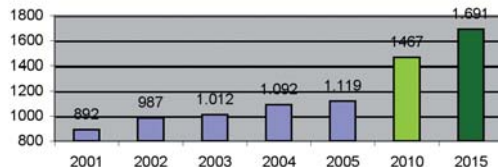
Miles de toneladas de materia seca/año



m.s. de lodos. A su vez, el M.A.P.A., a través del mismo Plan, muestra la evolución creciente en la generación de lodos producidos hasta el año 2005 para todo el territorio Español. Ambos datos se ven en las gráficas anteriores:

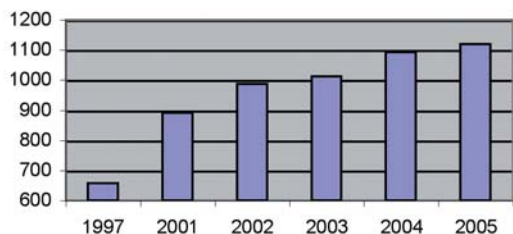
Teniendo en cuenta la grafica anterior de aumento progresivo en el volumen de lodos generados a nivel estatal, y considerando un crecimiento lineal y positivo de producción de lodos, se puede estimar gráficamente los volúmenes de lodos hasta el 2015, fecha de vencimiento del actual plan. Destacar que el dato estimado para el 2015 sería de aproximadamente 1.700.000 toneladas de materia seca para ese mismo año.

Evolución en miles de toneladas de materia seca producida/año

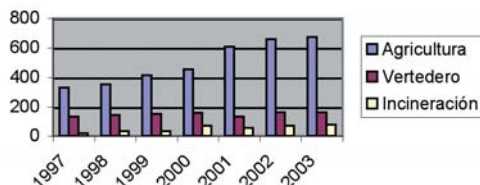


Es por tanto un objetivo prioritario otorgar un valor añadido a este tipo de lodos para poder darles una salida racional desde el punto de vista económico y ambiental. A continuación se muestra las cantidades de lodo en miles de toneladas utilizadas para agricultura, depositadas en vertedero e incineradas, así como la evolución de las mismas hasta el año 2003 (fuente: M.A.P.A., Plan Nacional de Residuos 2001-2006):

Miles de toneladas de materia seca/año



Destino de los lodos procedentes de depuración (miles de toneladas de materia seca)



De la gráfica se deduce el creciente auge del uso de lodos en agricultura.

### 3.- PROBLEMÁTICA DE LOS LODOS

El problema de la creciente generación de lodos procedentes de la depuración de aguas urbanas y de las aguas negras procedentes de fosas sépticas se encuentra asociado íntimamente con la gestión de los mismos.

Los impactos directos producidos sobre el entorno por efecto del acumulo descontrolado sobre terreno no apto para este tipo de residuo en el caso de no estar previamente tratado puede presentar problemas graves, como pueden ser entre otros, contaminación de aguas superficiales por escorrentía, así como contaminación de aguas subterráneas/acuíferos por lixiviación, un elevado contenido en metales por efecto de las características fisicoquímicas del suelo, presencia de olores desagradables y riesgo asociado a la insalubridad.

La falta de información y la desconfianza generada por efecto de considerar estos lodos como un residuo, hace que en la actualidad se produzca un desajuste entre los beneficios teóricos y reales que se puede obtener en su reutilización.

Concebir los lodos tratados únicamente como un residuo de un complejo proceso industrial de depuración de aguas urbanas, sin valor aparente, ha producido y produce que los lodos tratados y analizados sean desaprovechados, almacenándose sin un destino claro.

En la actualidad los suelos españoles son deficitarios de materia orgánica, siendo necesario un aporte extra de la misma. A la vez el incremento de los precios de los abonos químicos empieza a ser un gran problema para los agricultores. El uso de los fangos tratados en depuradora para aplicaciones agrícolas supondría una solución para ambos problemas, ya que una característica fundamental de los fangos es la presencia de altos contenidos en materia orgánica y la otra su bajo coste actual.

El uso de este residuo sólido para diferentes fines permite en el caso de plantas que generan biogás una optimización del sistema productivo de una E.D.A.R., **pasando de residuos a materias primas**. A su vez, los lodos podrían permitir otra vía de optimización basándose en el posible

beneficio derivado del uso de dichos lodos tratados para otros fines como puede ser la aplicación agrícola.

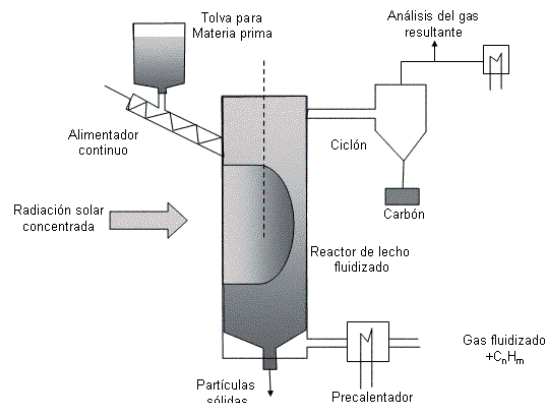
### 4.- LEGISLACIÓN APLICABLE

La gestión de los lodos viene regulada por la siguiente legislación:

- Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos
- **R.D. 1310/1990 del MAPA. Sobre utilización de lodos de depuración en el sector agrario.**
- Orden del 26 de octubre de 1993, sobre utilización de lodos de depuración en el sector agrario.
- Orden MAM/304/2002, por la que se publican las operaciones y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, dentro de la cual se catalogan los lodos de aguas residuales urbanas y los lodos procedentes de fosas sépticas como LER 190805 y LER 200304 respectivamente.
- Decreto 74/2002, de 30 de mayo, por el que se aprueba la Estrategia Regional de Residuos de la Comunidad de Castilla y León 2001-2010.
- Decreto 18/2005, de 17 de febrero, por el que se aprueba el Plan Regional de Ámbito Sectorial de Residuos Urbanos y Residuos de Envases de Castilla y León 2004-2010.

### 5.- POSIBLES APLICACIONES DE LOS LODOS TRATADOS

#### 5.1.- GASIFICACIÓN

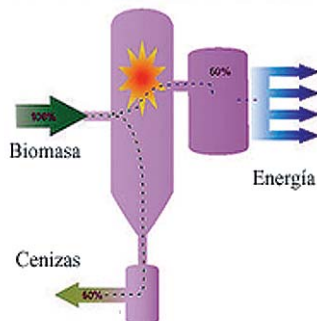


La gasificación es un proceso termoquímico en el que un residuo orgánico es transformado en un gas combustible de bajo poder calorífico, mediante una serie de reacciones que ocurren a una temperatura determinada en presencia de un agente gasificante (aire, oxígeno y/o vapor de agua).

### 5.2.- PIRÓLISIS

La pirólisis es la descomposición química de materia orgánica causada por el calentamiento en ausencia de oxígeno u otros reactivos, excepto posiblemente el vapor de agua.

Un ejemplo de pirólisis es la destrucción de neumáticos usados. En este contexto, la pirólisis es la degradación del caucho de la rueda mediante el calor en ausencia de oxígeno.



### 5.3.- TRANSFORMACIÓN EN COMBUSTIBLE

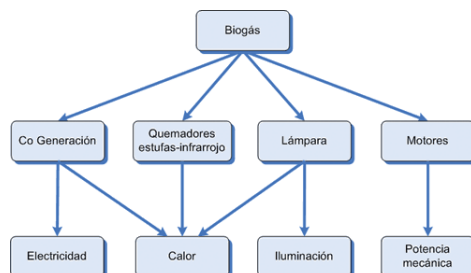
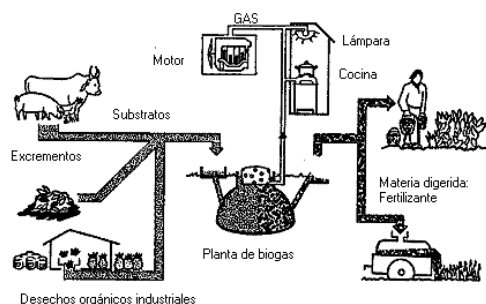
#### De tipo sólido

El empleo de biosólidos como combustible alternativo puede implicar un ahorro neto en la emisión de CO<sub>2</sub>. El lodo tiene un contenido energético significativo que permite la sustitución del combustible fósil; al ser biomasa sus emisiones no contabilizan, al contrario que si se deposita en vertedero, ya que sus emisiones contabilizan a través de la fermentación. El poder calorífico de los biosólidos procedentes de depuración está en el intervalo 3.000-4.400 Kcal/Kg.

**Comparativamente, una tonelada de biosólido implica un ahorro de 30 euros/t en coque de petróleo, y de 14,52 euros/t en emisiones de CO<sub>2</sub>.**

#### Biogás

El biogás producido a través de las digestiones anaerobias de lodos/fangos puede ser utilizado como combustible para la generación de energía y/o calor. Cuando el biogás es dedicado a la producción de energía térmica, se expresa como un ahorro en combustible convencional. Además, la combustión es limpia, ya que reduce al máximo los productos contaminantes y el CO<sub>2</sub> que se genera no puede considerarse como un contaminante.



Destacar que actualmente hay estudios que estiman que sustituyendo el queroseno por biogás se podría conseguir una reducción de las emisiones.

#### 5.4.- ADITIVO PARA MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

El sector de la construcción constituye una alternativa para el destino final de los lodos, ya que por sus grandes necesidades de materias primas puede absorber la práctica totalidad de los lodos generados por las aguas residuales de un país. La inertización de los mismos en matrices cerámicas permite obtener materiales aptos para la construcción como son los ladrillos.

#### 5.5.- MATERIA PRIMA PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

Los lodos de depuradora pueden ser utilizados para la fabricación de materiales aislantes cerámicos, siendo la materia orgánica introducida en el seno de la pasta la que determina porosidades concretas.

#### 5.6.- MEZCLA DE COMPOST CON ORUJOS DE UVA

La utilización de fangos anaerobios combinados con orujos de uva produce sobre el sustrato final un mayor esponjamiento. Este esponjamiento produce una optimización en el crecimiento de la superficie vegetal.

#### 5.7.- DISMINUCIÓN DE LA EROSIÓN DE LOS SUELOS

Áreas semiáridas afectadas por la desertificación: Se evitan pérdidas por erosión gracias a la aplicación de lodos en zonas con este tipo de problemática, especialmente en zonas de clima mediterráneo seco.

**Incendios forestales:** La aplicación de lodos tratados sobre este tipo de zonas favorece el aumento de materia orgánica, funcionando como enmiendas de tipo orgánico que favorece la recuperación del emplazamiento alterado.

**Erosión hídrica:** Se evita la erosión producida por este elemento erosivo gracias a las mejoras producidas por la aplicación de lodos tratados (mejoras en características de infiltración y retención de agua).

#### 5.8.- RESTAURACIÓN DE TALUDES DE CARRETERA

La utilización de lodos en taludes de carretera tiene por objeto minimizar el impacto de la construcción de

infraestructuras y ofrecer una solución a los fangos resultantes de la depuración de las aguas residuales urbanas, que también constituyen un problema para el medio ambiente por generarse en grandes volúmenes.

#### 5.9.- SUSTRATO DE CULTIVO PARA ORNAMENTALES

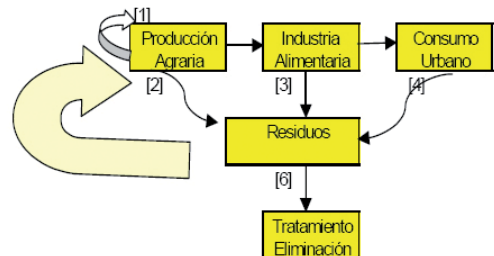
Además de la aplicación de los lodos de depuradora para uso agrícola, pueden ser utilizados para el crecimiento de especies de tipo ornamental. En la actualidad, la Comunidad Valenciana, pionera en la gestión de lodos, ofrece diferentes usos del lodo, como en este caso es el de sustrato para plantas ornamentales.

## 6.- APLICACIÓN DE LODOS EN AGRICULTURA

### 6.1.- INTRODUCCIÓN

Los lodos pueden presentar propiedades agronómicas útiles y por este motivo, resulta justificado fomentar su valorización en agricultura, debido a que el suelo por su capacidad depuradora puede ser un buen receptor de residuos orgánicos. El suelo es capaz de degradar algunos de sus componentes y reciclar elementos nutrientes a través de las plantas, dicha capacidad tiene un límite el cual una vez sobrepasado puede llegar a la degradación y contaminación del suelo, de las aguas superficiales y subterráneas y del cultivo o plantas que sustenta incorporando elementos contaminantes a la cadena trófica.

La aplicación de los lodos, en los terrenos agrícolas, debe llevarse a cabo en el marco de la legislación vigente con el objetivo de evitar efectos perjudiciales en los suelos, la vegetación, los animales y el ser humano.



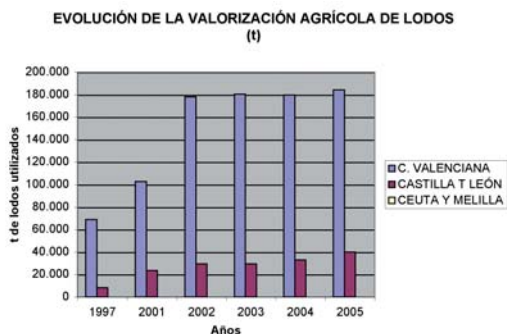
La figura trata de ilustrar la necesidad de integrar la agricultura y la sostenibilidad de los suelos, en el diseño de la

política de gestión de los bioresiduos en general, destinando, dentro de lo posible, esta materia orgánica a reciclaje, evitando que termine en vertederos o incineradoras.

En la siguiente tabla se muestra los objetivos que el Plan Nacional integrado de residuos (PNIR) 2008-2015 marca para el año 2010 en lo referente al destino de los lodos de depuradora.

Objetivos cuantitativos del Plan Nacional Integrado de Residuos (PINR) 2008-2015	% en 2010
Valorización en usos agrícolas	70
Reciclaje en usos no agrícolas	15
Depósito en vertedero	15
Correcta gestión ambiental de las cenizas de incineración	100 (de las cenizas generadas)

En el siguiente gráfico del PNIR 2008-2015, se puede observar la diferencia de la cantidad de lodos que destina Castilla y León a la agricultura (39.990 toneladas en el año 2005) con respecto a la Comunidad Valenciana que se encuentra a la cabeza (184.092 t en 2005) y Ceuta y Melilla que no destinan ninguna cantidad hacia este uso:



## 6.2.- LEGISLACIÓN APLICABLE PARA EL USO DE LODOS EN AGRICULTURA

La legislación aplicable a la utilización de lodos en la agricultura la marca la Directiva 86/278/CEE, del Consejo, relativa a la protección del medio ambiente y, en particular, de los suelos, en la utilización de lodos de depuradora en agricultura, y su trasposición al ámbito reglamentario español con el **Real Decreto 1310/1990, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario.**

En este Real Decreto se plantean una serie de obligaciones que se han de cumplir en toda aplicación directa del lodo al terreno:

- Solo podrán ser utilizados en la actividad agraria los lodos tratados por una vía biológica, química o térmica, mediante almacenamiento a largo plazo o por cualquier otro procedimiento apropiado, de manera que se reduzca de forma significativa su poder de fermentación y los inconvenientes sanitarios de su utilización.
- Cada partida de lodos tratados destinados a la actividad agraria deberá ir acompañada por una documentación expedida por el titular de la estación depuradora de aguas residuales, donde se detallará el proceso de tratamiento y la composición de la mercancía.
- Los usuarios de los lodos deberán cumplimentar al final de cada semestre la "Ficha de explotación agrícola de lodos tratados", además deberán estar en posesión de la documentación expedida por la depuradora.

### CONTROL DE LA CALIDAD DE LOS LODOS, PARA QUE SEA VIABLE SU APLICACIÓN AGRONÓMICA.

- Los lodos de depuración deberán analizarse, al menos cada seis meses, en la fase de producción, si los resultados de análisis no varían significativamente a lo largo de un periodo de un año, podrán analizarse cada doce meses.
- Los parámetros que como mínimo deben ser analizados son: materia seca, materia orgánica, pH, Nitrógeno, Fósforo, Cadmio, Cobre, Níquel, Plomo, Zinc, Mercurio y Cromo.

En la siguiente tabla se muestran los valores máximos aceptables de metales pesados en los lodos destinados a la agricultura.

**Valor límite de concentración de metales pesados en los lodos destinados a su utilización agraria (mg/kg de materia seca tal como la define el anexo I B del R.D 1310/1990)**

Parámetros	Valores límite: Suelos con pH < 7	Valores límite: Suelos con pH >7
Cadmio	20	40
Cobre	1000	1750
Níquel	300	400
Plomo	750	1200
Zinc	2500	4000
Mercurio	16	25
Cromo	1000	1500

**Métodos de muestreo y de análisis de lodos.**

Los lodos serán objeto de un muestreo tras su tratamiento, antes de la entrega al usuario y deberán ser representativos de los lodos producidos.

El análisis de los metales pesados se efectuará tras una descomposición mediante un ácido fuerte. El método de referencia de análisis será la espectrometría de absorción atómica.

**CONTROL DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS EN FINCAS RECEPTORAS DE LODO.**

En la siguiente tabla se muestran los valores máximos aceptables de metales pesados en suelos, para poder aplicarles lodos tratados.

**Valor límite de concentración de metales pesados en los suelos (mg/kg de materia seca de una muestra representativa de los suelos tal como la define el anexo II C del R.D 1310/1990)**

Parámetros	Valores límite: Suelos con pH < 7	Valores límite: Suelos con pH >7
Cadmio	1	3
Cobre	50	210
Níquel	30	112
Plomo	50	300
Zinc	150	450
Mercurio	1	1,5
Cromo	100	150

**Métodos de muestreo y de análisis de suelos.**

Las muestras representativas de suelos sometidos a análisis se constituirán normalmente mediante la mezcla de 25 muestras tomadas en una superficie inferior o igual a 5 hectáreas explotada de forma homogénea.

Las tomas se efectuarán a una profundidad de 25 centímetros, salvo si la profundidad del horizonte de laboreo es inferior a ese valor, pero sin que en ese caso la profundidad de la toma de muestras sea inferior a 10 centímetros.

**CONTROL DE LAS CANTIDADES DE LODOS APLICADAS EN CAMPO.**

En la siguiente tabla se muestran los valores límites para las cantidades anuales de metales pesados que se podrán introducir en suelos.

**Valores límite para las cantidades anuales de metales pesados que se podrán introducir en los suelos basándose en una media de diez años (kg/ha/año), tal como la define el anexo I C del Real Decreto 1310/1990**

Parámetros	Valores límite
Cadmio	0,15
Cobre	12,00
Níquel	3,00
Plomo	15,00
Zinc	30,00
Mercurio	0,10
Cromo	3,00

**PROHIBICIONES EN LA APLICACIÓN DE LODOS**

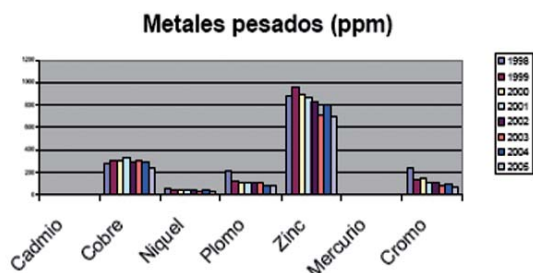
Esta prohibido:

- Aplicar lodos tratados en praderas, pastizales y demás aprovechamientos a utilizar en pastoreo directo por el ganado, con una antelación menor de tres semanas respecto a la fecha de comienzo del citado aprovechamiento directo.



- Aplicar lodos tratados en cultivos hortícolas o frutícolas durante su ciclo vegetativo, con la excepción de cultivos de árboles frutales, o en un plazo menor de diez meses antes de la recolección y durante la recolección misma, cuando se trate de cultivos hortícolas o frutícolas cuyos órganos o partes vegetativas a comercializar y consumir en fresco estén normalmente en contacto directo con el suelo.

En el siguiente gráfico del M.A.P.A se indican los valores medios de siete metales pesados en el periodo 1997-2005, observándose una clara tendencia a la disminución de su presencia en los lodos:



### 6.3.- CUALIDADES AGRONÓMICAS DE LOS LODOS DE DEPURADORA

- **Valorización de los residuos** que generan los núcleos de población **mediante reutilización en la agricultura**, aportando una solución a la eliminación de residuos sin la alteración relevante del equilibrio ecológico.
- Son capaces de cambiar la hidrología superficial de forma rápida y permanente, **crean** unas **condiciones** iniciales, sobretodo en los primeros meses después de la aplicación del lodo **favorables para el desarrollo de la vegetación** desde el punto de vista de la disponibilidad de agua y nutrientes, como consecuencia de la entrada inicial de materia prima degradable, rica en carbono y nitrógeno entre otros elementos, en la capa superficial del suelo.
- Proporciona una **protección al suelo**, mejorando la estabilidad inicial de los agregados lo que disminuye la cantidad de material disponible para ser erosionado por la escorrentía superficial.

- **Ejercen acción fertilizante**, favoreciendo el desarrollo de la vegetación.
- Producen en las tierras un efecto natural de liberación lenta del nitrógeno, es decir, **aumentar la eficiencia de los fertilizantes y disminuir la contaminación de las aguas subterráneas por nitratos**.
- Uno de los beneficios de la utilización de fangos en la agricultura es la reducción en el consumo de fertilizantes comerciales por parte del agricultor lo que contribuirá a los **beneficios económicos de la explotación**.
- La **reutilización en el terreno del fósforo** que contiene el lodo es un tema de gran importancia para el desarrollo de una agricultura sostenible, ya que las fuentes de fosfato mineral son recursos finitos.

### 6.4.- LA GESTIÓN DE LOS LODOS TRATADOS

La distribución de los lodos de depuradora a las parcelas agrícolas se lleva a cabo por empresas especializadas en la gestión de lodos, las cuales recogen el fango tratado de la E.D.A.R. y lo llevan a pie de finca ocupándose del esparcimiento, la empresa gestora o el propio agricultor según los casos.

La mayoría de las empresas gestoras de lodos, llevan a cabo las siguientes actividades:

- Caracterización analítica de fangos y suelo en cumplimiento de la normativa vigente.
- Localización de parcelas para recibir el fango y toma de contacto con el agricultor.
- Establecimiento de un banco de datos y actualización continua del mismo que abarque situación y disponibilidad potencial de los terrenos, dosis máxima permitida, acumulado anual y el restante libre, y los propietarios que han recibido fango y en qué fechas.
- Control de la dosificación de los lodos tratados al terreno: sobre la base de la concentración de metales pesados y nitrógeno del fango y del pH del suelo, no sobrepasando la cantidad permitida por la legislación vigente.
- Seguimiento en la aplicación y posterior proceso de acumulación de metales en el suelo.
- Apertura de nuevas parcelas y vías de gestión.
- Gestión del personal adscrito al servicio.
- Información a la Administración del proceso de gestión.
- Divulgación de las ventajas de reutilización de los fangos y colaboración en campañas de concienciación sobre los beneficios derivados de su uso.

## 6.5.- TRATAMIENTOS EMPLEADOS EN LOS LODOS DE USO AGRÍCOLA

Los tratamientos más aplicados para la valorización de los lodos en la agricultura son la deshidratación, el secado térmico y el compostaje.

Los lodos más comúnmente aplicados en agricultura son los deshidratados, estos son transportados a la finca mediante camión bañera. Existen empresas privadas dedicadas a su gestión, en Castilla y León, se encargan desde la recogida del lodo tratado en la depuradora hasta su aplicación en campo con maquinaria especializada en caso de que la explotación agrícola no posea el útil necesario (remolque estercolador ó cuba de purines).

En la siguiente tabla se resumen las características principales de los tipos de lodos tratados más empleados en agricultura, así como dosis orientativas de aplicación y temporadas óptimas de esparcimiento.

Una vez extendido sobre el terreno es conveniente la incorporación al mismo, mediante labor de cultivador u otro, en el mínimo plazo posible, con el objetivo de minimizar las pérdidas de materia orgánica, así como la lixiviación de nutrientes.



Lodos líquidos (parecidos al purín)

	LODOS DESHIDRATADOS	LODOS SECADOS	LODOS COMPOSTADOS
Características	Lodos tratados sometidos a un proceso de pérdida de agua por procedimiento físico-mecánicos o térmicos previo a su utilización en agricultura.	Lodos tratados, estabilizados sin olor.	Lodos tratados sometidos a un proceso de transformación biológica aerobia, con la finalidad de obtener un producto estable y no fitotóxico. El compostaje puede llevarse a cabo con adición de otros productos.
Humedad	70-90 %	< 70%	<40%
Materia seca (m.s)	100-300 kg m.s/t.	>300 kg m.s/t.	>600 kg m.s/t.
Dosis orientativas de aplicación dependiendo de la m.s. del lodo aplicado	Alrededor de 1 o 2 toneladas de materia seca por hectárea y año.		
Temporada óptima de esparcimiento	Fin de verano y otoño, después de las cosechas. Primavera, antes de primeras labores y de siembra.		



Lodos deshidratados



Lodos compostados

La incorporación definitiva se realizará con laboreo superficial, con grada de discos, cultivador,..etc. realizando varios pases pudiendo hacerlos coincidir con otras labores necesarias para el cultivo.

Teniendo en cuenta que los fangos generados por las depuradoras son mensuales y que su aplicación en agricultura se efectúa en periodos puntuales del año, la mejor manera de que el usuario disponga del lodo en el momento de su aplicación es teniéndolo acopiado con anterioridad en su explotación, hasta su esparcimiento en el terreno.

#### 6.6.- EL COMPOSTAJE DE LOS LODOS DE DEPURADORA

El compostaje de lodos de depuradora produce efectos similares a los compostajes realizados sobre otros materiales que contienen materia orgánica, es decir, el compostaje es un proceso biológico aerobio que bajo condiciones de aireación, humedad y temperaturas controladas y combinando fases mesófilas (temperatura y humedad medias) y termófilas (temperatura superior a 45°C), transforma los residuos orgánicos degradables en un producto estable e higienizado, aplicable como abono o sustrato.

Dentro del porcentaje de lodos destinados a agricultura, se observa una mayor previsión de empleo para los no compostados en relación a los compostados. Este hecho se deriva de que el proceso de compostaje incurre en unos costes que hacen que el producto sea viable en su aplicación, a los niveles de ingresos actuales de los agricultores, únicamente en cultivos de alto valor añadido. Están probadas las ventajas agronómicas de su aplicación directa para determinados cultivos, siempre que se realice bajo la supervisión de técnicos competentes en la materia. Estos cultivos incluyen cereales, oleaginosas, cultivos industriales, leñosos, pastizales, regeneración de zonas degradadas, etc.

Ventajas principales del compostaje de los biosólidos:

- Obtener un producto final seco, sin olor y con total garantía sanitaria.
- Reducir el volumen de residuo a manejar a una cuarta parte del inicial.
- Conseguir la regeneración y fertilización de suelos con efectos beneficiosos para suelos y plantas.
- Evitar focos permanentes de degradación ambiental tales como vertederos o incineradoras, utilizando una tecnología blanda, de bajo impacto ambiental.
- Los suelos degradados enmendados con compost de lodos dan lugar a la formación de nuevos macroagregados, formando una estructura con un reparto equilibrado de sus poros entre macro, meso y microporos, disminuyendo de esta manera las pérdidas de materia orgánica como consecuencia de la erosión hídrica.
- Realizar el tratamiento del lodo con una baja inversión y coste de mantenimiento, con un efecto global positivo sobre el ciclo económico.

#### 6.7.- LA P.A.C. LOS LODOS EN LA AGRICULTURA Y LA CONDICIONALIDAD.

La última reforma de la PAC, desarrollada en el Reglamento (CE) nº 1782/03 del Consejo, establece que todos los agricultores que reciban pagos directos de la PAC deberán cumplir, en la totalidad de su explotación, los requisitos legales de gestión que se incluye en el Anexo III del mencionado reglamento y con las buenas condiciones agrarias y medioambientales. Este conjunto de normas o requisitos que constituye la condicionalidad de las ayudas son por tanto de obligado cumplimiento para todos los agricultores.

En la siguiente tabla se muestran los principales puntos que componen la "condicionalidad" (Fuente:M.A.P.A.)

<b>CONDICIONALIDAD</b>				
<b>REQUISITOS LEGALES Y DE GESTIÓN</b>				<b>BUENAS CONDICIONES AGRARIAS Y MEDIOAMBIENTALES</b>
<b>MEDIO AMBIENTE</b>	<b>SANIDAD ANIMAL</b>	<b>SALUD PÚBLICA</b>	<b>BIENESTAR ANIMAL</b>	
Conservación de las aves silvestres.	Medidas de lucha para la fiebre aftosa.	Comercialización de fitosanitarios.	Protección de los terneros.	<b>Medidas de protección del suelo.</b>
<b>Protección de aguas subterráneas frente a la contaminación por sustancias peligrosas.</b>	Medidas de lucha para determinadas enfermedades y en concreto contra la enfermedad vesicular porcina.	Prohibición de sustancias de efecto hormonal y tiroestático en la cría de ganado.	Protección de los cerdos.	<b>Medidas para mantener el nivel de materia orgánica del suelo. Medidas para mantener la estructura del suelo.</b>
<b>Protección del suelo en relación a los lodos de depuradora.</b>	Medidas de lucha y erradicación de la fiebre catarral ovina. Identificación y registro de animales.	Seguridad alimentaria.	Protección de animales en las explotaciones ganaderas.	<b>Medidas para garantizar un nivel mínimo de mantenimiento de las tierras agrarias y evitar el deterioro de los hábitats.</b>
<b>Protección de aguas frente a la contaminación por nitratos.</b>	Prevención control y erradicación de encefalopatías espongiiformes.			
Conservación de hábitats naturales, fauna y flora silvestre.				

Como se muestra en la tabla la aplicación de lodos al igual que la del cualquier otro fertilizante tiene que respetar los aspectos marcados por la “Condicionabilidad”. Destacar que estas prácticas se pueden ver afectadas por el Real Decreto 261/1996, transposición de la Directiva 91/676/CEE, que limita la aplicación de fertilizantes a un máximo de 170 kg. nitrógeno por hectárea y año, cuando la parcela se encuentra en una zona declarada de acuíferos vulnerables por nitratos procedentes de fuentes agrarias.

Al objeto de limitar la contaminación de las aguas por nitratos, a continuación se detallan las épocas no aconsejables para la fertilización con lodos de depuradora, cuyo contenido de nitrógeno es extremadamente variable, teniendo como media del 3 al 5 % sobre la sustancia seca, estando disponible desde el primer año, en diferentes cultivos, atendiendo a su estado fenológico. (Fuente: Código de Buenas Prácticas Agrarias de Castilla y León)

**PERIODOS EN LOS QUE LA APLICACIÓN DE LODOS DE DEPURADORA NO ES RECOMENDABLE**

CEREALES OTOÑO INVIERNO	Desde la siembra al comienzo del ahijado
CEREALES DE PRIMAVERA	Desde la siembra hasta la preparación del suelo para el siguiente cultivo
CULTIVOS INDUSTRIALES	Desde la siembra hasta la preparación del suelo para el siguiente cultivo
HORTALIZAS	Desde quince días antes de la siembra hasta después de la cosecha
PLANTACIONES LEÑOSAS Y ESPECIES FORESTALES	Durante la parada vegetativa hasta quince días antes de la parada invernal
PRADERAS DE MÁS DE SEIS MESES NO PASTADAS	Durante la parada vegetativa hasta un mes antes de la salida invernal.

En el cuadro siguiente se precisa en qué condiciones son posibles las distribuciones de lodos tratados en suelos helados, inundados, encharcados o nevados, teniendo además en cuenta que la naturaleza y la pendiente del suelo deberán tenerse en consideración. (Fuente: Código

**APLICACIÓN DE LODOS**

**SUELO HELADO SUPERFICIALMENTE . . . . .**Posible

**SUELO COMPLETAMENTE HELADO .**En casos límite

**SUELO NEVADO . . . . .**En casos límite

**SUELO INUNDADO O EMPAPADO .**No aconsejable

de Buenas Prácticas Agrarias de Castilla y León)  
A continuación se resumen los principales puntos a tener en cuenta en la aplicación de lodos de depuradora para cumplir con los requisitos de la “condicionalidad”:

- Conocer las características del suelo de su explotación para saber si es o no susceptible de recibir lodos, (generalmente las empresas gestoras se encargan de conocer las características edáficas de la zona receptora del lodo).
- Emplear exclusivamente lodos tratados (todos los lodos que las depuradoras proporcionan para su destino en agricultura están tratados).
- Respetar las cantidades máximas anuales de lodos que se pueden aplicar al suelo en función de las características de éste y del lodo (de acuerdo con los parámetros indicados en RD 1310/1990).
- Respetar los periodos y los cultivos en los que se prohíbe la aplicación de lodos tratados así como las restricciones impuestas en algunos de ellos (RD 1310/1990).
- Facilitar a las autoridades de la Comunidad Autónoma en caso de que lo solicite la documentación que el titular de la estación depuradora de donde procede el lodo expedirá, en la que quedará claramente establecido cuál ha sido el tratamiento de la mercancía y su composición indicando al menos cantidades presentes de materia seca, materia orgánica, pH, nitrógeno, fósforo y de metales pesados citadas anteriormente, está documentación se la proporcionará al agricultor la E.D.A.R., ya sea directamente o por medio de la empresa gestora de los lodos de la depuradora.

## 6.8.- COMPARATIVA DE PRECIOS CON OTROS FERTILIZANTES

Para tener una orientación de precios de fertilizantes se hará referencia a los costes medios de fertilizantes en un cultivo de cereal, cultivo usual en la provincia de Zamora.

En el gráfico siguiente se muestra el ascenso de los precios del abono mineral más comúnmente utilizado en cereal en los últimos cuatro años.



La dosis media de abono mineral aplicado en un cultivo de cereal es:

- Complejo 8-15-15: 350 kg/ha.
- Nitrato Amónico Cálxico (NAC) 27 %: 100kg/ha.

En la siguiente tabla se muestra el encarecimiento de la aplicación de abono mineral por hectárea, alrededor de un 90% en el periodo 2005-2008.

**EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS DEL ABONADO MINERAL (€/ha)**

	Complejo 8-15-15	NAC 27 %	Coste total de la aplicación mineral (€)
Año 2005	61	18	79
Año 2006	63	19	82
Año 2007	69,5	19,5	89
Año 2008	126	24	150

A nivel particular de Castilla y León, actualmente, las depuradoras pagan una cantidad por tonelada de fango retirado a las empresas gestoras de residuos y está normalmente se lo proporcionan al agricultor de manera gratuita, con lo que es obvio la disminución de costes en los cultivos a los que aplican lodos tratados, más aún si se tiene en cuenta el encarecimiento en los últimos años del mineral.

Dado que el nivel de materia orgánica de los suelos de la provincia de Zamora es bajo, resulta positivo el incremento de esta m.o. que produce el abonado con lodos, ya que normalmente, en cultivos de cereal no se esta incorporando fertilización orgánica.

Es de esperar que el precio de los abonos químicos aumente en los próximos años de la misma manera que aumenta la cantidad de lodos generados por el hombre y tratados en plantas depuradoras. Este "residuo" tratado podría ser una respuesta a la problemática no sólo económica del agricultor, sino también medioambiental que sufre el suelo al ver éste cada año menguado su contenido en nutrientes y materia orgánica por la extracción de los cultivos.

## 7.- TRATAMIENTOS

Las estaciones de depuración de aguas residuales urbanas, así como las fosas sépticas generan un residuo sólido (fangos), de composición variable y compuesto fundamentalmente por materia orgánica, y de forma residual por concentraciones traza de metales pesados. Estos lodos/fangos han de ser tratados antes de ser utilizados para otros fines como la agricultura, ya que su uso sin un tratamiento previo está totalmente prohibido (RD. 1310/1990, referente a la utilización de lodos para la agricultura).

Para llevar a cabo la estabilización de los fangos procedentes de estos dos procesos se llevan a cabo las siguientes operaciones reflejadas en la parte inferior del

### CROQUIS E.D.A.R.

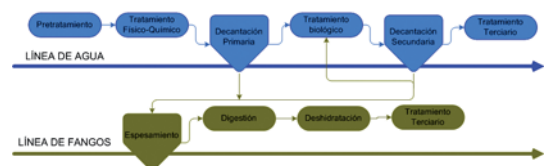


gráfico. Además de los procesos que aparecen dentro de la línea de fangos, se pueden añadir/quitar proceso, en función del destino final y de las características del fango a tratar

### 7.1.- ESTABILIZACIÓN

El proceso de estabilización se define como la eliminación de forma sustancial de organismos patógenos, así como la minimización de los olores producidos para reducir el riesgo asociado a la salud pública y nuestro entorno.

En función del tipo de proceso que se utilice, podemos clasificar los procesos de estabilización en: procesos químicos y procesos biológicos.

PROCESOS QUÍMICOS	OXIDACIÓN CON CLORO
	ESTABILIZACIÓN CON CAL
PROCESOS BIOLÓGICOS	DIGESTIÓN AEROBIA
	DIGESTIÓN ANAEROBIA

A continuación se describen con detalle los citados procesos:

#### Procesos químicos

fundamentan en la adicción de algún compuesto químico que produzca el efecto deseado en esta fase del tratamiento.

#### Oxidación con cloro

Es la oxidación química del fango mediante la aplicación de una dosis elevada de cloro. Se realizan en reactores cerrados y necesita un periodo de retención breve.

#### Estabilización con cal

Se añade cal al fango en dosis tales para mantener el pH alto (próximo a 12) durante el tiempo suficiente como para asegurar la eliminación o reducción de organismos patógenos presentes en los fangos. Se utilizan mezcladores abiertos para combinar la cal con los lodos, lo que produce problemas de olores por la volatilización del amoníaco producido.

#### Procesos biológicos

Se fundamentan en imitar a los procesos naturales de degradación de la materia orgánica, optimizando de la forma más eficiente posible las variables que condicionan este tipo de procesos. Podemos diferenciar, en función

del tipo del metabolismo del organismo degradante de la materia orgánica en digestiones aerobias y anaerobias:

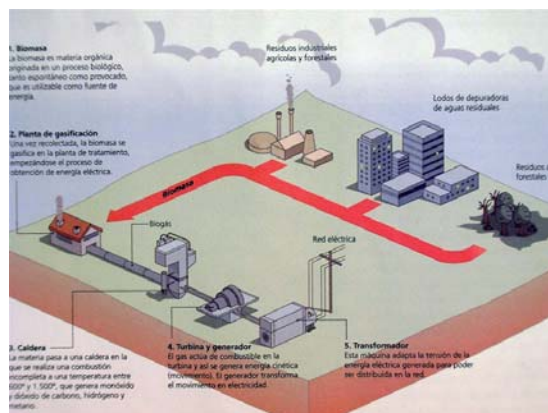
#### Digestión aerobia

Consiste en la degradación biológica de la materia orgánica presente en el agua residual gracias a la actividad microbológica en condiciones aerobias. La estabilización aerobia se puede realizar simultáneamente en plantas de lodos activos donde los lodos, tanto primarios como secundarios, son continuamente aireados durante largos periodos de tiempo. En la digestión aerobia los microorganismos están en fase respiratoria siendo oxidados los materiales contenidos en las células, obteniendo como resultado una reducción de la materia orgánica degradada biológicamente. De esta manera, la estabilización aerobia del exceso de lodo genera un consumo de energía.

#### Anaerobia

La digestión del lodo se lleva a cabo por los organismos anaeróbicos en ausencia de oxígeno libre. Las reacciones que se producen en esta degradación liberan energía además de liberar al medio metano (CH<sub>4</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O). Los procesos de estabilización anaeróbica trabajan a temperaturas normales (< 40°C) o dentro de un rango de bacteria termófilas, donde se puede alcanzar 50-65°C, debido a la generación del calor de los procesos bioquímicos.

**La producción de metano en este tipo de procesos anaerobios ofrece una ventaja adicional respecto a otro tipo de procesos, ya que este producto final generado (CH<sub>4</sub>) puede ser utilizado para procesos de producción de calor y/o energía.**



Este tipo de digestión transcurre en las fases que se describen a continuación:

- 1. Fase de hidrólisis:** En esta etapa se rompen los enlaces de las grandes moléculas gracias a las enzimas que excretan las bacterias hidrolíticas.
- 2. Fase Ácida:** En esta fase actúan bacterias facultativas que transforman los compuestos orgánicos presentes en el fango en ácidos orgánicos de bajo peso molecular, esto produce al finalizar esta etapa que el pH descienda.
- 3. Fase Acetogénica:** Esta fase la realizan las bacterias acetogénicas, las cuales liberan al medio acetatos y CO<sub>2</sub>.
- 4. Fase Metanogénica:** Etapa realizada gracias a las bacterias metanogénicas, las cuales forman metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Estas bacterias tienen un crecimiento lento provocando que su metabolismo sea limitante en el proceso del tratamiento de los fangos mediante digestión anaerobia.

En este proceso hay que tener en cuenta una serie de factores tales como el pH, la temperatura (10-60°C), la agitación y calentamiento, la alimentación de fango y el tiempo de retención del mismo (el tiempo de retención en España para la digestión primaria, se recomienda que sea igual o superior a 15 días, mientras que para el digestor secundario debe ser igual o mayor a 5 días).



## 7.2.- ESPESAMIENTO

El espesamiento es un proceso cuya finalidad última es la disminución del volumen ocupado por el fango para minimizar los posibles efectos negativos del mismo, como puede ser el gasto en transporte tras su tratamiento.

Mediante el espesamiento de los lodos se consigue una reducción del volumen de aproximadamente un 30 – 80 % antes de cualquier otro tratamiento. En plantas de tratamiento de menor tamaño, con alimentación regular de lodo, el espesamiento tiene lugar, generalmente, directamente en el tanque de almacenamiento de los lodos. El lodo es comprimido en la base del tanque mediante gravedad, mientras en la parte superior se produce una capa de agua que se extrae y recircula nuevamente.

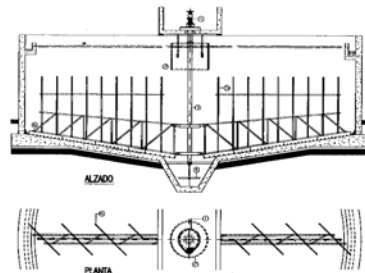
En las plantas de tratamiento de mayor tamaño, existen tanques especiales de espesamiento de lodos. Estos tanques están equipados con rodillos de rotación vertical, que crea micro canales en el lodo para un mejor escurrido.

Existen diferentes sistemas para conseguir esta disminución de volumen, nos vamos a centrar en los dos más utilizados:

- 1. ESPESADORES POR GRAVEDAD**
- 2. ESPESADORES POR FLOTACIÓN**

### Espesadores por gravedad

Con este tipo de espesador conseguimos separar la fase sólida de la líquida. El funcionamiento es similar al de los decantadores.



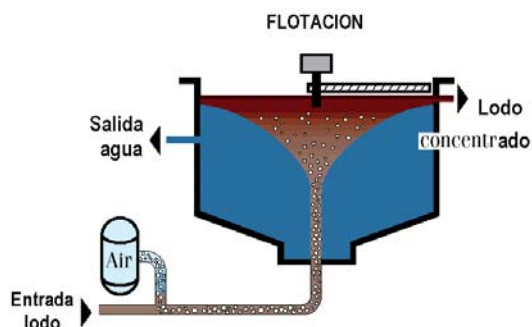
Este tipo de espesadores suelen constar de una cubeta, por lo general cilíndrica con fondo cónico. Como se puede apreciar en la figura superior, este sistema también consta de un puente móvil donde se sitúan dos brazos con sendas rasquetas, movidos por un motor que acciona el eje vertical central. La función de estas rasquetas es la de concentrar los sólidos y conducirlos a la parte central del fondo cónico, y proceder a su evacuación.

El agua entra por la parte central del aparato mediante una campana tranquilizadora, la cual reparte el agua de

manera uniforme. Las partículas en suspensión decantan de forma individual o formando flóculos. Este tipo de espesadores suelen estar tapados para evitar olores. El sobrenadante de salida del espesador irá a la cabecera de la planta de tratamiento.

### Espesadores por flotación

En este espesador también se separa la fase sólida de la líquida, pero a diferencia del método anterior, en los espesadores por flotación los sólidos se concentran en la parte superior. Los fangos en este caso ascienden a una velocidad superior a la de sedimentación. Esto se consi-



que mediante la introducción de aire. Estas pequeñas burbujas de aire arrastran a las partículas sólidas hacia arriba. Los sólidos acumulados en la superficie del espesador son retirados mediante procesos mecánicos.

Existen una serie de criterios y recomendaciones en España para el diseño de estos espesadores en función de:

- La carga hidráulica
- El tipo de fango (mixto o activo)
- Carga de sólidos
- Tiempo de retención

Este tipo de tratamiento se suele aplicar para los lodos biológicos, mientras que para los lodos primarios no se suele usar.

En este tratamiento hay que tener en cuenta la relación existente entre el aire aportado y los sólidos que tiene el fango. Por lo general esta relación suele estar entre 0,005 y 0,06 Kg. de aire/Kg. de fango.

### 7.3.- DESHIDRATACIÓN Y SECADO DE LOS LODOS

Una mayor reducción de los lodos es necesaria antes del espesamiento de los mismos. El líquido de los lodos tiene que drenarse consiguiendo un lodo seco y poroso. La deshidratación puede producirse de manera natural (mediante camas secas, secado solar) durante un largo periodo de tiempo. Mas rápidamente, aunque en mas pequeñas cantidades (y también mas costoso) son las maquinas de proceso como las prensas (filtros de prensa) y centrifugación.

Para una buena deshidratación, el tamaño y firmeza de los aglomerados del lodo son un factor importante, de manera que el lodo permanezca poroso durante la compresión.

La deshidratación disminuye el contenido de agua de los fangos disminuyendo así el volumen de los lodos facilitando el transporte y manejo de los mismos. El destino de los fangos determinará el grado de deshidratación y el método utilizado para este fin.

Con la deshidratación se consigue:

- Disminuir los costes de transporte de los lodos al disminuir el volumen del fango.
- Mejorar la manejabilidad de los lodos.
- Aumentar el poder calorífico al disminuir la humedad.
- La deshidratación es necesaria si el fango se destina a compostaje.
- Evitar los olores que puedan derivarse de los lodos se realiza la deshidratación.
- Evitar la formación de lixiviados, siendo la deshidratación necesaria si el lodo va a ser evacuado a vertedero.

Mediante el secado de los lodos se consigue reducir el peso de los lodos. El secado se crea mediante la evaporación del agua contenida en los lodos.

El secado de los lodos es producido generalmente mediante procedimientos basados en contacto, convección o radiación. No es necesario el suministro de grandes cantidades de aire porque el calor suministrado por contacto entre el producto que se descarga y las paredes calientes es suficiente. Solo se requiere una cantidad de

flujo de gas mínima para la evacuación del vapor. Esto tiene como ventaja que el gasto de aire de salida es bajo.

- Secado por convención y contacto, se consigue mediante el tratamiento de los lodos con aire caliente (secado térmico directo e indirecto). El aire ambiental se calienta mediante un calentador o intercambiador de calor-vapor y este aire entra en contacto con el lodo en un tambor o cinturón de secado.
- El secado por radiación significa que el calor se suministra mediante radiación del lodo. Por ejemplo radiación solar (eras de secado).

Para el secado de los lodos, podemos diferenciar una serie de procedimientos aplicados en la actualidad para disminuir el contenido en agua de los lodos, como son:

- 1. ERAS DE SECADO**
- 2. FILTRO BANDA**
- 3. FILTRO PRENSA**
- 4. CENTRIFUGADORA**
- 5. SECADO TÉRMICO**

#### ■ Eras de secado

Las eras de secado son capas de materiales drenantes dispuestas de forma vertical en un receptáculo. El fango se hace pasar sobre capas de grava o arena produciéndose el filtrado y la deshidratación de los lodos por evaporación. Esta evaporación dependerá de las condiciones climáticas de la zona, los días de exposi-



ción de los lodos y las características del lodo.

El material drenante suele estar formado por capas de 10 cm. de arenas sobre una capa de grava de 10-20 cm., colocando una red de tuberías en la parte inferior para recoger el agua que volverá a ser tratada en la E.D.A.R. La capa de arena debe reponerse cada cierto tiempo ya que se pierden arenas en el proceso de filtrado y recogida de los lodos.

Este método se utiliza para poblaciones de 20.000 habitantes o inferiores. El inconveniente que presenta este proceso es la gran superficie de terreno que se requiere.

#### ■ Filtro banda

Es un sistema de alimentación continua de fango, donde se realiza también un acondicionamiento químico, generalmente con polielectrolitos.

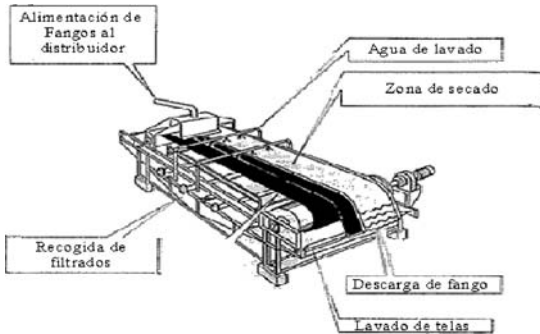
En los filtros banda primero se produce un drenaje por



gravedad y después se hace pasar al fango por una aplicación mecánica de presión para que se produzca la deshidratación, gracias a la acción de unas telas porosas.

Es un método barato, ya que no necesita una gran inversión inicial, los costes de mantenimiento y explotación son bajos y la instalación representa un bajo consumo energético.

#### ■ Filtro prensa



Los filtros prensa constan de una serie de placas rectangulares verticales dispuestas una detrás de otra sobre un bastidor. Sobre las caras de estas placas se colocan telas filtrantes, generalmente de tejidos sintéticos. El espacio que queda entre dos placas, en su



parte central hueca, es el espesor que adquirirá la torta resultante. Este espesor puede oscilar entre 15-30 mm.

La superficie de los filtros prensa puede ser de hasta 400 m<sup>2</sup>, y la superficie de las placas de 2 m<sup>2</sup>. Y suelen estar formados por más de 100 placas.

La duración del proceso de filtrado es de aproximadamente 25 horas, dependiendo de la duración de las diferentes etapas que pasamos a enumerar a continuación:

- Llenado
- Filtrado
- Descarga
- Limpieza

Con este proceso se consigue una estanqueidad del 35-45%, según las características del lodo a tratar.

Se utiliza en depuradoras de más de 100.000 habitantes y se necesita personal especializado y cualificado para su mantenimiento y explotación.

#### ■ Centrifugadora

La centrifugadora es un tambor cilindro-cónico de eje horizontal que se fundamenta en la fuerza centrífuga para la separación de la fase sólida del agua.

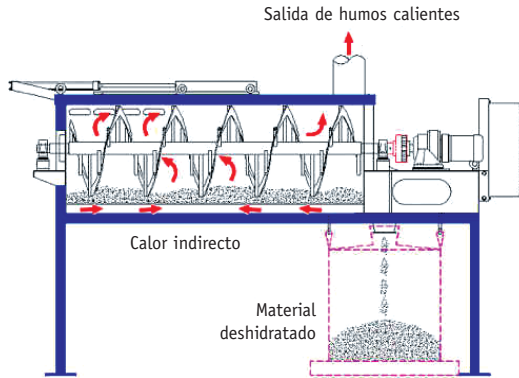
Hay dos tipos de centrifugación en la deshidratación de los lodos. Una de ellas es la centrifugación contra corriente, donde los sólidos y el líquido circulan en sentido contrario dentro del cilindro. El otro tipo de centrifugación es la equicorriente donde la fracción sólida y la líquida discurren en el mismo sentido.



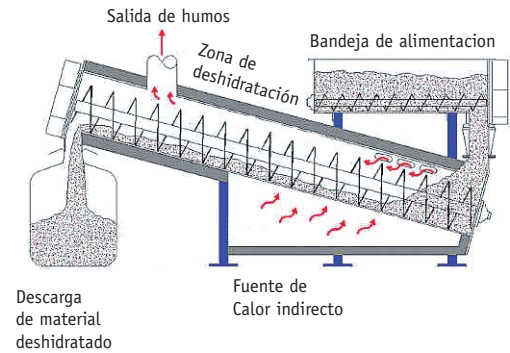
#### ■ Secado térmico

Con este sistema se consigue extraer el agua embebida de los fangos gracias a la evaporación de la misma. El secado térmico puede ser por secado directo o indirecto.

En el primer caso se utilizan gases calientes que se ponen en contacto con el fango a deshidratar, obteniéndose una sequedad de hasta un 90%.



En el secado térmico indirecto el medio calefactor es una pared secadora, similar a un intercambiador de calor, obteniéndose sequedades menores que por el método anterior, de un 60-70%.







Excma. Diputación Provincial de Zamora.  
Plaza Viriato s/n. CP: 49071 Zamora.  
[www.lagotadezamora.es](http://www.lagotadezamora.es)

Folleto editado por   
[gestiondelodos@ingenieriagoa.es](mailto:gestiondelodos@ingenieriagoa.es)

## Gestión y Tratamiento de Residuos en la Provincia de Zamora.



El presente proyecto, cofinanciado por la Unión Europea, contribuye a reducir las disparidades sociales y económicas entre los ciudadanos de la Unión

  
**Zamora**  
**ABÓNATE AL LODO**