

**APLICACION EN TERRENOS  
AGRICOLAS DE LODOS  
ESTABILIZADOS CON CAL**

## **APLICACION EN TERRENOS (AGRICOLAS) DE LODO ESTABILIZADO CON CAL**

La reutilización benéfica de estos lodos (bio-sólidos) es alentada por la EPA en los USA. La materia orgánica es un recurso valioso y si se estabiliza adecuadamente para controlar patógenos, bacterias y parásitos puede emplearse en programas agrícolas de fertilización. La cal se viene utilizando más y más para estabilización de lodos y su reutilización agrícola.

En USA existen regulaciones federales para disposición de estos lodos en :

40 CFR 257. Criteria for classification of solid waste.

40 CFR 761 Solid waste land fill.

Para proteger la salud pública los lodos de tratamiento o los bombeados de fosas sépticas que son aplicados a la tierra o incorporados al terreno deben de tratados por un Proceso para Significativamente Reducir Patógenos (PSRP) antes de su aplicación o incorporación. Estos procesos son :

**Digestión aeróbica.-** Se trata de agitar el lodo con aire u oxígeno para mantener condiciones aeróbicas en un tiempo de residencia que vá de 60 días a 15°C a 40 días a 20°C con una reducción en sólidos volátiles de por lo menos 38 %.

**Secado por aire.-** El lodo liquido es drenado o secado en filtros de arena con drenado inferior o en cisternas pavimentadas o no con una altura de liquido máximo de 9 pulgadas. Se necesita un mínimo de 2 a 3 meses, dependiendo de las temperaturas promedio diarias.

**Digestión anaeróbica.-** Es un proceso que se lleva a cabo en ausencia de aire y tiempos de residencia que van de 15 a 60 días dependiendo de las temperaturas.

**Composteo.-** Empleando diversos métodos de composteo el desecho sólido se mantiene a una condición mínima operativa de 40°C por 5 días. En este período debe de haber 4 horas en que la temperatura exceda los 55°C.

**Estabilización con cal.-** Se añade suficiente cal para producir un pH de 12 después de 2 horas de contacto

Otros métodos son aceptables si los patógenos y el vector-atracción del residuo (sólidos volátiles) se reducen en una extensión equivalente a la reducción que se alcanza con cualquiera de los métodos antes listados.

El éxito de un PSRP puede determinarse midiendo la reducción en el número de organismos presentes. Una reducción de 90-99 % en coliformes fecales se puede emplear para demostrar que un proceso alcanza una reducción de patógenos equivalente.

También para proteger la salud pública, el acceso al público en el lugar donde se haya aplicado el lodo debe de controlarse por lo menos durante 12 meses y el pastoreo de animales cuyos productos son consumidos por humanos deben de prevenirse por lo menos durante un mes a menos que se utilice un proceso para reducir patógenos más allá o ulteriormente (PFRP) (Processes to further reduce pathogens).

La estabilización de lodos con cal cumple con estos requerimientos por lo que se le considera tanto como PSRP como PFRP.

Otros métodos son en esencia :

Composteo.-Utilizando alguno de los métodos conocidos de composteo se debe de mantener una temperatura de 55°C o mayor durante períodos que van de 3 a 15 días dándole además movimiento a la pila.

Secado por calor.- La torta de filtro de lodos se seca por contacto directo o indirecto con gases calientes y el contenido de humedad se reduce a 10 % o menos. Las partículas del lodo alcanzan temperaturas de 80°C o más.

Digestión aeróbica termofílica.- El lodo líquido es agitado con aire u oxígeno para mantener condiciones aeróbicas durante 10 días a 55-60°C con una reducción en volátiles de por lo menos 38 %

Otros métodos.- Son aceptables si logran una reducción equivalente a la obtenida por alguno de los métodos ya mencionados.

Adicionalmente los procesos que se listan a continuación si son aplicados después de un PSRP se consideran PFRP:

Radiación con rayos Beta.- El lodo es radiado con rayos beta de un acelerador en dosificaciones de por lo menos 1.0 megarad a 20°C.

Radiación con rayos Gamma.- El lodo es radiado con rayos gamma de algunos isótopos en dosificaciones de por lo menos 1.0 megarad a 20°C.

Pasteurización.- El lodo se mantiene por lo menos 30 minutos a una temperatura mínima de 70°C.

Cosechas de cadenas alimenticias.- Estas son el tabaco, cosechas de productos para consumo humano y alimentos para animales cuyos productos son consumidos por humanos. En este caso la aplicación de lodos está sujeta a requerimientos adicionales impuestos por las buenas prácticas y regulaciones estatales. Por ejemplo para prevenir la contaminación del suelo por nitratos la practica usual es aplicar lodo con una dosificación que apenas satisfaga los requerimientos de nitrógeno de la cosecha de que se trate, en forma similar otros estados lo aplican refiriéndose al fósforo.

Las regulaciones federales clave que afectan en los USA a la aplicación de lodos a los terrenos se enfocan en reducción de patógenos, limitaciones de cadmio y contenido de PCB.

**ANALISIS BACTERIAL DE LODOS TRATADOS CON CAL POR 0.5 HORAS  
POR 100 ml**

MUESTRAS	pH	COLIFORME FECAL	ESTREPTOCOCO FECAL	ESPECIES SALMONELA	SEUDOMONAS AEROGINOSAS
CONTROL A	5.9	$6.15 \times 10^7$	$1.50 \times 10^7$	4400	44000
	5.0	$7.00 \times 10^7$	$1.55 \times 10^7$	4800	108000
TRATADA CON CAL	12.2	1,000	100	0	0
	12.2	1,000	70	0	0
CONTROL B	6.2	$9.25 \times 10^7$	$2.24 \times 10^7$	10800	56000
	6.2	$6.35 \times 10^7$	$1.60 \times 10^7$	7000	56000
TRATADA CON CAL	12.2	1,000	100	0	0
	12.2	500	170	0	0

**Estabilización de lodos residuales municipales con cal.-**

Con cal se alcanzan los requerimientos de un método PSRP. Se añade una cantidad suficiente de cal química al lodo de manera que toda la masa alcance un pH > 12. Se requiere que este pH se mantenga por un período de 2 hrs. Este proceso de estabilización puede incorporarse en el paso de acondicionamiento/desagüado y ayuda a controlar los olores en la planta. Este pH elevado también fija químicamente los metales pesados en forma de hidróxidos insolubles.

Si se desea un tratamiento a más alto nivel (PFRP) también se puede emplear cal. Se añaden cantidades suficientes de cal viva a los bio-sólidos empleándose el agua de la torta de filtro para hidratar esta cal viva. El pH resultante satisface los requerimientos de estabilización, elimina los olores ofensivos y el calor generado por la reacción exotérmica de la cal viva en el agua pasteuriza el lodo (70°C por 30 minutos).

Para alcanzar este nivel de tratamiento en toda la masa económicamente se requiere mezclado y almacenamiento en un contenedor con aislamiento para hacer más efectivo el uso del calor generado empleando la menor cantidad de cal.

Para esta aplicación el lodo tratado con cal ofrece ventajas significativas sobre otros tipos de lodos. En muchos lugares los suelos tienden a ser de naturaleza acídica. Como una medida precautoria para prevenir la toma de trazas de metales de los lodos, las regulaciones requieren que el pH del suelo sea ajustado a 6.5 o más cuando se aplique el lodo. Al suministrarse cal a través de la adición de lodo estabilizado con cal se incrementa el pH del suelo cumpliéndose el requerimiento y no siendo necesaria la aplicación de cal por separado.

Este valor de caleo es un beneficio adicional para el agricultor con el empleo de lodos estabilizados con cal. Una de las más comunes recomendaciones para mejorar rendimientos de cosechas en áreas con bajo pH es el aplicar cal.

El aplicar lodos estabilizados con cal suministra la cal necesaria junto con dos de los nutrientes mayores (nitrógeno y fósforo). También se suministran micronutrientes y materia orgánica. Esta última actúa como acondicionador de suelo para mejorar sus propiedades físicas y su capacidad de retención de agua. La tabla muestra el valor estimado en USA de una aplicación típica agronómica de lodo estabilizado con CaO:

#### VALOR NUTRIENTE TOTAL DE LODO ESTABILIZADO CON CAL

Nutriente	Prec./unidad	Cant Lb/Ton seca	Ahorro \$/Acre (8 tons seca/Acre)
N (nitrogeno)	0.29	20	46.60
P2O5(fosfato)	0.28	30	67.20
K2O(potasa)	0.16	4	5.12
CaCO3 (cal)	27.00	300	32.40
Total			\$ 151.12

Fuente : Process Design Manual for Sludge Treatment and Disposal.- EPA.

Aproximadamente entre el 30 y el 35 % de los lodos municipales tratados en USA se emplean en la tierra para propósitos productivos, no existen datos para México.

### **Consideraciones generales para la aplicación de lodos en las tierras.-**

Primeramente es necesario establecer un plan maestro que contemple la posibilidad de tener el apoyo de las comunidades y de los gobiernos municipales así como una estimación aproximada de las áreas disponibles en un radio de unos 50 km., junto con las características topográficas, de suelo, uso del mismo, geología y distancias reales de las plantas de tratamiento. Estas caracterizaciones se hacen primeramente en forma muy general como pueden ser mapas topográficos y después se van afinando para llegar a la determinación de los lugares en donde pueden ser mejor aprovechados los lodos.

El diseño del proceso variará de acuerdo a las cosechas específicas a cultivarse y su demanda de nitrógeno a menos de que exista alguna legislación que limite estas cantidades como por ejemplo cargas acumulativas de cadmio, plomo, zinc, cobre, níquel, etc.

Asimismo los mismos criterios de demanda de nitrógeno específica regirán para tierras boscosas o para tierras muy empobrecidas que se requiera rehabilitar.

En plantas de tratamiento nuevas, se pueden diseñar las operaciones que se van a efectuar durante el tratamiento de lodos tales como espesamiento, filtración, secado, etc. de acuerdo con la aplicación final prevista para esos lodos mientras que en las plantas ya existentes en donde no sea económico el introducir modificaciones al equipo se tendrá que efectuar la distribución de acuerdo a la forma a que se tengan estos lodos.

Así debemos de considerar que el lodo en suspensión líquida (sin filtrar) puede ser esparcido con un carro tanque o mediante aspersores, o inyectado al suelo o aplicado en los surcos; mientras que el lodo filtrado o sea en torta se puede usualmente aplicar con los mismos equipos convencionales que otros fertilizantes y abonos esparciéndolo con tractores, cargadores frontales, etc y arando después la tierra.

Generalmente es más ventajoso el utilizar el lodo ya filtrado (en torta) puesto que, al no tener una gran cantidad de agua, puede ser aplicado en proporciones mayores y como ya apuntamos no requiere de equipo especial para su incorporación al terreno.

Los lodos deben de aplicarse de manera que el terreno se seque suficientemente entre aplicaciones para permitir la operación de los vehículos de distribución.

La tendencia mundial es la de utilizar los lodos tratados en lugar de recurrir a otros métodos de disposición y esto aunado a que la creciente exigencia para mejorar el tratamiento de aguas residuales municipales esta llevando a las plantas de aguas negras a tomar mayores medidas que producen un mayor volumen de lodos hace que el uso en la agricultura de estos lodos estabilizados sea cada vez mayor, en una comparación efectuada en USA para los años 1983-1987, tenemos:

DISPOSICION FINAL		
USOS	1983	1987
AGRICOLA	21	41
PARQUES	17	10
VACIADEROS	56	48
INCINERACION	2	0.3
OTROS	5	0.4