

POLICY BRIEFS CRHIAM

Una gestión más sustentable de los lodos sanitarios

requiere considerar las condiciones locales e implementar mejores prácticas de manejo



Patricio Neumann y Gladys Vidal

UNA GESTIÓN MÁS SUSTENTABLE DE LOS LODOS SANITARIOS REQUIERE CONSIDERAR LAS CONDICIONES LOCALES E IMPLEMENTAR MEJORES PRÁCTICAS DE MANEJO

Por Patricio Neumann, investigador adjunto CRHIAM, y Gladys Vidal, directora CRHIAM.

Este documento se basa en la publicación: Relevance of sludge management practices and substance modeling in LCA for decision-making: A case study in Chile, publicada en la revista Journal of Environmental Management, 124 (5), y cuyos autores son Patricio Neumann, Cristian Riquelme, Javier Cartes, Mathias Kuschel-Otárola, Almudena Hospido, y Gladys Vidal.

Versión impresa ISSN 2735-7929 Versión en línea ISSN 2735-7910

POLICY

- Se identifica que los impactos ambientales asociados a la gestión de lodos sanitarios son altamente dependientes de las prácticas de manejo implementadas.
- Algunas de estas prácticas incluyen las condiciones operacionales en las que se realiza la estabilización del lodo, la tasa de aplicación que se utiliza al disponer el lodo en el suelo, y el tipo de cultivo en el suelo receptor.
- Se propone reconsiderar las tasas de aplicación permitidas en la legislación chilena, y evaluar la implementación de las mejores prácticas disponibles para una gestión más sustentable de los lodos.

Uno de los problemas más importantes enfrentados en la actualidad por el sector sanitario tiene relación con la gestión de los lodos sanitarios. Se entiende como lodos sanitarios al residuo semisólido que se genera en las etapas físicas y biológicas del tratamiento de aguas servidas (Figura 1), el que debido a su origen contiene contaminantes tales como materia orgánica putrescible, microorganismos patógenos, compuestos orgánicos persistentes, metales pesados, y nutrientes (N, P, y otros). Debido a la presencia de dichos contaminantes en el lodo, su alta humedad (≥80% en el sólido deshidratado), y las grandes cantidades que se generan en las plantas de tratamiento, la gestión del lodo resulta compleja y requiere tanto la implementación de tecnologías para su tratamiento, como una alternativa de disposición final que no afecte la salud de la población y que no genere impactos significativos en el entorno.

En este escenario, estudios previos han identificado que estabilizar los lodos por medio del proceso de digestión anaerobia, y luego disponerlos en suelos como una estrategia para su recuperación o la fertilización de cultivos (forestales o agrícolas), resulta en menores impactos ambientales que otras alternativas que se implementan en Chile, tales como la estabilización mediante cal y su disposición en rellenos sanitarios (Cartes et al., 2018). Sin embargo, tanto el proceso de estabilización de lodos como su posterior gestión en los suelos pueden ser realizados bajo distintas condiciones, que pueden influenciar la emisión de contaminantes al ambiente y por lo tanto el desempeño ambiental de esta estrategia. Por lo tanto, resulta necesario identificar cuáles son las mejores prácticas de manejo desde el punto de vista ambiental y verificar qué relación tienen estas con respecto a lo establecido en la legislación vigente.

CONTEXTO DE LA GENERACIÓN DE LODOS EN CHILE

De acuerdo a datos de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), en Chile prácticamente la totalidad de las aguas residuales generadas en zonas urbanas son tratadas en algún sistema de depuración previo a su descarga al medio ambiente. Si bien este es un aspecto muy positivo para la protección de los ecosistemas acuáticos y la salud de la población, la mayor parte de las instalaciones de depuración (>60%) corresponde a sistemas de lodos activados, cuyas principales problemáticas de operación incluyen su alto consumo energético y la elevada generación específica de lodos, que puede alcanzar valores superiores a los 10 kg de materia seca por persona al año.

Debido a esto, desde la entrada en vigencia del Decreto Supremo 90 en 2001, la generación total de lodos sanitarios en Chile ha aumentado en casi 2 a 3 veces, llegando a constituir un importante problema ambiental y de gestión, considerando que hasta hace pocos años (2017) más del 60% de los lodos sanitarios del país se disponían en rellenos sanitarios.

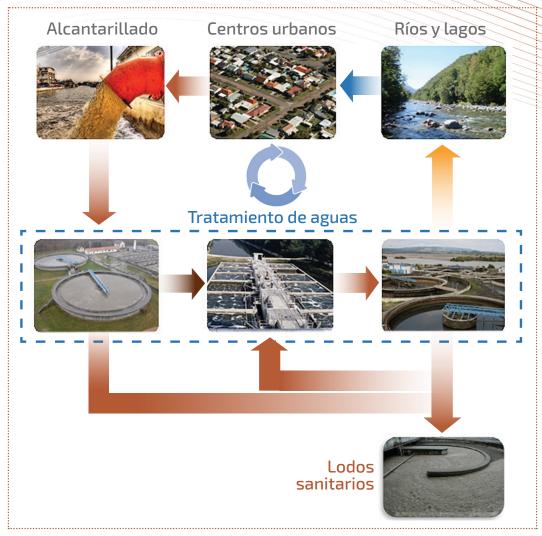


Figura 1. Ciclo urbano del agua y generación de lodos sanitarios.

Tomando como base la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV), en este estudio se realizó una comparación de distintos escenarios de gestión de lodos basados en digestión anaerobia y aplicación de lodos al suelo, los que se diferenciaban en términos de las condiciones en que se realiza la digestión (considerando distintos tiempos de residencia y la aplicación de un proceso de pre-tratamiento), y las estrategias de manejo del lodo en el suelo (asumiendo distintas tasas de aplicación por superficie de suelo, y distintos tipos de cultivos en el suelo receptor) (Tabla 1).

Es importante señalar que, con respecto a las tasas de aplicación del lodo en el suelo, se definieron dos estrategias: una basada en aplicar el lodo al suelo en cantidades ajustadas al requerimiento de nitrógeno del cultivo (ya sea *Pinus radiata* o *Triticum spp*), y la otra en función del máximo permitido por la legislación chilena, establecido como 90 ton/ha-año en base seca en el Decreto Supremo 04 de 2009. Para la estimación de las emisiones asociadas al sistema en estudio, se consideraron las condiciones ambientales predominantes en la zona centro-sur de Chile.

E16

labla I. Descripcion de los escenarios evaluados				
Escenario	Tasa de aplicación del lodo	Proceso de digestión	Cultivo	Tiempo de residencia durante la digestión
E1	Requerimiento del cultivo	Convencional		
E2	Máximo Decreto 04		Pinus radiata	
E3	Requerimiento del cultivo	Incluyendo pre-tratamiento		
E4	Máximo Decreto 04			
E5	Requerimiento del cultivo	Convencional		30 días
E6	Máximo Decreto 04		Triticum spp.	
E7	Requerimiento del cultivo	Incluyendo pre-tratamiento		
E8	Máximo Decreto 04			
E9	Requerimiento del cultivo	Convencional	Pinus radiata	
E10	Máximo Decreto 04			
E11	Requerimiento del cultivo	Incluyendo pre-tratamiento		
E12	Máximo Decreto 04			
E13	Requerimiento del cultivo	Convencional		15 días
E14	Máximo Decreto 04		Triticum spp.	
E15	Requerimiento del cultivo	Incluyendo pre-tratamiento		

Tabla 1 Descrinción de los escenarios evaluados

Máximo Decreto 04

El ranking de los resultados para cada impacto ambiental evaluado puede observarse en la Figura 2, así como el resultado ponderado final. A grandes rasgos, las emisiones de gases de efecto invernadero que se emiten a la atmósfera (especialmente metano), y la capacidad de deshidratado del lodo son aspectos importantes a considerar durante el proceso de digestión anaerobia, los que se vieron afectados significativamente por el tiempo de residencia durante la digestión y la inclusión de pre-tratamientos para mejorar el desempeño del sistema. Por contrapartida, la tasa de aplicación del lodo al suelo resulta muy importante para los impactos relacionados con la ecotoxicidad y la eutrofización de cuerpos de agua, debido a las diferencias que dichas tasas generan en los flujos ambientales de nitrógeno, fósforo y metales desde el suelo.

Las prácticas de manejo, tales como la incorporación del lodo al subsuelo en vez de su aplicación superficial, pueden ser también muy importantes en los resultados. Finalmente, el tipo de cultivo en dónde se aplican los lodos es muy relevante en términos de la toxicidad humana potencial, por lo que resulta importante favorecer la aplicación del lodo en cultivos forestales y/o industriales no alimentarios. Este impacto mostró además la mayor variabilidad entre escenarios, por lo que resulta especialmente relevante para la toma de decisiones.

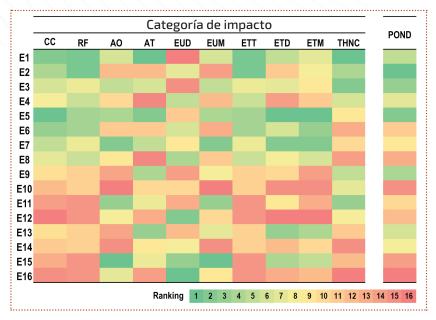


Figura 2. Ranking de los escenarios en términos del impacto ambiental potencial. CC: Cambio Climático; RF: Recursos Fósiles; AO: Agotamiento de Ozono; AT: Acidificación Terrestre; EUD: Eutroficación Dulceacuícola; EUM: Eutrofización Marina; ETT: Ecotoxicidad Terrestre; ETD: Ecotoxicidad Dulceacuícola; ETM: Ecotoxicidad Marina; THNC: Toxicidad Humana (efectos no cancerígenos); POND: resultados ponderados (mediante método de entropía). La escala de colores va desde el menor impacto en verde, hasta el mayor impacto en rojo.

REFLEXIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados del trabajo, se planean las siguientes recomendaciones:

- Considerar las posibles compensaciones ambientales que pueden ocurrir en la gestión de lodos sanitarios: por ejemplo, si bien aumentar la producción de biogás en los sistemas de digestión anaerobia puede ser positivo (lo que en este estudio se observó al disminuir el tiempo de residencia e incorporar un proceso de pre-tratamiento de los lodos), se debe ser cauteloso con los efectos que estas estrategias pueden tener sobre las emisiones fugitivas de gases de efecto invernadero y los requerimientos de transporte del lodo a su destino final, ya que ambos aspectos pueden afectar negativamente el desempeño ambiental del sistema.
- Evitar la aplicación de lodos en suelos dónde se cultiven alimentos para el consumo humano: los lodos presentan algunos elementos potencialmente tóxicos para la salud humana, tales como metales pesados o contaminantes orgánicos. Si bien la concentración de muchos de estos es relativamente baja, para evitar una posible ruta de exposición a estos contaminantes por parte de la población se debiese promover la aplicación de lodos a suelos con fines forestales o industriales. En la actualidad, gran parte de los lodos que se destinan a aplicación en suelos son destinados a terrenos forestales, siendo esta una buena práctica desde el punto de vista ambiental.
- Aplicar los lodos al suelo en función de la demanda de nutrientes de los cultivos, a fin de evitar la pérdida de nutrientes y metales hacia los cuerpos de agua circundantes: las tasas máximas de aplicación de lodos permitidas por el D.S. 04 pueden superar con creces los requerimientos de nitrógeno y fósforo de los cultivos, lo que puede llevar a su acumulación en el suelo y su potencial pérdida hacia cuerpos de agua por medio de procesos de escorrentía, lixiviación o erosión. A fin de evitar este problema, se sugiere aplicar los lodos al suelo en base a los requerimientos del cultivo. Una aplicación exitosa de esta práctica puede requerir una modificación de la normativa vigente, con el fin de incorporar las características del cultivo en el diseño de los planes de manejos de lodos y así evitar posibles efectos de contaminación en las zonas cercanas a los sitios de aplicación final.

REFERENCIAS

Cartes J., Neumann P., Hospido A., Vidal G. 2018. Life cycle assessment of management alternatives for sludge from sewage treatment plants in Chile: does advanced anaerobic digestion improve environmental performance compared to current practices? *Journal of Material Cycles and Waste Management*. 20 (1530–1540). DOI: 10.1007/s10163-018-0714-9

Neumann P., Riquelme C., Cartes J., Kuschel-Otárola M., Hospido A., Vidal G. 2022. Relevance of sludge management practices and substance modeling in LCA for decision-making: A case study in Chile. *Journal of Environmental Management*. 124 (5). DOI: 10.1016/j. jenvman.2022.116357

SISS 2018. Informe de gestión del sector sanitario – 2017. Disponible en: https://www.siss.gob.cl/586/articles-17283_recurso_1.pdf



























