



Opciones tecnológicas en el manejo de residuos sólidos

JAN JANSSEN

Los residuos sólidos de distinta naturaleza presentes en nuestro entorno son, generalmente, producto de la creciente actividad humana luego de la revolución industrial. El aumento exponencial de la cantidad de los residuos generados es tan grande que ha desatado la preocupación de la población, evidenciando, entre otras cosas, la precaria sostenibilidad que posee la manera actual de gestionar esos residuos en muchos países del mundo.

El manejo de los residuos sólidos puede definirse como la minimización, recolección, transporte, reciclaje, procesamiento o tratamiento, y disposición final de esos materiales (además de otras opciones), y se realiza con el fin de reducir su efecto en la salud, el ambiente y la estética del entorno. Las tecnologías aplicadas dependen de la naturaleza de los residuos y de los recursos disponibles, además del marco legal-administrativo y de consideraciones ambientales y económicas, entre otras. Últimamente, también se está tomando en cuenta el efecto que puede tener el manejo de los residuos en el cambio climático. Algunas de las opciones tecnológicas en este manejo de residuos sólidos domiciliarios son las siguientes:

La *minimización de desechos*, que significa prevenir su generación innecesaria a través del cambio en los procesos de producción o en el patrón de compras, entre otros. Este paso debe de estar priorizado de cualquier manera en el manejo y en las diferentes opciones de tratamiento de los residuos sólidos.

El *reciclaje* de ciertos materiales de los residuos sólidos domiciliarios debería ser parte de cualquier concepto de gestión integral de los residuos. Ése comprende la separación de papel, cartón, plástico, vidrio y metales del resto de los desechos, y la recuperación de estos materiales para su utilización en procesos de producción. La separación se puede efectuar en la fuente o en un centro de acopio donde los residuos lleguen ya recolectados. Se recomienda fuertemente la primera opción. La economía del reciclaje está aumentando continuamente debido a los altos precios de las materias primas vírgenes a nivel internacional.



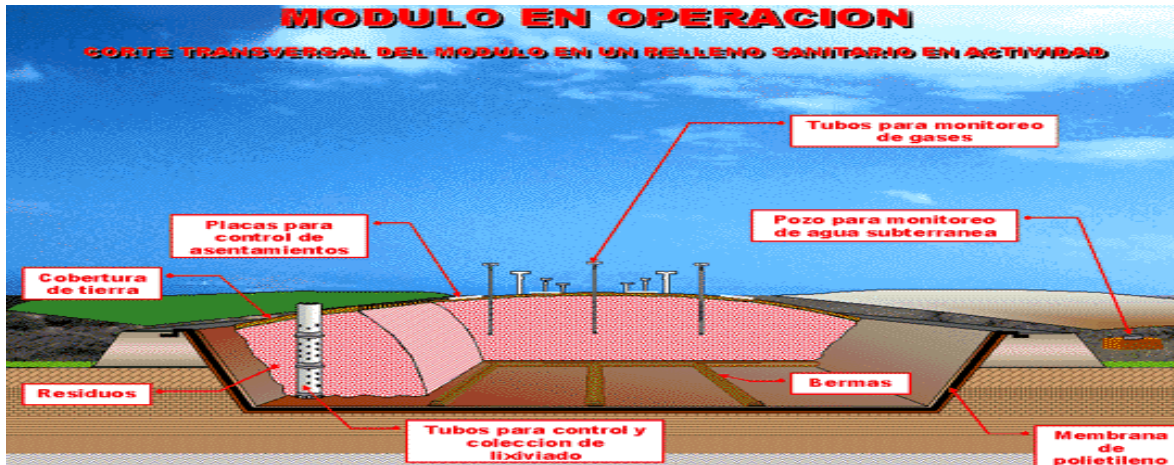
Separación en la fuente según tipo de material.

Opciones relacionadas con el reciclaje son el *compostaje* (tratamiento biológico aeróbico) y la *biodigestión* (tratamiento biológico anaeróbico) de la fracción orgánica de los residuos, con el fin de producir abono orgánico y energía eléctrica, respectivamente.

Otra opción, en especial para residuos orgánicos provenientes de la agricultura, es el *waste-to-fuel* (“residuos-a-combustible”), que pretende la conversión de los residuos mediante -por ejemplo- procesos de digestión y destilación en etanol, o su conversión en biocombustibles líquidos o sólidos en términos generales, los que representan una alternativa a los combustibles fósiles.

También existen *conceptos técnicos combinados* que integran varias de las opciones anteriormente nombradas en una única instalación. Se pretende separar los residuos llegando al sitio para apartar los materiales reciclables (principalmente papel, cartón, plástico, vidrio y metales), que pueden ser procesados en la misma instalación o externamente. Una fracción orgánica puede ser convertida mediante compostaje en abono orgánico, mientras otros materiales orgánicos pueden ser transformados en biocombustibles. El fin de este tratamiento es, por un lado, minimizar la cantidad de residuos a depositar finalmente en un relleno sanitario, y, por otro, generar productos (materiales, energía) que se transformen en ingresos financieros gracias a su venta. La viabilidad económica de este concepto obviamente dependerá de los precios de mercado de los materiales reciclables y la

energía, así como de los costos de operación de la planta, entre otros factores. En Costa Rica, todavía no se ha implementado instalaciones de este tipo.



Relleno sanitario en operación.

La tecnología del *tratamiento mecánico-biológico* es una opción con el potencial de reducir las cantidades de los residuos sólidos domiciliarios a disponer al final del proceso y de reducir los impactos ambientales respectivos (principalmente el escape no controlado de lixiviados y la emisión de gas metano). Técnicamente, se trata de una homogenización y trituración de los residuos, seguida por un proceso biológico bajo condiciones aeróbicas (similar al compostaje), resultando en una reducción importante de la cantidad (volumen y peso) del material. El material restante tiene baja actividad biológica y puede ser dispuesto en un relleno sanitario o utilizado energéticamente mediante incineración. La aplicación del tratamiento mecánico-biológico puede duplicar la vida útil de un relleno sanitario al reducir el volumen y la superficie necesarios. Este tratamiento se está aplicando en Alemania y en varios otros países europeos; también existen plantas en Brasil, Tailandia y México, por ejemplo.

La disposición final en rellenos sanitarios: El tratamiento "tradicional" de los residuos sólidos consistía (y sigue consistiendo sobre todo en países en vías de desarrollo) en la disposición no controlada de éstos en botaderos a cielo abierto y sin ninguna medida de protección, muchas veces con quema incontrolada del material, representando así altos riesgos para la salud pública y para el ambiente. La disposición final en rellenos sanitarios controlados que se aplica en muchos países desarrollados, y también en una parte de los residuos sólidos domiciliarios en Costa Rica, se distingue profundamente de la disposición no controlada anteriormente mencionada. Esta opción tecnológica considera la sepultura de los residuos domiciliarios para su eliminación y contempla características constructivas como: impermeabilización del fondo del relleno por medio de arcilla y preferiblemente con una geomembrana (HDPE - High Density Polyethylene); cobertura del relleno con los mismos materiales; drenaje de los lixiviados (líquidos provenientes de los residuos y de las precipitaciones durante la operación) y tratamiento adecuado de éstos, y captación del gas metano y otros que se forman dentro del cuerpo del relleno y su eliminación mediante quema o su aprovechamiento para la generación de energía eléctrica. Otro elemento importante de un relleno sanitario es la infraestructura, tal como los caminos para los camiones y máquinas, una báscula para el registro de los residuos recibidos y la facturación, canales de desvío de aguas pluviales y los edificios necesarios.

Un relleno sanitario óptimo debe ser operado de manera ordenada y planificada. Algunos aspectos a tomar en cuenta son la utilización de maquinaria pesada (*bulldozer* o compactador, dependiendo de la cantidad de los residuos que ingresen), una cobertura diaria de los residuos depositados, un mantenimiento adecuado de las máquinas y un monitoreo ambiental, entre otros elementos operativos. En caso de recibir residuos peligrosos, éstos deben ser pre-tratados y/o depositados en celdas especiales dentro del relleno sanitario.

La incineración de los residuos sólidos es un método de eliminación que comprende la combustión del desecho en hornos especiales. Esta técnica es aplicada a una gran parte de los residuos domiciliarios en algunos países desarrollados y, además, a ciertos tipos de residuos peligrosos. En muchos casos estas plantas producen energía eléctrica y calor como subproductos. Sin embargo, las inversiones iniciales son muy altas debido principalmente a la complejidad de la tecnología y a la necesidad de controlar las emisiones gaseosas, hecho que complica su aplicación en países en vías de desarrollo.

Finalmente, la *pirólisis* es un tratamiento térmico que contempla la conversión de los residuos bajo ausencia de aire (oxígeno) en un gas combustible. Se utiliza actualmente solo para ciertos tipos de residuos homogéneos, como las llantas.

