

Tema 13 – Manejo de Residuos Sólidos

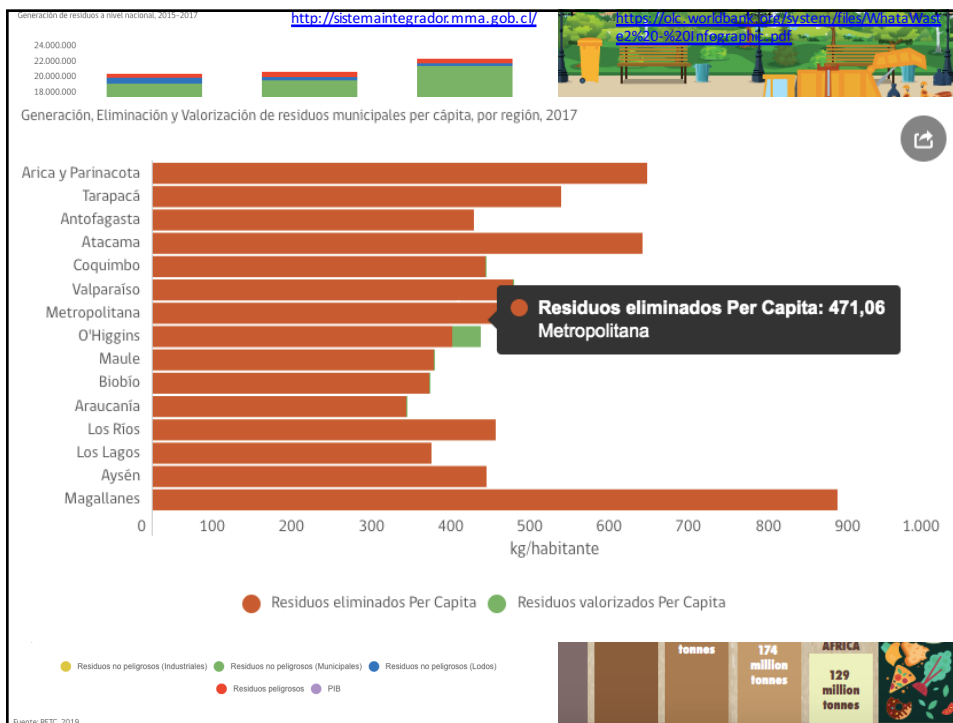
CI4102 Ingeniería Ambiental
Profesora Ana Lucia Prieto



Incluye todos los materiales sólidos que se desechan en actividades domésticas, comerciales, industriales y agrícolas.



© Pablo Blanes | N° 7644 | www.andaluclaimagen.com



Composición de residuos sólidos municipales

Influenciada por los siguientes factores:

- **Clima:** En zonas húmedas, el contenido de humedad puede llegar al 50%
- **Frecuencia de recolección:** mayor frecuencia tiende a aumentar la proporción de papeles y residuos no biodegradables
- **Hábitos de la población:** Ej: Consumo de comida rápida
- **Ingreso per cápita:** zonas de bajo ingreso producen menos basura, pero con mayor proporción de restos de comida

Component	Moisture (% by weight)	
	Range	Typical
Paper and cardboard	4-10	7
Food wastes	50-80	70
Yard wastes	30-80	60
Metal	2-6	3
Glass	1-4	2
Plastic	1-4	2
Ashes, dirt	6-12	8
Other rubbish ^a	5-30	20
Municipal	15-40	20

^aIncludes rubber, leather, textile, and wood.

Source: Adapted from Tchobanoglous et al. (1993).

Contenido de humedad al momento de la recolección



Reducción en la fuente

9 TIPS FOR LIVING WITH LESS PLASTIC



Constituye la estrategia más deseable de manejo de residuos sólidos. Para ser efectivo, requiere de los siguientes elementos:

- Adopción de estándares industriales para la producción y empaque usando menos materiales. Ej: Estrategias de Diseño Verde
- Implementar leyes que apunten a minimizar el uso de materia prima en productos finales
- Implementación de sistemas de cobro por servicios de recolección y disposición final (tarifa por bloques)
- Otra acción relevante, necesaria para el reciclaje y reuso, es la separación en la fuente

Reciclaje

- Consiste en recuperar parte de los residuos y convertirlos en material útil en el proceso productivo
- El requisito principal es la pureza del material
- La pregunta clave es ¿Quién lo compra?
- Requiere la existencia de mercados cercanos
- Materiales más usualmente reciclados incluyen aluminio, papel y cartón, vidrio y plástico.



Figure 13.9 Identification markings on plastics.





SANTIAGO RECICLA
Por una Región Más Limpia y Sustentable




8

Compostaje (Composting)

- Consiste degradar aeróbicamente los residuos biodegradables para producir un material estable y rico en nutrientes, el compost
- El método más usado son pilas
- Los parámetros de operación más relevantes **temperatura, humedad, y contenido de oxígeno**
- La temperatura óptima se encuentra entre 55 y 60 grados (bacterias termofílicas)
- Se requiere humedad del 55%
- La aeración se logra “volteando” frecuentemente las pilas
- En 4 ó 5 semanas se degrada lo fácilmente biodegradable
- La estabilización completa tarda entre 2 y 8 semanas más



Compostaje (Composting)

El producto final de cumplir:

- Tamaño consistente
- Libre de vidrio, plástico, y metales
- Libre de olores desagradables



Combustión de la basura - Waste to energy

~80% de los residuos municipales se pueden convertir en energía

Pros:

- Producción de energía
- Reducción del volumen de basuras (volumen total de cenizas o "ash" es de 10%)
- Bottom ash (80-90% de cenizas totales) - material reutilizable

Contras:

- Contaminación de aire
 - Fly-ash, partículas finas
 - Gases tóxicos: dioxinas (reducción de 3 ordenes de magnitud desde 1987 a 2007)
 - Acidos: SOx, NOx
- Instalaciones costosas
- Generación de materiales peligrosos
 - Fly-ash (10-20% of total ash) puede contener metales pesado, plomo, mercurio, arsenico, cobre...

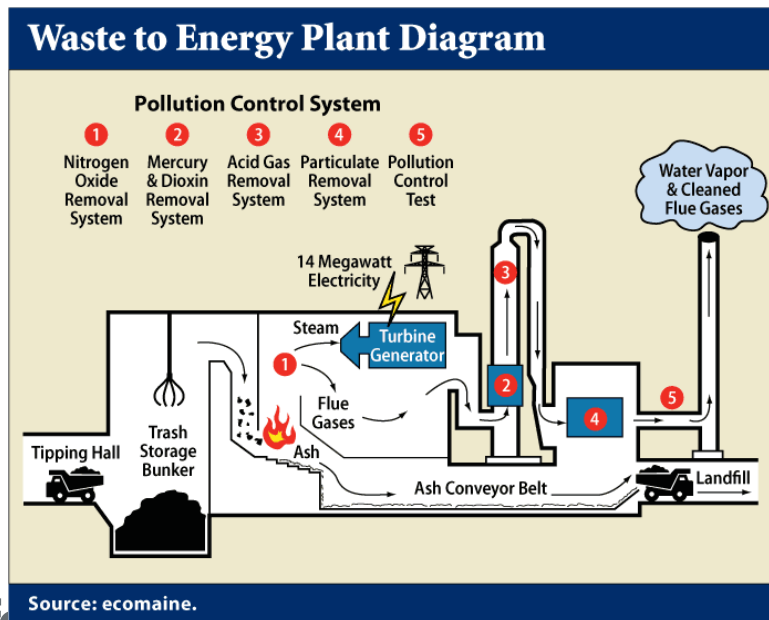
TABLE 14-5 TYPICAL ENERGY CONTENT FOR COMBUSTIBLE MATERIALS

Material	Typical energy content ^a	
	kJ/kg	Btu/lb
Municipal solid waste		
Per unit weight of refuse	10,500	4,500
Per unit weight of combustibles	23,200	10,000
Per unit weight of paper	16,300	7,000
Per unit weight of organics	5,800	2,500
Per unit weight of plastics	32,800	14,100
Primary sewage sludge		
Per unit weight of dry solids	17,700	7,600
Digested sewage sludge		
Per unit weight of dry solids	9,100	3,900
Fuels		
Per unit weight of No.6 fuel oil ^b	46,500	20,000
Per unit weight of anthracite	28,000	12,000
Per unit weight of methane ^c	49,000	21,000

^aBtu/lb × 2.3241 = kJ/kg.
^bEnergy content of fuel oil = 37.3 × 10⁶ kJ/m³ (1 × 10⁶ Btu/ft³).
^cEnergy content of methane or natural gas = 37,300 kJ/m³ (1000 Btu/ft³).
 Source: Sarofim (1977) and Tchobanoglous et al. (1993).

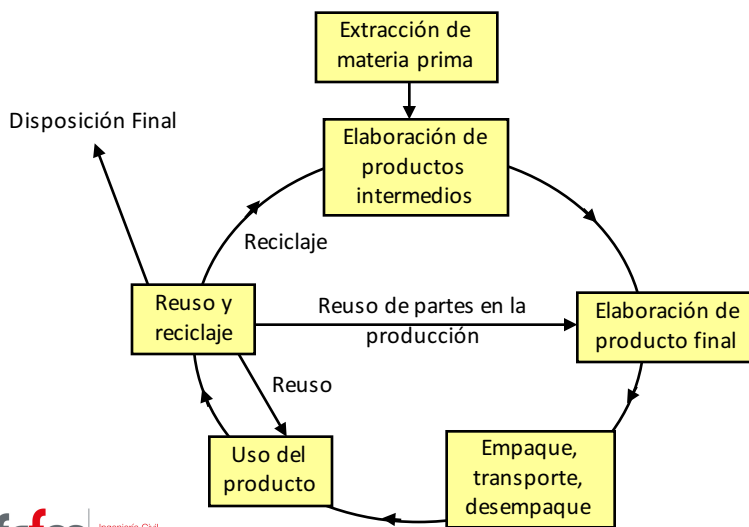


Producción de energía por combustión de residuos

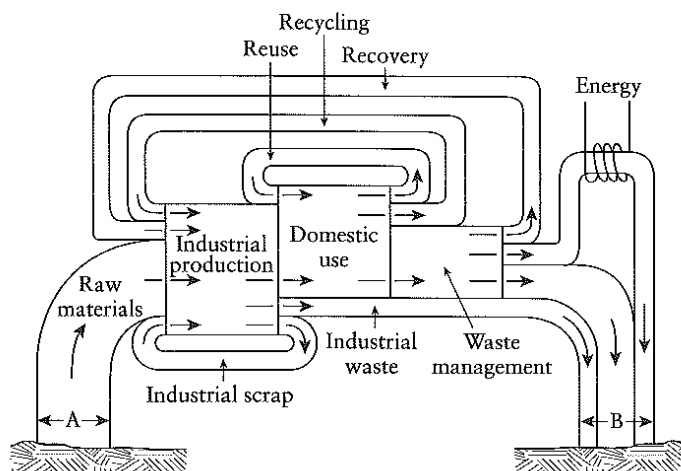


¿Qué es un residuo sólido en el proceso productivo?

Residuo que ha sido rechazado para uso posterior



Ejemplo: botella plástica





Reciclaje en construcción: Edificio RECICLA - USACH

“La Facultad de Administración y Economía (FAE) de la Universidad de Santiago de Chile inició el año 2017 entregando a sus alumnos el edificio Recicla, construcción iniciada a principios de 2016 y que fue construido con contenedores marítimos dados de baja, con maderas de construcciones provenientes de demoliciones y árboles que fueron salvados para continuar su vida en los prados del edificio.”

<http://www.santiagorecicla.cl/se-inaugura-edificio-recicla-en-la-facultad-de-administracion-y-economia-de-la-usach/>

15

Disposición Final de Residuos Sólidos

Opciones: disposición en mar o tierra.

Botadero = ubicación de residuos sólidos en terrenos baldíos

Relleno Sanitario = diseño y operación ingenieril

- Costo de manejo de sólidos se pagan basados en peso
- El diseño del relleno sanitario se hace basado en VOLUMEN y no peso



<http://www.dailymail.co.uk/news/article-2581960/Caught-camera-The-moment-cruise-ship-crew-member-hurled-garbage-bags-straight-ocean-Brazilian-coast-violation-international-law.html>



Densidades sin compactación

TABLE 14-4 TYPICAL UNCOMPACTED DENSITIES FOR MUNICIPAL WASTE COMPONENTS

Components	Density ^a	
	kg/m ³	lb/yd ³
Paper, cardboard, plastics	80	135
Food wastes	300	500
Miscellaneous rubbish ^b	160	270
Ash, dirt, brick, ferrous metal	480	800
Municipal solid waste	150	250

The broad categories noted above include plastic, nonferrous metals, tin cans, and yard wastes. Where these components are collected separately, specific weights are as follows:

Plastic	65	110
Aluminium	160	270
Tin cans	90	150
Yard waste	100	170

^aActual density may vary up to 50% from the typical values shown, depending on the nature of the constituents and their moisture content.

^bMiscellaneous rubbish includes glass, nonferrous metal, wood, rubber, leather, and textiles.

Source: Adapted from Tchobanoglous et al. (1993).



Densidades con compactación

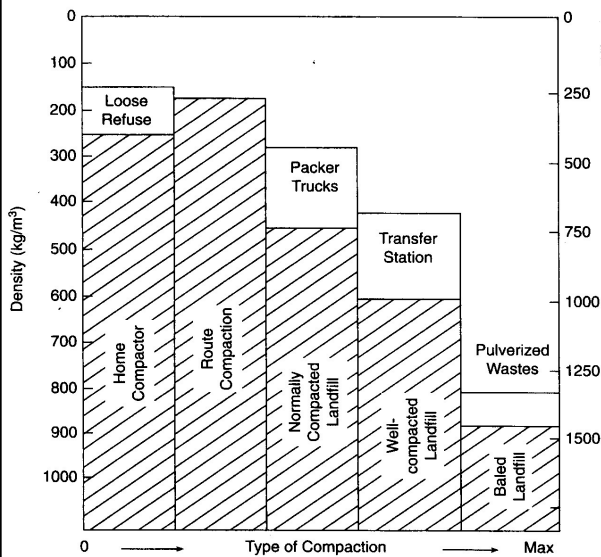


Figure 14-2 Typical densities of municipal solid wastes with different types of compaction. Source: Adapted in part from Tchobanoglous et al. (1993).

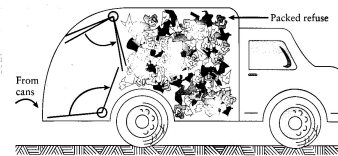


Figure 13.1 Domestic solid waste collection vehicle.

Densidad

En la cocina: 100 lb/yd³

En la caneca de basura: 200-400 lb/yd³

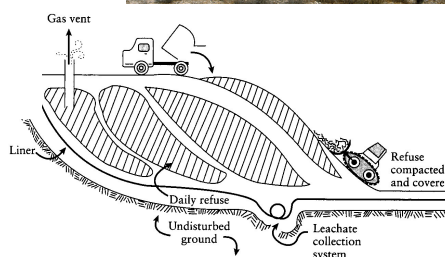
En el camión de basura: 400-800 lb/yd³

En rellenos sanitarios después de compactación: 800-1600 lb/yd³

Disposición Final: Relleno Sanitario

Criterios de diseño:

- Terreno de poco valor ubicado a distancia razonable de la recolección (o estación de transferencia), con acceso todo el año
- Ubicado al menos a 1500 mts vnto debajo de zonas residenciales y comerciales
- Suelo de baja permeabilidad, ojalá sin acuífero (o muy profundo)
- Elección final del sitio requiere estudio hidrogeológico detallado
- La preparación del sitio incluye el cercado, apilamiento de material de cobertura, instalación de sistemas de recolección de **percolado** y sistemas de monitoreo



Disposición Final: Relleno Sanitario

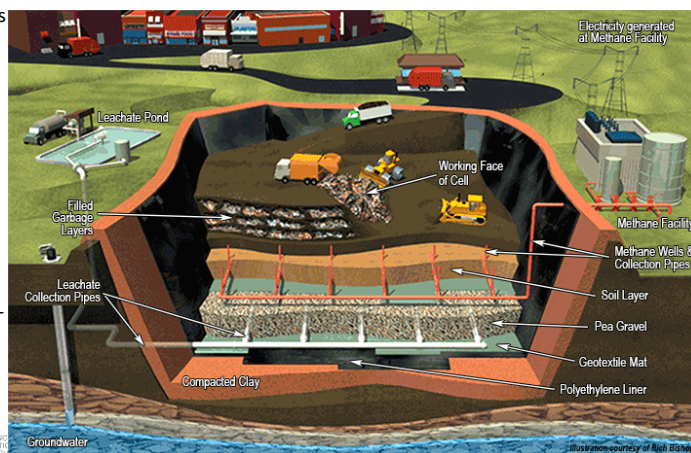
A medida que el material enterrado se descompone, se forman gases (CH_4 and CO_2) y lixiviados

Lixiviado: Líquido que se produce por descomposición de material orgánico enterrado. Puede contener gran cantidad de contaminantes (metales, DBO, nutrientes, etc.)

Arcilla y/o geomembranas son usadas para prevenir que los lixiviados accedan las aguas subterráneas

La pendiente del suelo favorece el drenaje de líquidos a tuberías subterráneas

Los lixiviados se tratan in-situ o se envían a las plantas de tratamiento



Disposición Final: Relleno Sanitario

Características típicas del lixiviado:

Componente	Valor típico
DBO ₅	20.000 mg/L
DQO	30.000 mg/L
Nitrógeno amoniacal	500 mg/L
Cloruros	2.000 mg/L
Hierro	500 mg/L
Zinc	50 mg/L
Plomo	2 mg/L
pH	6

Manejos de Residuos Sólidos en Chile

OECD: Chile es el 2º país que más envía basura a rellenos sanitarios después de Turquía. Durante 2010-2011, Chile dispuso 96% de los residuos totales recolectados a rellenos sanitarios, el resto 4% se recuperó de alguna forma. 38 rellenos sanitarios en Chile.

Ingreso per cápita y sitios de disposición final para la Región Metropolitana, 2009.

Nota: Los Vertederos ilegales y microbasurales en la Región Metropolitana no están autorizados

Fuente: MIDEPLAN, Encuesta CASEN, 2009.
Ministerio del Medio Ambiente,
Catastro de Sitios de Disposición
Final de Residuos, 2009.

Tipo Disposición de Residuos

- Basural
- Relleno Sanitario
- ▼ Vertedero
- ▲ Vertederos ilegales y Microbasurales

Ingreso Promedio Per Cápita (\$)

- 75.000-170.000
- 170.001-280.000
- 280.001-550.000
- 550.001-1.500.000

"Los mapas publicados en este informe que se refieren o relacionan con los límites y fronteras de Chile, no comprometen en modo alguno al Estado de Chile, de acuerdo al Artículo 2º, letra g del DFL 83 de 1979, del Ministerio de Relaciones Exteriores. La información cartográfica está referenciada al Datum WGS84 y es de carácter

