



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO
DE MÉXICO**

UNIDAD ACADÉMICA PROFESIONAL TIANGUISTENCO

INGENIERÍA EN PLÁSTICOS

RECICLAJE

DRA. EN C. A. LILIANA IVETTE ÁVILA CÓRDOBA

Septiembre 2016

UNIDAD 2:

Separación, transformación y reciclaje de residuos sólidos

OBJETIVO:

Comprender las operaciones unitarias y las tecnologías de procesamiento empleadas en la separación y transformación de residuos sólidos a través de la resolución de problemas relacionados, para el adecuado manejo, tratamiento, disposición y reciclaje de residuos sólidos urbanos e industriales

CONTENIDOS DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA

- 2.1 Separación de materiales y tecnologías de procesamiento
 - 2.1.1 Operaciones unitarias para la separación y procesamiento de residuos sólidos.
- 2.2 Tecnologías de conversión térmica.
 - 2.2.1 Fundamentos.
 - 2.2.2 Combustión.
 - 2.2.3 Pirólisis.
 - 2.2.4 Gasificación.

Justificación académica y guía de uso del material didáctico.

El impacto ambiental negativo que desde hace algunos años está ocasionando la elevada generación e inadecuada disposición de residuos plásticos, ha conducido a plantear metodologías alternativas, limpias e innovadoras encaminadas al reciclaje de este tipo de productos post-consumo.

El conocimiento de los procesos de reciclaje (definido éste como la obtención de materiales a partir de desechos, mediante el empleo de procesos fisicoquímicos o mecánicos, donde se somete un producto ya utilizado, a un tratamiento total o parcial para obtener una nueva materia prima o producto, introduciéndolo en el ciclo de vida útil) resulta trascendente para el Ingeniero en Plásticos: dado que la industria de dichos materiales es una importante generadora de residuos, los profesionistas en esta área deben tomar conciencia del daño ecológico originado y por ende, ser capaces de realizar el análisis, diseño e implementación de tecnologías para la reducción, el reuso y el reciclaje de dichos contaminantes.

Para acceder a esta presentación únicamente es necesario contar con una computadora y Adobe Reader o cualquier visor de archivos PDF.

2.2.1 Fundamentos

Sistema de Gestión de Residuos Solidos



Manejo de RS



Tema 2.2 Tecnologías de Conversión Térmica



- En cualquier proceso para reducir el volumen y descomponer o cambiar la composición física, química o biológica de un residuo sólido, líquido o gaseoso, mediante oxidación térmica, se deben considerar todos los factores de combustión, como:

Temperatura

Tiempo de retención

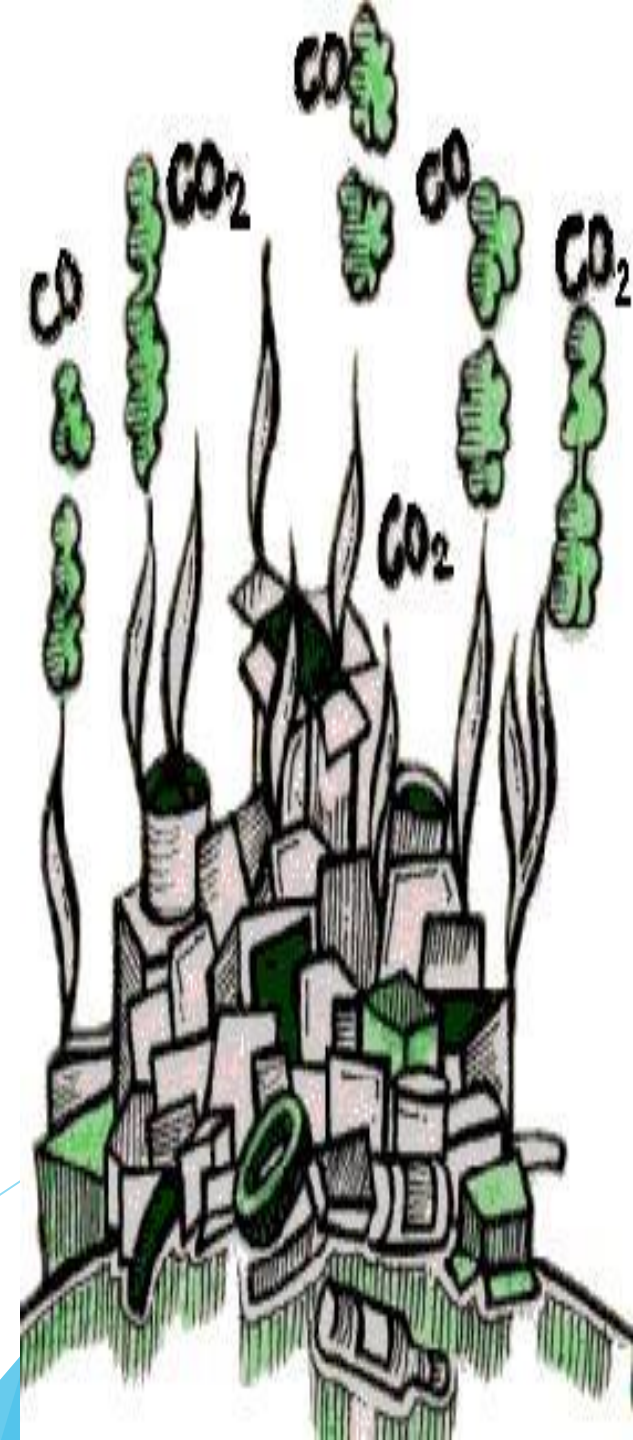
Turbulencia

- Estos necesitan controlarse a fin de alcanzar eficacia y los parámetros ambientales establecidos.



2.2.2 COMBUSTIÓN

- ▶ Consiste en procesar residuos sólidos con contenido de material orgánico a alta temperatura y en presencia de oxígeno logrando de este modo la oxidación de los compuestos y elementos combustibles presentes.
- ▶ Con dicho proceso se disminuye el volumen de los residuos pudiendo eventualmente generar energía eléctrica mediante un aprovechamiento del calor o vapor producido por el sistema.



CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS:

- ▶ Aplica para residuos domiciliarios, industriales o peligrosos.
- ▶ Secado previo dependiendo del poder calorífico que tengan los residuos sólidos.
- ▶ Acondicionamiento previo en algunos casos (trituración, pelletizado).



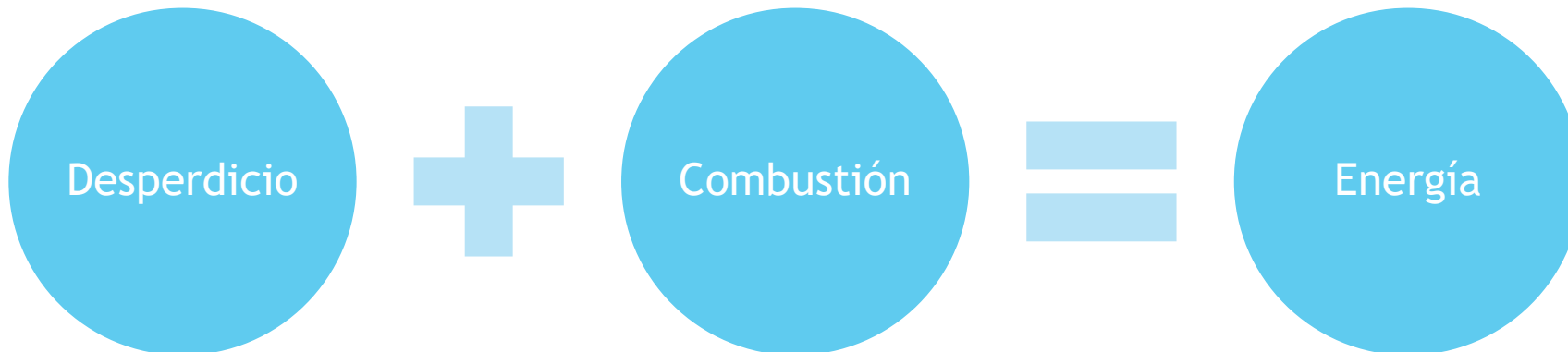
Ejemplo: cálculo del aire requerido en la combustión

- ▶ Un combustible derivado de residuos está constituido por 60% de papel mezclado, 30% plásticos y 10% textiles. Suponga que se seca antes de la combustión. Determine el volumen de aire (en L) a 20°C y presión atmosférica que se requiere para la combustión de 1 kg de RDF; considere que el aire contiene aprox. 20.9% de O₂.

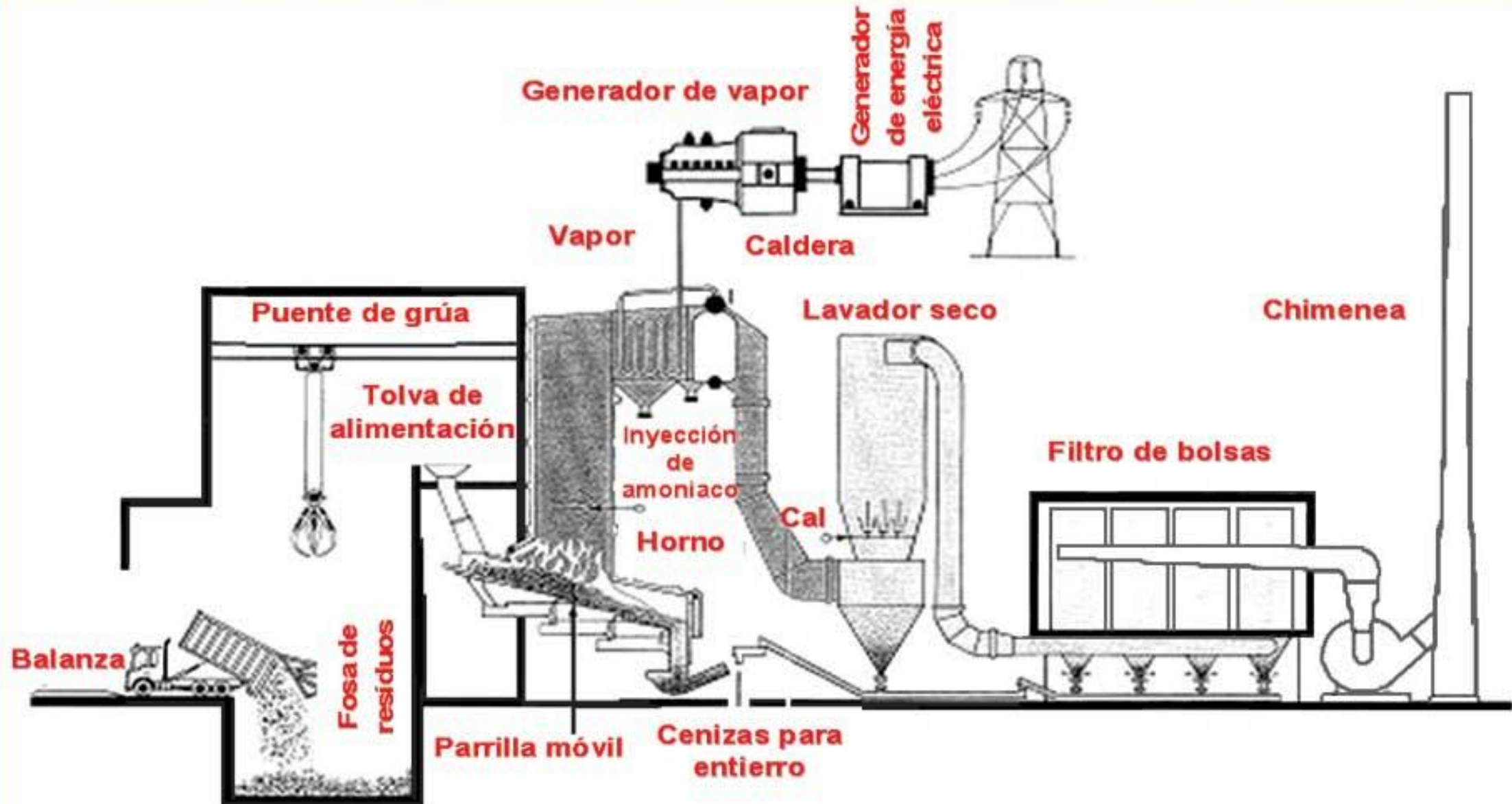
RS	Masa seco (g)	Mol C	Mol H	Mol S	Mol O
Papel	600	21.7	34.8	0.0375	16.61
Plásticos	300	15	21.6	<0.01	4.3
Textiles	100	4	6.4	0.06	2.5
Total	1000	40.7	62.8	0.05	25.4

2.2.3 INCINERACIÓN

- ❑ Es un proceso de combustión en el cual es utilizado el O_2 a altas temperaturas para liberar energía en desperdicio



Sistema de incineración de residuos sólidos urbanos



VENTAJAS:

- ❑ Disminuye la cantidad de residuos
- ❑ Reduce costo
- ❑ Genera energía



DESVENTAJAS:

- ❑ Conduce a una combustión incompleta de residuos
- ❑ Genera gases tóxicos
- ❑ Contaminación de áreas cercanas a la planta



Se aplica a desechos con:

- ▶ Alto contenido de energía
- ▶ Poco contenido de humedad
- ▶ Bajo contenido de cenizas



Por ejemplo:

- ❑ Papel
- ❑ Plásticos
- ❑ Textiles
- ❑ Caucho
- ❑ Piel
- ❑ Madera



TIPOS DE SISTEMAS DE INCINERACIÓN

a) Quema masiva

- ❑ El RS no segregado es puesto en combustión



b) Modular

- ❑ Corrientes específicas de residuo
- ❑ Desechos hospitalarios
- ❑ Desechos médicos
- ❑ Medicamentos incineradores



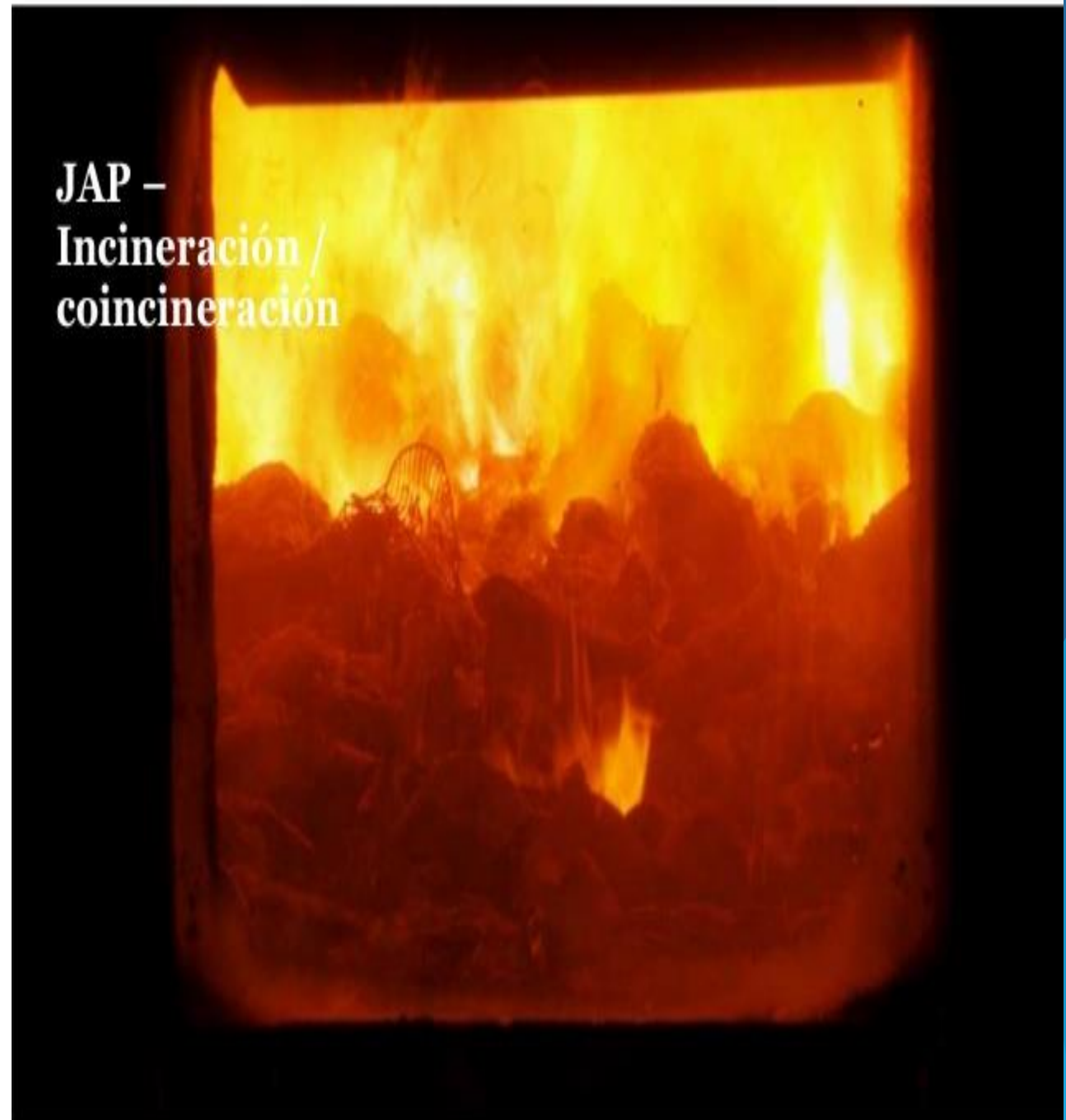
c) Combustible derivado de residuos (del ingles RDF)

- ❑ Residuos ricos en energía
- ❑ Separados y quemados como sustituto de combustibles sólidos como el C en las plantas generadoras
- ❑ Ejemplo: bio-sólidos obtenidos de plantas de TX de H_2O



d) Co-incineración

- ❑ Mezcla de residuos por ejemplo: RSU+RSInd
- ❑ Específicos de la post producción de madera
- ❑ De la construcción + biosólido o lodo de fábricas de papel



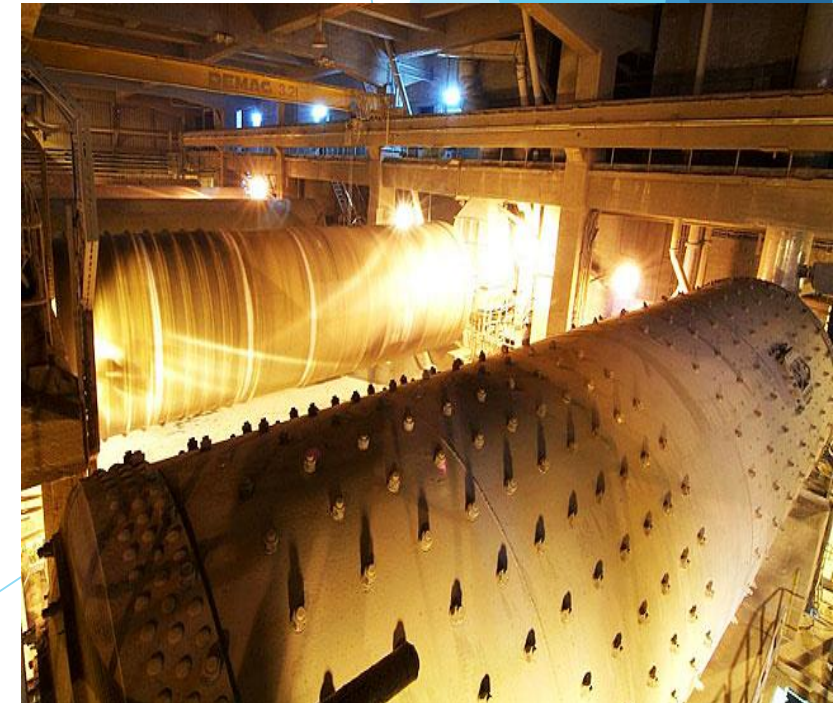
e) Incineración de residuos peligrosos

- ❑ Tecnología adecuada para el control de las emisiones
- ❑ Se usa para disolventes , pesticidas, medicamentos caducados...



f) Hornos de cemento para llantas y aceite

- ❑ Crea 2 sub productos sólidos:
- ❑ La ceniza de fondo (fracción no quemada del desperdicio)
- ❑ La ceniza volante: partículas suspendidas en el aire en la combustión que son removidas por el equipo de control de contaminación



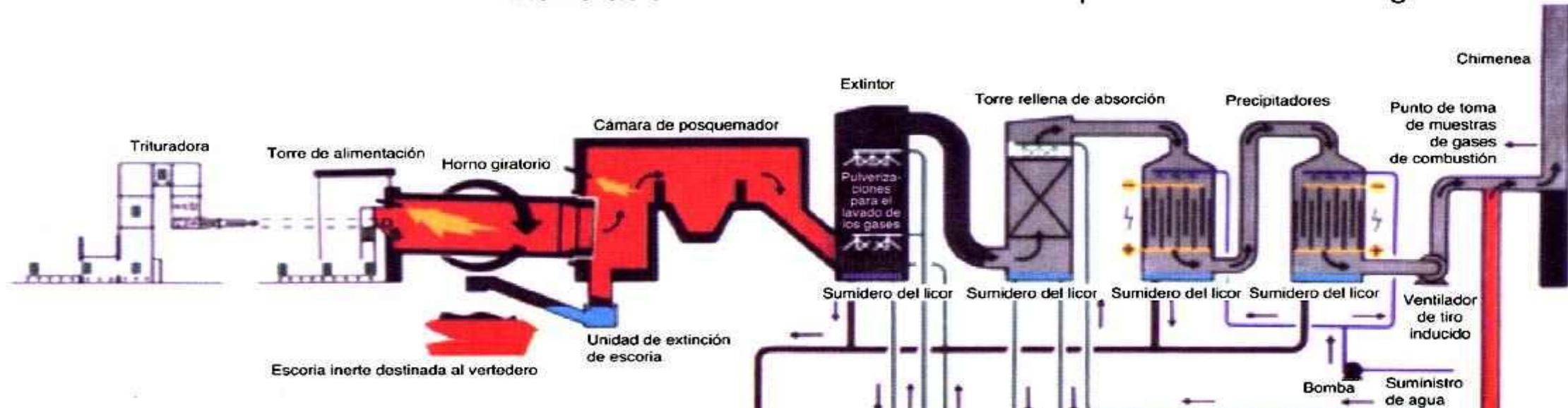
Requerimientos:

- ▶ Los incineradores deben controlar las emisiones de partículas de metales volátiles (como el Hg) óxidos de nitrógeno (NO) y productos de combustión incompleta.
- ▶ O_2 suficiente para asegurar la combustión total y así tener CO_2 H_2O y SO_2 provenientes de la corriente residual.
- ▶ Presupuesto, usualmente estos equipos tienen alto costo de construcción y operación

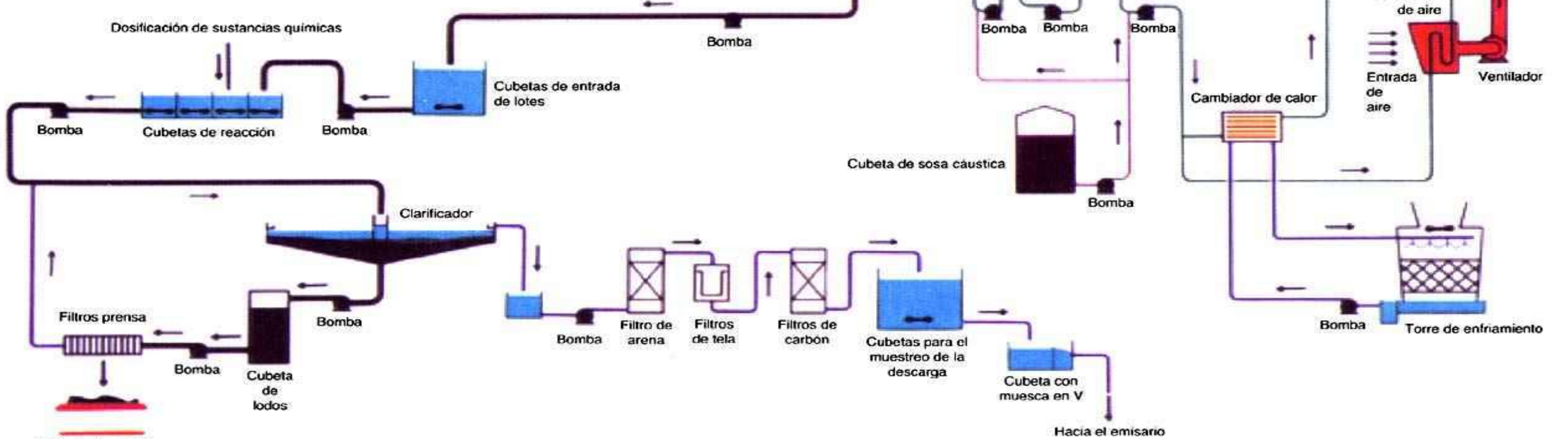


Incineración

Instalaciones para el lavado de los gases



Tratamiento del efluente



Capacidad nominal anual: 35 000 toneladas

REGULACIÓN DE LA INCINERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, DE MANEJO ESPECIAL Y PELIGROSOS EN MÉXICO



- ▶ El proceso de incineración está sujeto a restricciones tendientes a prevenir o reducir la liberación al ambiente de contaminantes, particularmente de los contaminantes orgánicos persistentes (COP), al identificarse que este tipo de tratamientos constituyen fuentes potenciales importantes de estos últimos.



Normatividad

Ambiental

Las disposiciones jurídicas que aplican a la incineración de residuos, contenidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, en su Reglamento, en la Norma Oficial Mexicana: *NOM-098-SEMARNAT*

Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, en las cuales se estipularán los grados de eficiencia y eficacia que deberán alcanzar los procesos, y los parámetros ambientales que deberán determinarse a fin de verificar la prevención o reducción de la liberación al ambiente de sustancias contaminantes, particularmente de aquellas que son tóxicas.

Para mayor ahondamiento, en el Artículo 63, dispone que deberán establecerse restricciones a la incineración, o al co-procesamiento mediante combustión de residuos susceptibles de ser valorizados mediante otros procesos, cuando éstos estén disponibles, sean ambientalmente eficaces, tecnológica y económicamente factibles.



Reglamentación:

▶ Artículo 50.-requiere autorización de la Secretaría (Semarnat) para:
La incineración de residuos peligrosos.

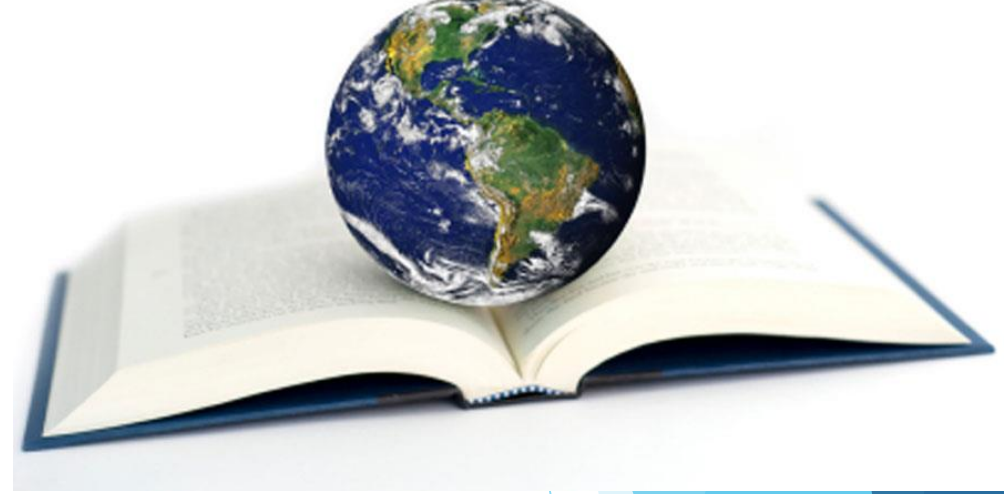
▶ Artículo 49.- La información relativa a la actividad para la cual se solicita autorización describirá lo siguiente:

VI. Para la prestación de servicios de incineración de residuos peligrosos:

a) El proceso que se empleará para incinerar residuos peligrosos, mencionando las capacidades nominal y de operación, anuales, de equipos a instalar, incluyendo el balance de materia y energía indicando los parámetros de control del proceso.



**Normatividad
Ambiental Vigente**



Consideraciones:

- b) Las temperaturas de proceso, eficiencia del equipo, eficiencia de destrucción de los residuos que puede alcanzar el sistema, tiempo de residencia de los gases y las concentraciones de los contaminantes que genera el equipo.
- c) El sistema de alimentación de residuos peligrosos, así como las operaciones realizadas en esta actividad.
- d) Los combustibles utilizados para la incineración de residuos, incluyendo su almacenamiento y forma de alimentación durante la operación.
- e) El sistema de control y monitoreo de emisiones, incluyendo su operación y puntos de muestreo.

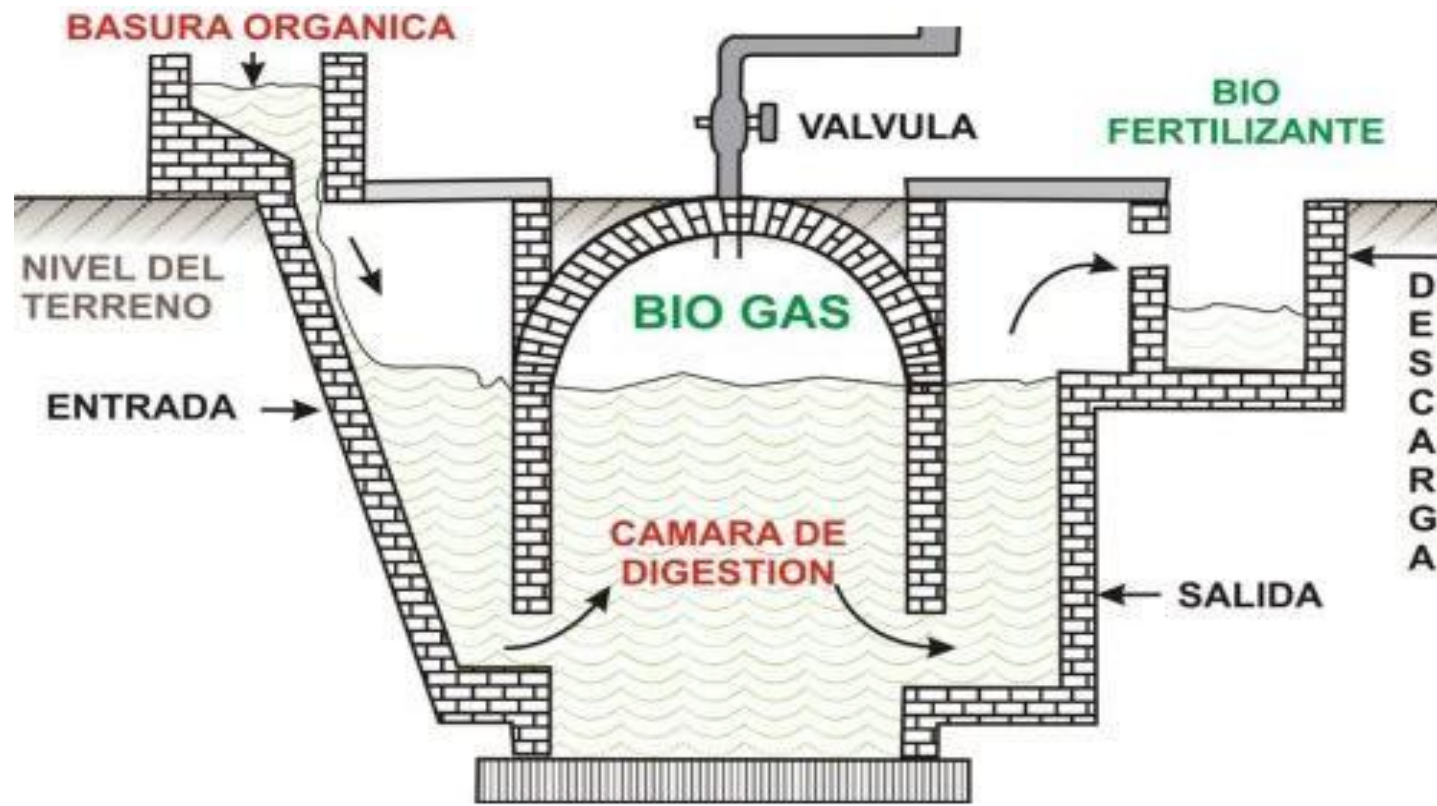
- ▶ Artículo 63.- La Secretaría, al reglamentar y normar la operación de los procesos de incineración y co-procesamiento de residuos permitidos para tal efecto, distinguirá aquellos en los cuales los residuos estén sujetos a un co-procesamiento con el objeto de valorizarlos mediante su empleo como combustible alternativo para la generación de energía, que puede ser aprovechada en la producción de bienes y servicios.
- ▶ A su vez, deberán establecerse restricciones a la incineración, o al co-procesamiento mediante combustión de residuos susceptibles de ser valorizados mediante otros procesos, cuando éstos estén disponibles, sean ambientalmente eficaces, tecnológica y económicamente factibles.



2.2.4 Tecnologías energéticas de RS alternativas

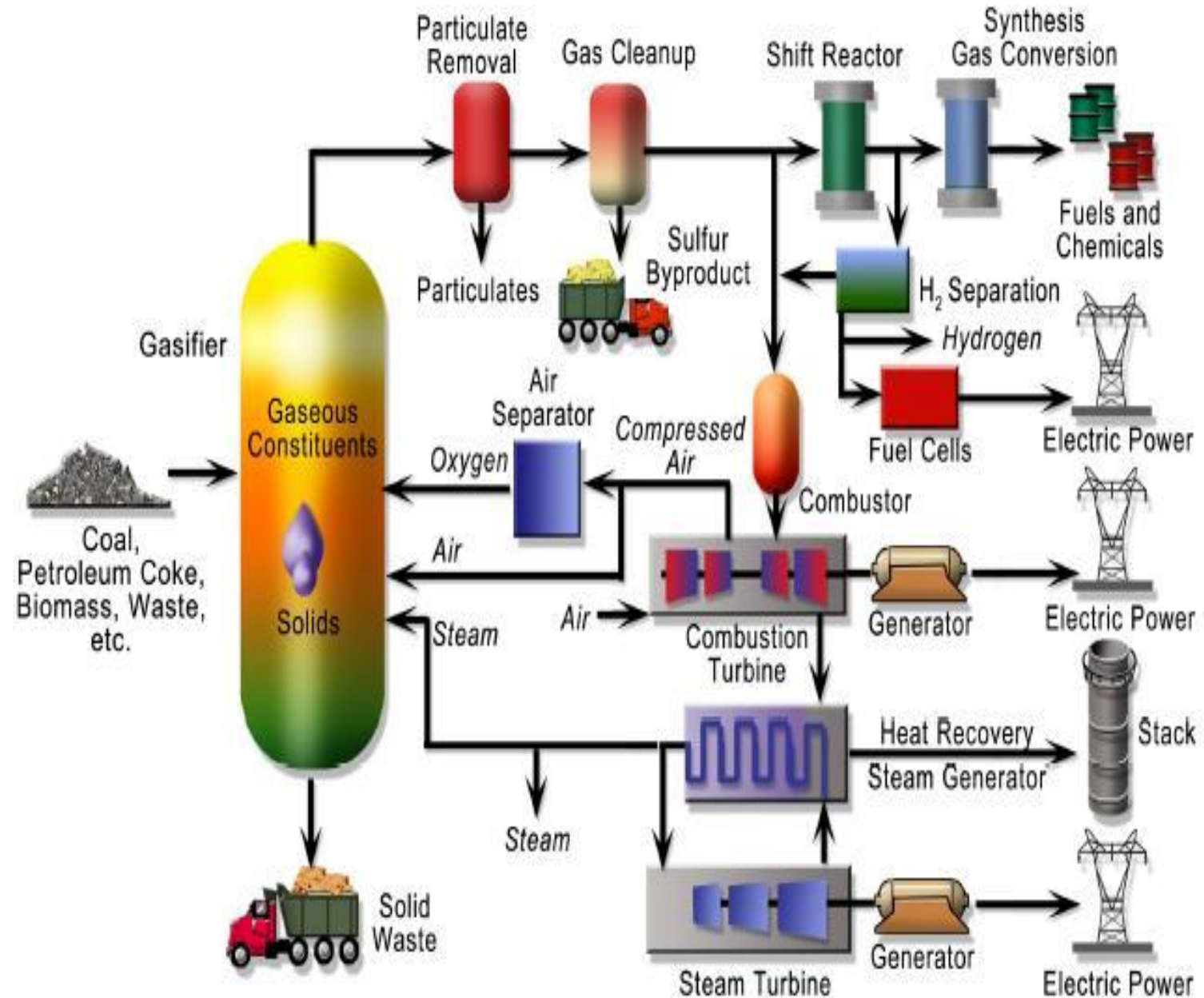
► 2.2.4.1 Digestión anaeróbica

- Proceso biológico empleado para RS biodegradables.
- Obtención de CH_4 y un RS apropiado para composta.



► 2.2.4.2 Gasificación:

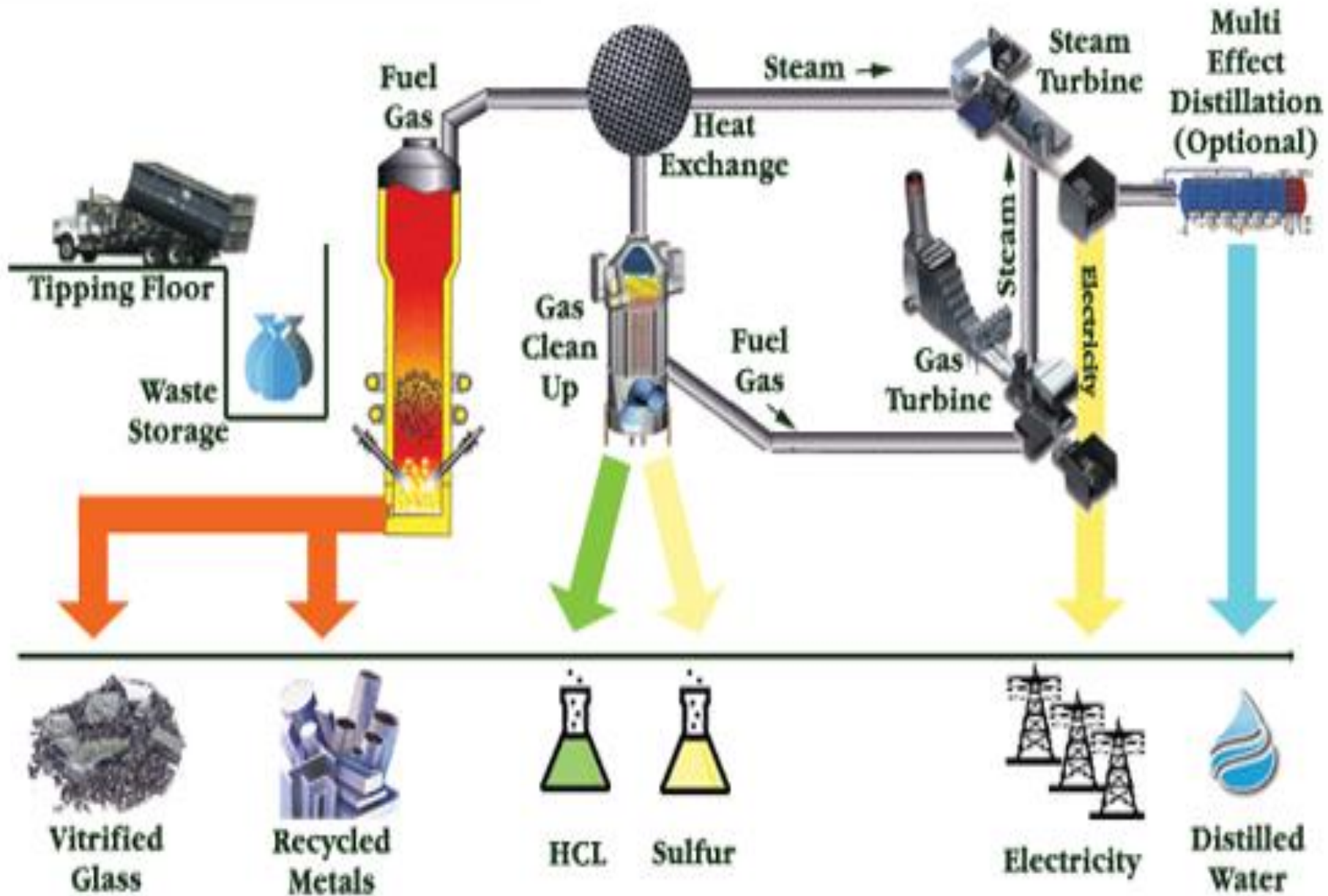
- Proceso similar a la incineración.
- Uso de O_2 en cantidades menores a las estequiométricas.
- Altas temperaturas de combustión que llevan a la producción de gases de alta energía.



▶ 2.2.4.3 Pirólisis

- ❑ Proceso similar a la incineración
- ❑ Menor o nula cantidad de O_2 empleado.
- ❑ Origina gases de alta energía
- ❑ RS que posteriormente se puede separar para obtener otro gas de alta energía





Planta para producir vapor por Pirolisis



IMPACTO AMBIENTAL DE LOS TX TÉRMICOS

Una serie de material contaminante es emitido en el proceso de combustión y deben ser objeto de tratamiento para cumplir las normas sobre calidad de aire.

Entre las principales emisiones se encuentran:

- ❖ Gases de combustión (funcionamiento de planta)
- ❖ Ruidos (asociados al transporte de los residuos y no al funcionamiento propio de la planta)
- ❖ Emisiones Líquidas
- ❖ Residuo Sólido (cenizas)

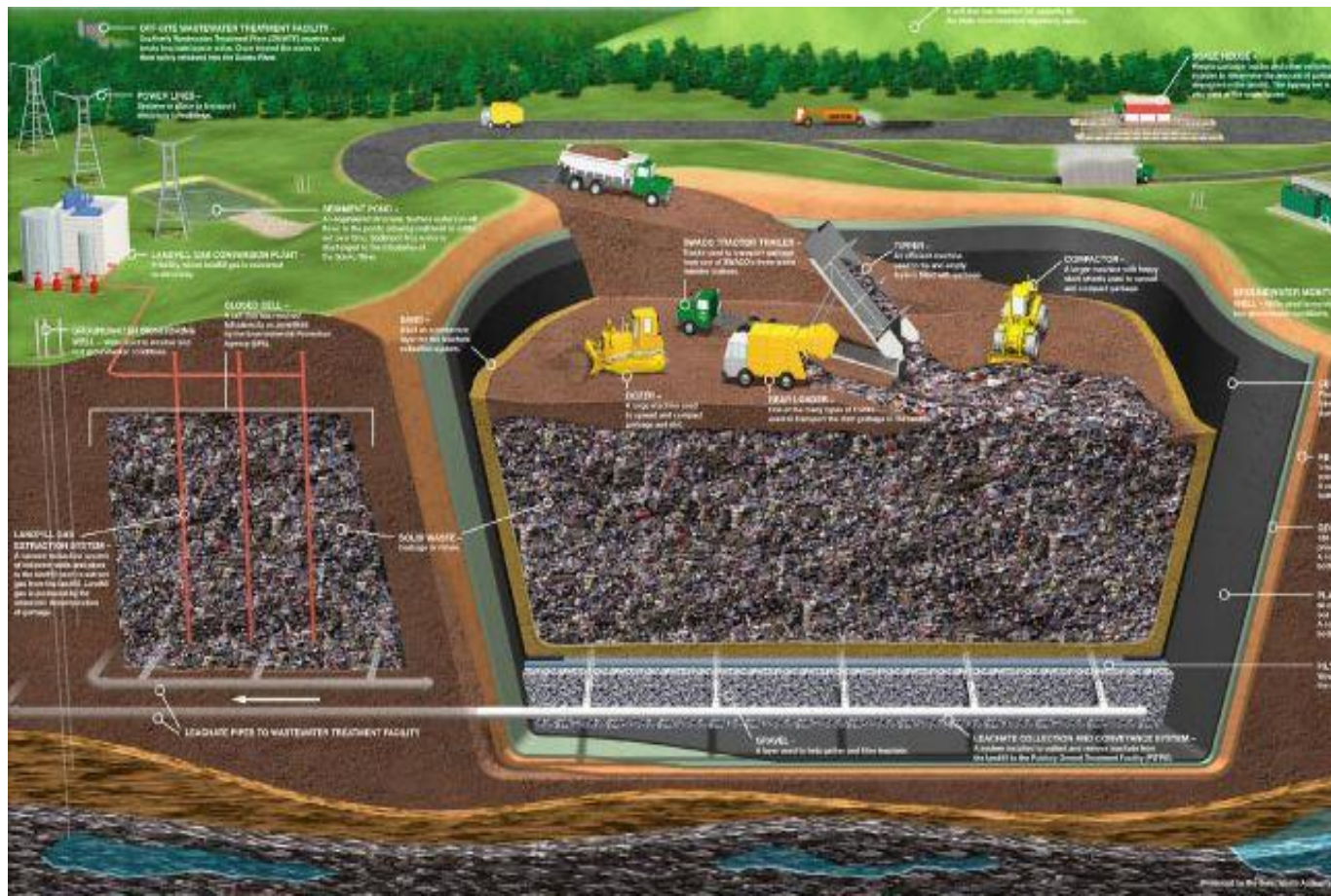


Disposición Final de RS:



RELLENO SANITARIO

- ▶ Son instalaciones de ingeniería diseñadas y operadas para la contención a largo plazo de desperdicios sólidos.
- ▶ El diseño varía según la ubicación de la instalación.



Tipos de rellenos:

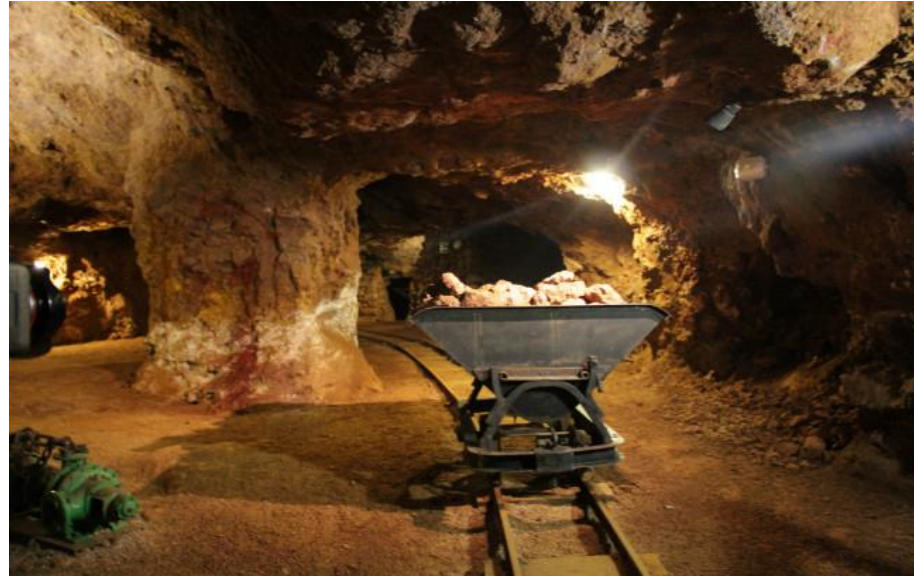
1. Para escombros de construcción:



2. Para RSU:



3. Para RSI (cenizas y desperdicio de minas):



4. Para residuos peligrosos:



¿Dónde establecer un relleno sanitario?

- ▶ Lugares de bajo riesgo para el ambiente.

Considerar:

- ❑ Minimizar costos de transportación.
- ❑ Sitios menos propensos a factores climáticos extremos (lluvia o aire).
- ❑ Sitios de tierras que puedan usarse en la construcción.
- ❑ Coincidir con el sitio con un uso final de relleno en beneficio de la comunidad.
- ❑ Usuarios que puedan hacer uso-beneficio de RS o energía derivada.



Corte de un relleno sanitario

Módulos

El área se divide en módulos. Los camiones circulan por terraplenes hasta el módulo que se está llenando.

Extracción de líquidos

Deben ser retirados para recibir tratamiento.

Gases

La descomposición de la basura produce gases, principalmente metano, que se eliminan por venteo.

Pozo de control

Para tomar muestras de agua de la napa.

Impermeabilización

El relleno debe estar aislado para evitar que la filtración de líquidos contamine las napas. La base se cubre con polietileno de alta densidad.

Napa freática

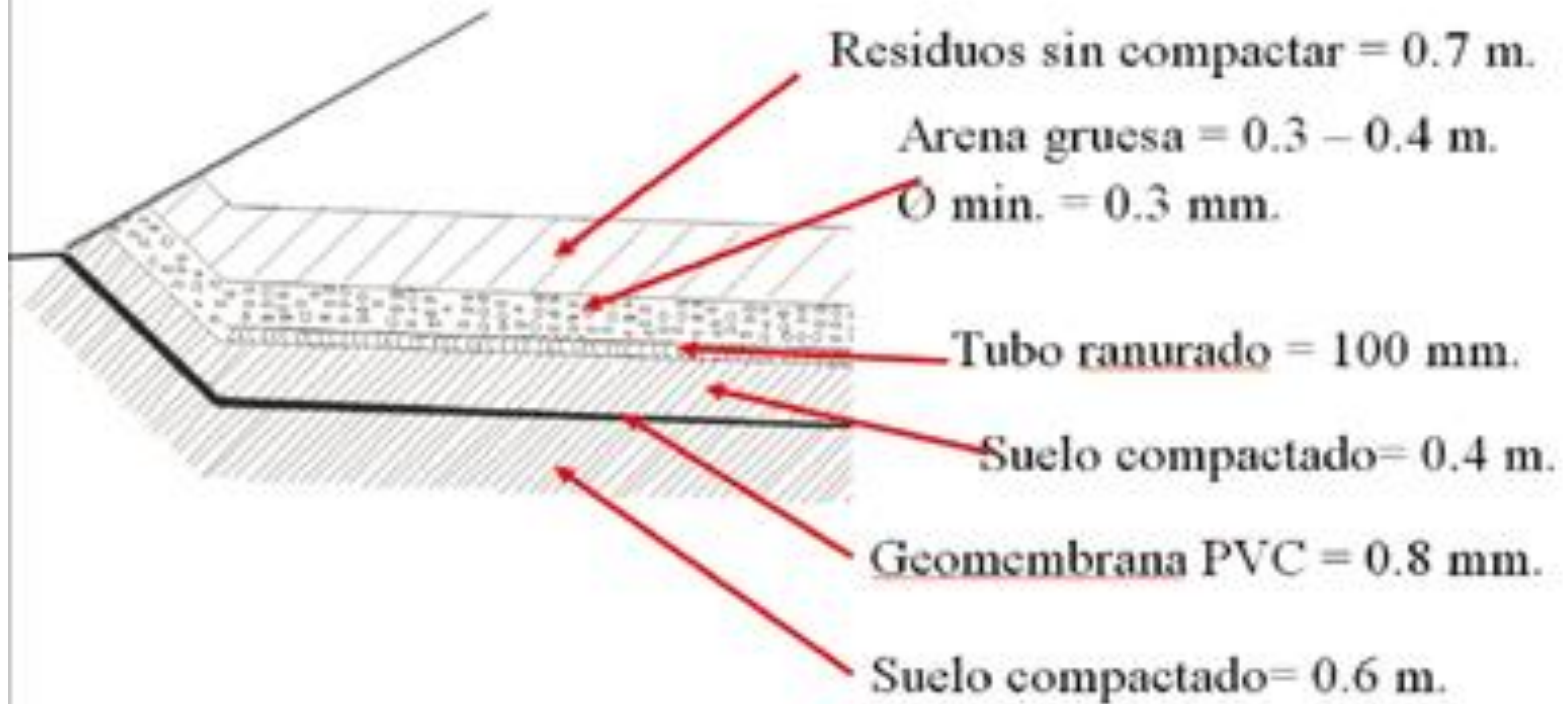
La basura debe ser tapada cada día con una capa de tierra compactada de 20 cm.

Fundación



www.azulambientalistas.org
azulambientalistas@gmail.com
@fundacionazul

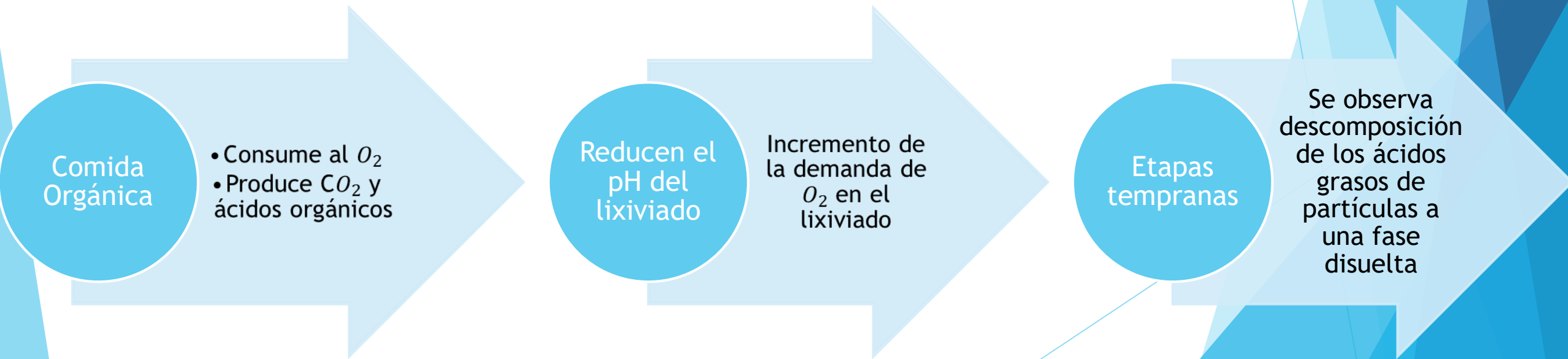
Sistemas de impermeabilización y recolección de lixiviados.



Descomposición de rellenos sanitarios

- ▶ Son sometidos a una serie de reacciones químicas y biológicas interrelacionadas que terminan la cantidad de composición de gas y lixiviado producido

Ejemplo



REFERENCIAS

- Brunner, C. R. (1994). “Hazardous Waste Incineration”. 2 ed. Ed. McGraw-Hill, USA.
- Cole, C. A. y Lory D. A. (1989). “Hazardous and Industrial wastes”. Ed. Technomic publishing company. USA.
- Downi, J. L. Heer J., Higerty D. (2000). “Handbook of solids waste disposal”. Ed. Van Nostrand Reinhold.
- Jayarama, R. P. (2011). Municipal Solid Waste Management”. Ed. CRC Press. India.
- Tchobanoglous, G. Theisen, H. and Vigil, S. (1993). “Integrated Solid Waste Management”. Ed. McGraw-Hill International. USA.
- Young, G. C. (2010). “Municipal Solid Waste: To Energy Conversion Processes”. Ed. Wiley. USA.
- www.google.com . Temas varios relacionados. Consulta: septiembre 2015.

¡Gracias!