

Congreso Internacional: GRAL 2015

*Antigua, Guatemala – 23 al 26 de Junio 2015*

# Tratamiento de los Residuos de Establecimientos de Salud (RES) --

C. E de Janon y L.F. Díaz

EarthGreen, S.A..

Quito, Ecuador

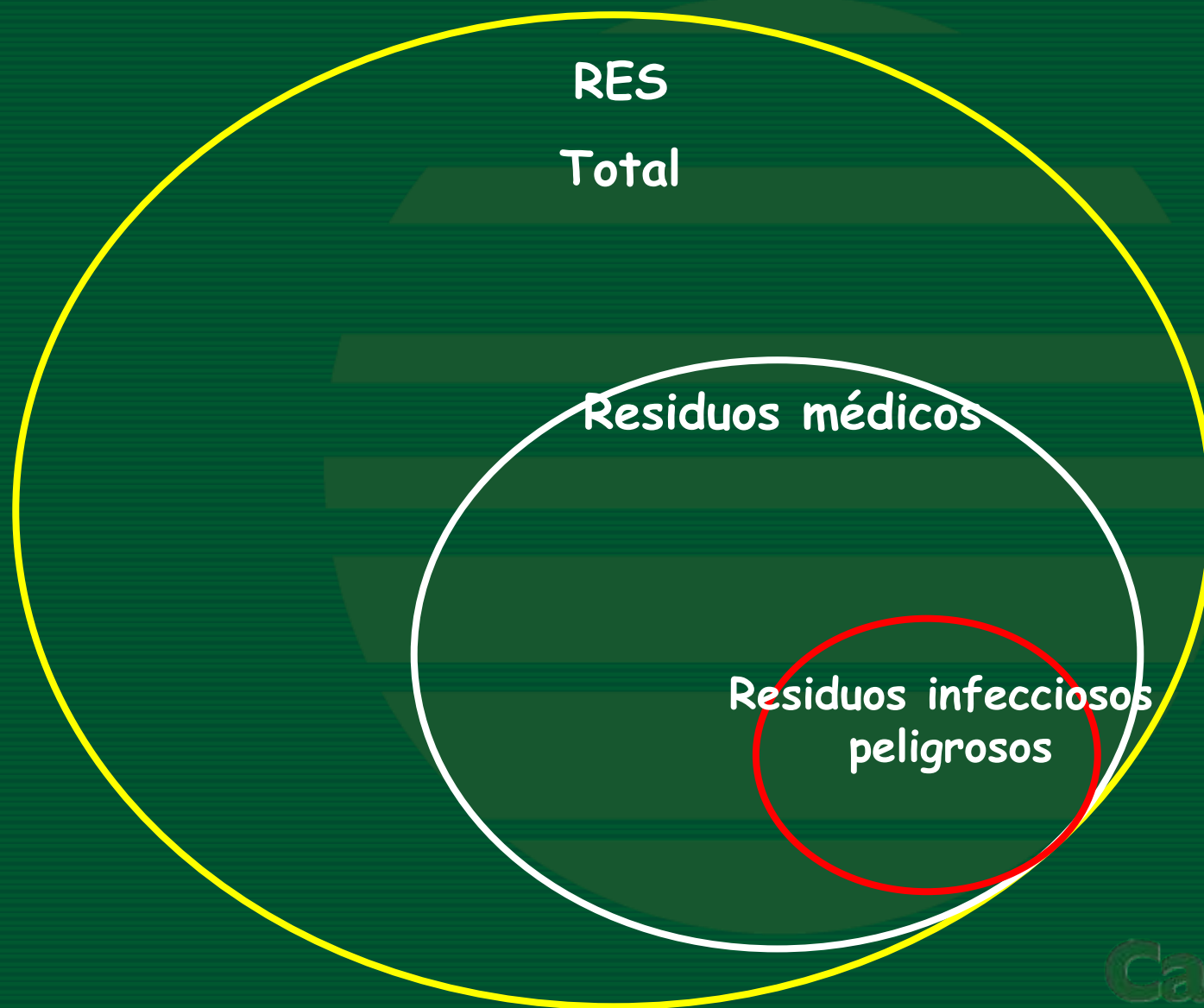
[cjanon@earthgreen.com.ec](mailto:cjanon@earthgreen.com.ec)

CaRecovery

# Introducción

- Todo establecimiento involucrado en los servicios de salud produce algún tipo de residuo
- La cantidad y las características de los residuos varían dependiendo del tipo de establecimiento
- Incremento en la preocupación del público sobre el manejo de los residuos provenientes de los establecimientos de salud
- La preocupación esta asociada con la transmisión de enfermedades por medio de la sangre
- La falta de comprensión de los modos de transmisión ha llevado a regulación adicional

# Relación entre los tipos de Residuos de Establecimientos de Salud (RES)



# Definiciones

- No hay definiciones estándar que son aceptadas universalmente
- La falta de estándares conlleva a confusión:
  - Residuos de establecimientos de salud
  - Residuos médicos
  - Residuos infecciosos
  - Residuos radiactivos
  - Residuos farmacéuticos
  - Residuos peligrosos

# Algunas definiciones (OMS)

- Residuos de establecimientos de salud:
  - Todos los residuos producidos en establecimientos de salud  
(producidos por fuentes mayores y dispersas)
- Residuos peligrosos de establecimientos de salud:
  - Generalmente aproximadamente del 75% al 90% de los residuos generales son similares a los residuos domésticos y solamente entre el 10% y el 25% son peligrosos (infecciosos, tóxicos)

# Actividades de atención de salud

Varias actividades asociadas con la atención de salud para los seres humanos generan residuos tales como:

- diagnóstico y tratamiento
- prevención de las enfermedades
- investigaciones, experimentos

# RES peligrosos

- Infecciosos
- Patológicos
- Corto-punzantes
- Farmacéuticos
- Genotóxicos
- Químicos
- Metales pesados
- Recipientes a presión
- Radioactivos

# Principales fuentes de RES

- Hospitales y clínicas
- Laboratorios
- Centros de investigación
- Investigación con animales
- Centros de sangre
- Centros para el cuidado de los ancianos
- Mortuarias
- Centros de autopsias



# Fuentes menores de RES

- Consultorios de médicos y de dentistas
- Atención de salud en la casa
- Clínicas de psiquiatría
- Funerarias
- Establecimientos de tatuajes y similares
- Acupunturistas
- Servicios de paramédicos
- Otros

# Definición de riesgo

Es la probabilidad que:

el peligro de una sustancia cause daño, y  
la severidad del daño

# Codigos de Colores para recipientes

- Amarillo – para residuos infecciosos
- Marron – para residuos químicos y farmaceuticos
- Negro – para residuos comunes

# Recolección de los RES

- Establecer un programa rutinario para la recolección
- Recolectar los residuos de diferentes áreas del establecimiento un mínimo de una vez por día
- Las bolsas para los residuos deben de ser bien selladas
- Todos los recipientes y las bolsas deben de ser adecuadamente identificadas

# Recolección de los RES

- Todos los recipientes y las bolsas deben de ser adecuadamente identificadas
- Recipientes llenos deben de ser reemplazados inmediatamente con recipientes vacíos o con bolsas
- Establecer una ruta segura para el transporte de los residuos dentro del establecimiento

# Áreas para almacenamiento

- Impermeable y segura
- Con buen drenaje
- Superficie liza y fácil de limpiar
- Fuente de agua
- Fácilmente accesible por el personal
- Segura y que se pueda cerrar bajo llave
- Buena iluminación y ventilación
- Acceso controlado
- Control para roedores, insectos, pájaros y otros animales

# Periodos de almacenamiento

## Tiempos de almacenamiento máximo

- En zonas con clima moderado:
  - 72 horas en el verano
  - 48 horas en el invierno
- En zonas con clima caluroso
  - 48 horas durante la estación fría
  - 24 horas durante la estación calurosa

# Transporte externo

- El residuo debe de ser acompañado por una nota de entrega
- Transportista debe de ser reconocido por las autoridades
- El sitio de disposicion final debe de tener un permiso de las autoridades responsables



# Etiquetas para los residuos

- Fecha de generacion
- Lugar de generacion (p.e., departamento/establecimiento\*)
- Cantidad
- Categoria
- Destino\*
- Simbolo de las NU, numero, y nombre del establecimiento\*

\* Para transporte fuera del establecimiento

# Diseño de vehículo para transporte

- Vehículo especial (dedicado para los RES):
  - Tamaño y tipo adecuado con una altura de 2.2 metros
  - Sistema para asegurar la carga
  - Con aire acondicionado en climas calurosos
  - Compartimiento separado para equipo de emergencia

# Diseño de vehículo para transporte

- Vehículo especial (dedicado para los RES):
  - Acabado interno que permita buena limpieza
    - Símbolo internacional de peligro ubicado en un lugar visible

# Métodos de almacenamiento comúnmente usados



# Vista de un Consultorio en un País Industrializado



# Lo que se observa en países en vías de desarrollo





Call Recovery

























Call Recovery





CalRecovery





# Minimización

- Reduccion en la fuente
- Uso de productos reciclables
- Politica de compra
- Segregacion
- Manejo de inventario

# Segregación de los residuos

- Clave para la minimización de los residuos
- Esencial para un manejo eficiente
- Mejora la protección de la salud pública
- Se debe de realizar de acuerdo con requisitos específicos para su tratamiento y su disposición final

# Segregacion de los residuos

- Llevar a cabo por el generador de los residuos
- Debe de ser igual en todo el pais
- Mantener la segregacion desde la produccion hasta la disposicion final

# Re-uso

- Materiales deben de ser re-usados solamente si son diseñados para ese fin
- Jeringas de plastico y sondas deben de ser descartadas despues de un solo uso
- Hay varias oportunidades para el re-uso de objetos que comunmente son descartados

# Oportunidades para la Reducción y el Reciclaje

- Existen varias oportunidades para la reducción de residuos y para el reciclaje:
  - Cambio en los hábitos de compra
  - Reciclaje de materiales que no se ponen en contacto con los pacientes
- Residuos médicos sin tratamiento son potencialmente peligrosos y ofensivos

# Oportunidades para la Reducción y el Reciclaje (cont.)

- El tratamiento debe satisfacer los siguientes objetivos:
  - Adecuados sistemas de control y de registro
  - Simplicidad o dificultad en su operación
  - Necesidad de operadores adecuadamente entrenados
  - Aplicabilidad a condiciones locales
  - Costes
  - Importancia de estandarizar las cargas

# Oportunidades para la Reducción y el Reciclaje (cont.)

- El tratamiento debe satisfacer los siguientes objetivos (cont.):
  - Establece controles para asegurarse que todos los residuos médicos sean tratados
  - Satisface todos los requisitos de seguridad y de salud ocupacional
  - Evita que los operadores entren en contacto directo con los residuos
  - Controla todo tipo de emisiones (gaseosas, líquidas, y sólidas)

# Reciclaje

- Materiales de envoltura pueden ser reciclados:
  - Papel y carton
  - Recipientes de vidrio
  - Recipientes de metal
  - Envoltura de plastica



# Reciclaje (cont.)

Se debe considerar la segregación de materiales que pueden ser reciclados, tomando en cuenta los mercados para dichos materiales

# Proceso de carga de residuos médicos a una planta de tratamiento



# Opciones para el tratamiento y la disposicion final

## Objetivos del tratamiento y disposicion:

- Limitar impactos a la salud publica y al medio ambiente:
  - Transformar los residuos a residuos no peligrosos por medio del tratamiento
  - Almacenar los residuos para evitar contacto con el publico y con los animales
  - Controlar los residuos para evitar sean disperso en el medio ambiente

# Opciones para el Tratamiento y para la Disposición Final (cont.)

- Aspectos ambientales
- Espacio disponible en el centro de salud
- Costos totales asociados con la opción

# Opciones para la disposicion final

- Relleno sanitario municipal
- Enterrar dentro de la propiedad del establecimiento
- Descarga al desague, etc.

# Criterios para seleccionar opciones

- Reglamentos actuales
- Opciones disponibles en la region
- Cantidades de residuos generados
- Disponibilidad de personal calificado
- Disponibilidad de tecnologías en el mercado

# Criterios para seleccionar opciones (cont.)

- Disponibilidad de opciones para la disposición final
- Aspectos ambientales
- Disponibilidad de espacio en el establecimiento de salud
- Costos relacionados con inversión de capital y con el mantenimiento
- Determinar si el público acepta la opción

# Opciones para el tratamiento de los residuos

- Trituración
- Desinfección química
- Autoclave
- Incineración
- Encapsulación
- Micro-onda
- Otros



# Trituración de componentes de los RES



# Desinfección química simple

- Tratamiento por contacto con productos comúnmente usados para la desinfección de la superficie:
  - requiere trituración de los residuos
  - Puede introducir químicos fuertes al medio ambiente
  - Su eficiencia depende las condiciones operacionales
  - Solamente la superficie es desinfectada
  - Tejido humano no se debe de desinfectar
  - Requiere disposición especial para evitar contaminación del medio ambiente

# Sistemas de desinfección química comerciales

- Existen en el mercado varios sistemas, completos, totalmente automáticos que contienen opciones como:
  - Trituración de los residuos
  - Tratamiento químico
  - Encapsulación

# Sistemas comerciales de desinfección química (cont.)

- Posibles ventajas:
  - Disposición de los residuos en rellenos sanitarios
  - No causa impactos negativos en el medio ambiente
  - Fácil de operar
- Posibles desventajas:
  - Requiere operadores especializados para el mantenimiento
  - Pueden ser costosos



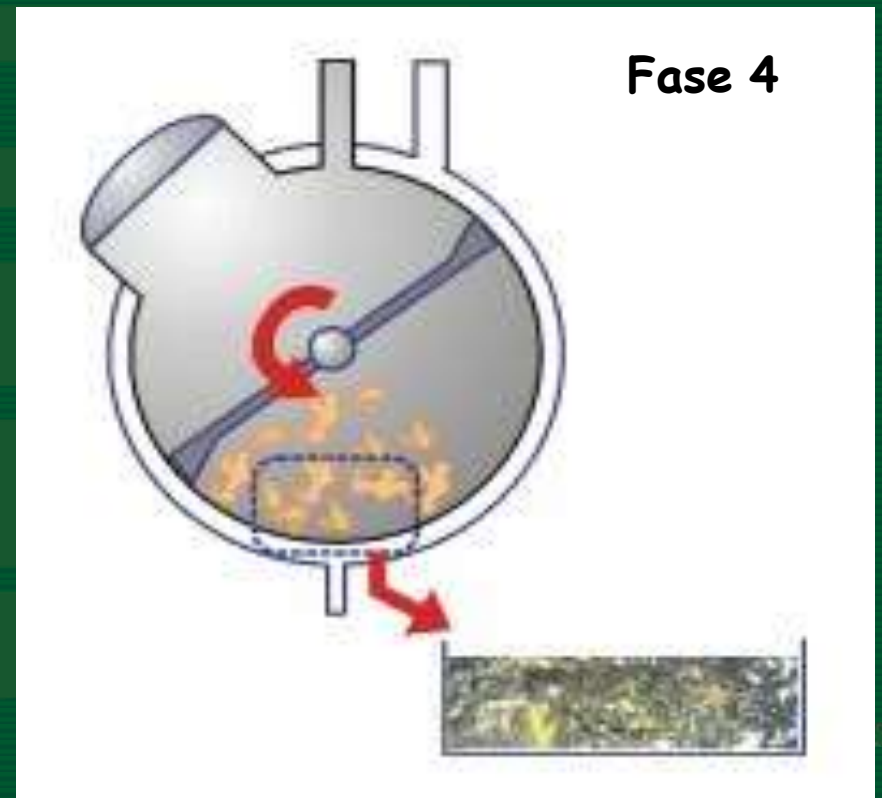
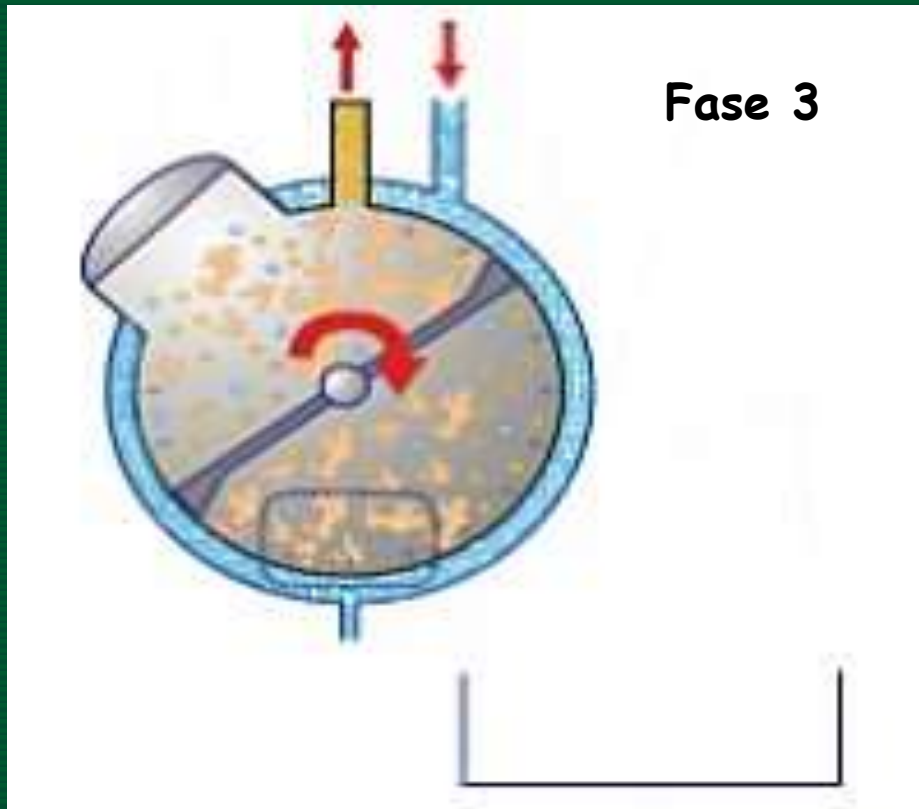
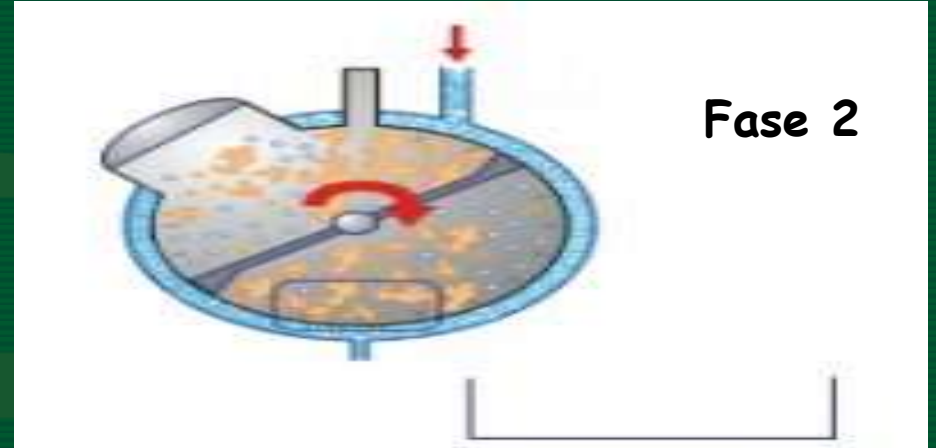
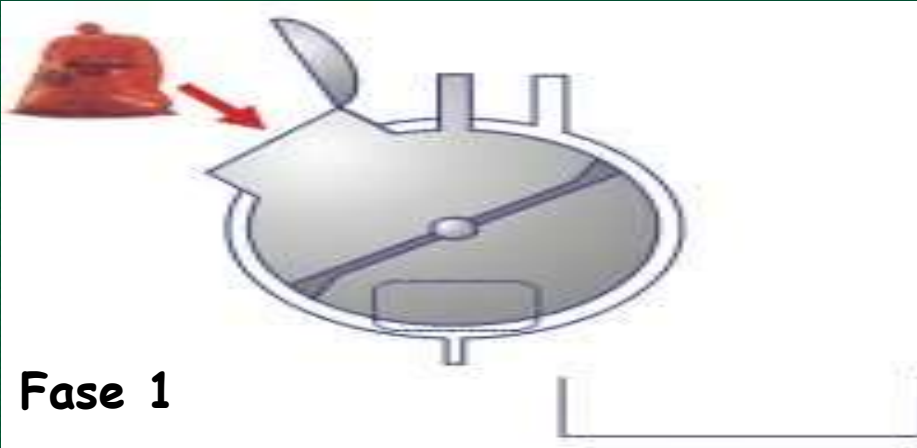
# Sistemas de tratamiento térmico húmedo

- Expone el residuo al vapor bajo presión
- Ejemplos: autoclave, plantas para el tratamiento fuera del establecimiento de salud
- Características:
  - Costos de inversión/operación bajos para equipos simples
  - No causa mayores impactos negativos al medio ambiente
  - No son adecuados para tejidos o para animales muertos grandes
  - Necesita operarios bien entrenados

# Tecnología de alimentación por barrena

- Proceso continuo, térmico, seco:
  - El residuo primero es triturado a un tamaño de partícula de 25 mm
  - El residuo rota a través de una barrena caliente:
    - Aceite circula por un eje central entre 110° a 140° C
    - La retención en el sistema es de 20-minutos
  - Reducción de los residuos:
    - 80% en volumen, 30% en peso
  - Emisiones líquidas y gaseosas deben de ser tratadas

# Autoclaves



# Modelo de autoclave antiguo





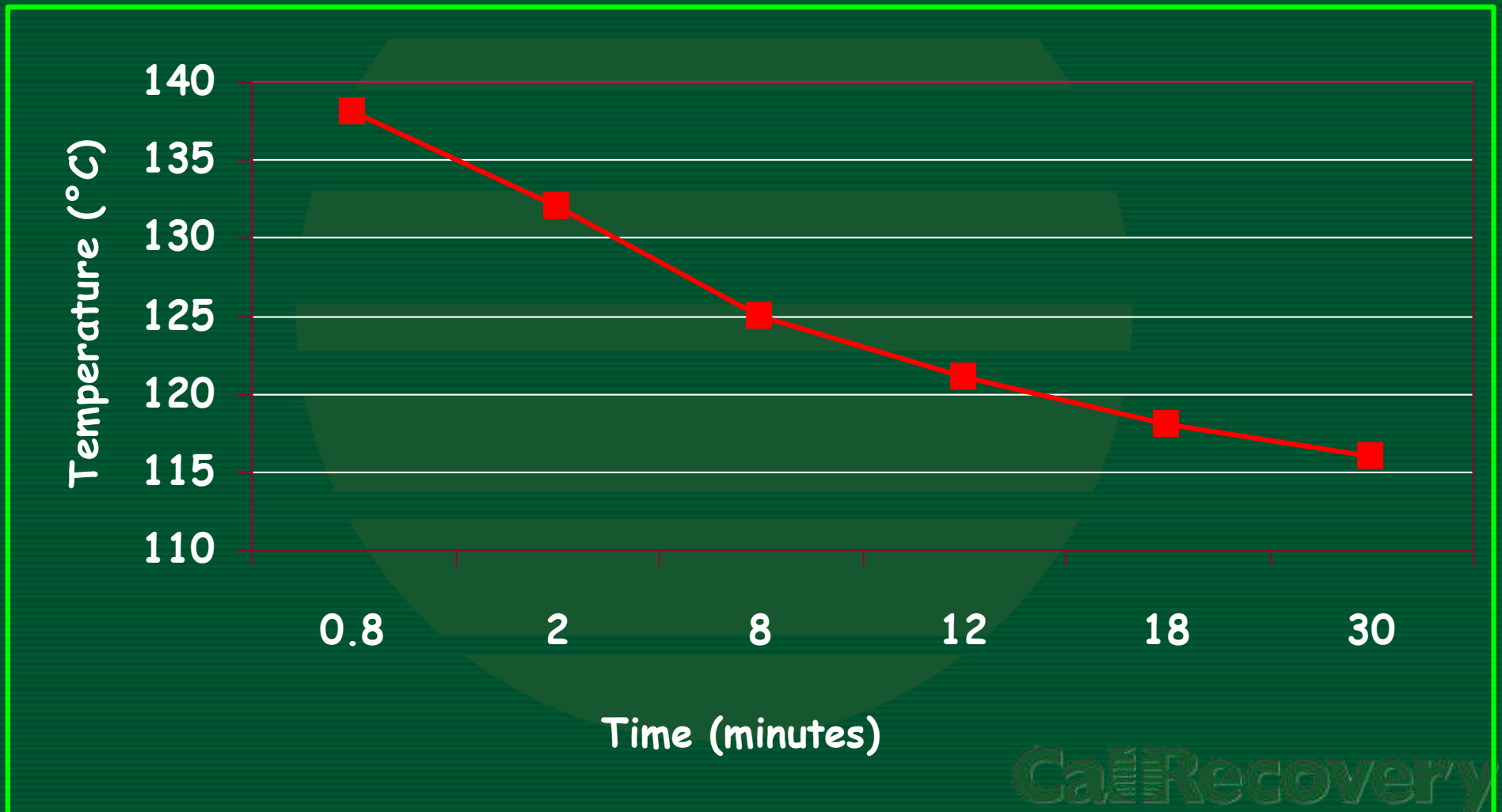
# Autoclaves Modernas



# Autoclaves Modernas



# Relación Tiempo- Temperatura para la esterilización con vapor



# Incineración

- Reduce los residuos orgánicos y combustibles a residuos inorgánicos inertes (cenizas)
- Reduce significativamente el volumen y el peso de los residuos
- Los residuos son transferidos al sitio para disposición final
- Eficiencia del tratamiento depende de la temperatura, turbulencia y el tiempo de retención en el incinerador (las 3Ts) y del tipo de incinerador
- No todos los residuos pueden ser incinerados



# Incineración (cont.)

- Costos de inversión y de operación varían altamente, de acuerdo al tipo de incinerador y al nivel de control de emisiones
- Produce gases de combustión (algunos de los gases pueden ser tóxicos, p.e., dioxinas)



# Residuos que *no* se deben de incinerar

- Mercurio o cadmio
- Recipientes de gas a presión
- Grandes cantidades de residuos químicos reactivos
- Recipientes con metales pesados
- Sales de plata o residuos de radiografía
- Ciertos tipos de plástico ( PVC)
- Residuo radioactivo

# Tipos de Incineradores

- Hornos rotatorios:
  - 1200° C a 1600° C
- Incineradores de doble camara piroliticos:
  - Temperatura de combustion 800 ° C - 900 ° C
- Quemadores de una camara with fondo estatico:
  - 300 ° C - 400 ° C
- Incineradores de campo, simples:
  - < 300° C

# Aplicaciones de Incineracion

- Incineradores municipales
- Incineradores para uso industrial
- Incineradores en el sitio(en el establecimiento de salud)
- Incineradores regionales
- Estufas, hornos para uso industrial (hornos para producir cemento)

# Incineracion de los RES in incineradores municipales

- Verificar la envoltura cuando llega a la incineradora
- Requiere carga especial
- No debe de ser mezclado con residuos generales
- Se recomienda dispositivos para carga automatica
- No se debe de almacenar mas de 24 horas
- Solo se deben introducir durante las condiciones de combustion normales (no durante el inicio de operacion)

# Incineradores de campo, simples

- Incineradores simple de una camara de operacion manual – pueden ser construidos de:
  - Cilindros metalicos
  - Acero galvanizado
  - Arcilla
  - Ladrillo o concreto
- Deben de ser usados como una ultima opcion
- Requiere suficiente combustible y una buena fuente de aire



# Incineracion de RES – Algunas ventajas

- Buena eficiencia en desifencion
- Drastica reduccion de peso y de volumen

# Incineracion de RES – Algunas desventajas

- Eficiencia de tratamiento de residuos quimicos y de farmaceuticos es alta en los hornos rotativos ,  $\sim 95\%$ ; eficiencia es limitada en hornos piroliticos debido a bajas temperaturas
- Emisiones toxicas al aire si no se usan dispositivos para us control
- Dificil de mantener altos niveles de temperatura (eficiencia) en incineradores de campo
- Generalmente los costos de incineracion son altos para temperaturas altas

# “Incineradores” en zonas rurales



# Incinerador de bajo costo en un hospital



# Incinerador de pequeña escala





# Incinerador de pequeña escala



# Estufas usadas para la quema de jeringas



# Vistas de un incinerador simple

No control de emisiones



Ver la carga manual de los residuos









# Incinerador para los RES operado por el sector privado



# Prototipo de un incinerador simple para zonas rurales

- Capacidad  $\sim 0.7$  m cu
- Materiales – ladrillos refractarios y hierro
- Costo aproximado  $\sim 1,000$  US\$
- Requiere protección de los elementos y entrenamiento



# Micro-onda

- Los residuos son triturados
- Se agrega agua para el calentamiento homogéneo
- Las micro-ondas rápidamente calientan los residuos y el agua
- Inactivación microbiológica por medio de conducción, convección y radiación
- Requiere evaluación microbiológica rutinaria
- Los residuos pueden ser compactados para su disposición en rellenos sanitarios

# Micro-onda, pequeña escala





# Micro-onda, escala mayor

