

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA**



ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

ESTUDIO ESPECIAL DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DEL INCINERADOR DE LA VERBENA

POR

**INGENIERO MECÁNICO
FREDY MAURICIO MONROY PERALTA**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
MAESTRO EN ARTES EN INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

Guatemala, mayo de 2007

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO



ESTUDIO ESPECIAL DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DEL INCINERADOR DE LA VERBENA

**INGENIERO MECÁNICO
FREDY MAURICIO MONROY PERALTA**

Guatemala, mayo de 2007

ACTO QUE DEDICO:

DIOS	Por ser fuente de toda sabiduría.
VIRGEN MARÍA AUXILIADORA	Por sus intercesiones ante el Padre.
MIS PADRES	Ramiro (Q.E.P.D) y María Leonor, por ser modelos de ejemplo a seguir.
MIS ABUELOS	Fabián Peralta (Q.E.P.D) y Manuela Barrientos, porque sin ellos no hubiese sido posible esta historia.
MI ESPOSA	Yanira, por su amor, comprensión y apoyo.
MIS HIJOS	Fredy Guillermo, Ana María (Q.E.P.D), María Cristina y Luis Carlos, por su amor incondicional y ser fuente de esa energía que me impulsa a seguir superándome.
MIS HERMANOS	Ana, Ramiro, Guillermo, Jorge y Miriam, por su apoyo moral y material a lo largo de toda mi vida.
MI SOBRINO	José Ernesto, que es como mi hermano menor.
MIS TÍOS	Antonio, Teresa y Fabián, por su incondicional apoyo.
MIS SUEGROS	Manuel Barrera y Cristina Rodríguez, por su amistad.
MIS AMIGOS	Lic. Juan Madrid Cordón, General Carlos Villagrán, Ing. Arturo Estrada, Ing. Manlio Escobedo, Ing. Pedro Kubes, Ing. Otto Andrino, Ana Ávalos, Mynor Figueroa y Welder Vargas, por brindarme su amistad.

RESUMEN

En Guatemala existen 47 hospitales que conforman la red hospitalaria nacional. De éstos sólo los Hospitales de Puerto Barrios y Jalapa cuentan con incineradores adecuados para quemar los desechos sólidos hospitalarios peligrosos (DSHP). Aproximadamente 15 hospitales cuentan con incineradores inadecuados (de una cámara) y los demás, no cuentan con incineradores.

La basura hospitalaria que se produce se quema en fosas sin control o se entierra, pudiéndose producir enfermedades nosocomiales, debido al humo, cenizas, gases tóxicos que puedan provocar efisema pulmonar, cáncer de hígado, cáncer de páncreas. Además, se puede contaminar el manto freático.

En pocos hospitales de la red hospitalaria nacional se tienen incineradores, los cuales no cumplen con el Reglamento 509-2001. En el centro de acopio e incineración de la Verbena se tienen instalados tres incineradores, los cuales se determinará si son adecuados o no, para quemar este tipo de desechos.

Con esta investigación se busca determinar: a) los tipos de desechos sólidos hospitalarios peligrosos que se incineran en el Centro de Acopio la Verbena; b) el tipo de incinerador que se utiliza en el Centro de Acopio la Verbena; c) verificar si el incinerador del Centro de Acopio la Verbena reúne las condiciones de operación y mantenimiento y d) hacer un análisis de costos al incinerar los desechos sólidos hospitalarios peligrosos en el Centro de Acopio la Verbena.

El estudio adecuado del incinerador se basa en analizar los diversos tipos de basura hospitalaria que se produce. Además, se deben de estudiar los aspectos de salud ocupacional y los factores de riesgo: físico y químico, biológico, ergonómico, mecánico, eléctrico y locativo.

El análisis del costo de la operación del incinerador de la Verbena es importante, para decidir si es mejor quemar allí los desechos hospitalarios o es mejor, tercerizar el servicio.

Por la razón del estudio que se efectuará se considera que será del tipo descriptivo y se utilizará el método inductivo.

Luego de hacer los estudios respectivos se determinó lo siguiente: que los desechos que se incineran en la Verbena son bioinfecciosos y patológicos; el incinerador es del tipo 0 (para quemar basura común), por lo que no es adecuado para incinerar estos desechos.

En base a lo anterior se recomienda comprar termotrituradores para fundir la punta de la aguja de los desechos punzocortantes y también, incineradores americanos tipo 4, pues estos pueden quemar los patológicos y bioinfecciosos, para eliminar el peligro. Estos incineradores cumplen la Norma EPA y también es relativamente barata la operación. Además, pueden operar con propano o con diesel. Además, de acuerdo al análisis de riesgos se deben de impartir varias capacitaciones a los operarios de los incineradores.

INTRODUCCIÓN

En Guatemala existen 47 hospitales que conforman la red hospitalaria nacional. De éstos sólo los Hospitales de Puerto Barrios y Jalapa cuentan con incineradores adecuados para quemar los desechos sólidos hospitalarios peligrosos (DSHP). Aproximadamente 15 hospitales cuentan con incineradores inadecuados (de una cámara) y los demás, no cuentan con incineradores.

Los desechos sólidos hospitalarios peligrosos que se producen en los Hospitales, representan un verdadero problema para la salud de las personas, además, de tratar de preservar el medio ambiente. Lo que algunos hacen es enterrar los desechos pudiendo producir con ello contaminación al manto freático. En el capítulo 1 se aborda los desechos sólidos, desde su definición, su clasificación, recolección, transporte interno, almacenamiento y disposición final de éstos.

La incineración surge como una necesidad de transformar los residuos o desechos sólidos por el hombre para reducir la contaminación. El capítulo 2 trata sobre los incineradores y las partes de éstos: cámara de combustión, cámara de post-combustión, cuerpo principal, los refractarios de cara caliente, capa intermedia y capa externa, los quemadores, el sistema de control de los quemadores y el tablero de control.

En el capítulo 3 se basa en aspectos de salud ocupacional y los factores de riesgo: físico y químico, biológico, ergonómico, mecánico, eléctrico, locativo, etc. Además, los elementos de protección personal. Y en el capítulo 4 se hace un análisis de costos al operar el incinerador de la Verbena, comparado con lo que se pagaría por tercerizar el servicio.

1. ASPECTOS GENERALES

1.1 Generalidades

El Centro de Acopio e incineración de la Verbena lo construyó el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala como una posible solución para tratar los desechos sólidos hospitalarios peligrosos de la Región Central de Guatemala.

Se encuentra ubicado al final del Cementerio la Verbena, ya que la finca fue desmembrada para tal fin y a requerimiento del Ministerio del Ambiente, ese será su único fin.

1.2 Planteamiento del Problema

El Centro de Acopio e incineración de la Verbena maneja desechos sólidos hospitalarios peligrosos los cuales son altamente tóxicos para el personal y las personas que viven en los alrededores.

Por lo anterior, se debe determinar si el Centro de Acopio e incineración cumple con los requisitos mínimos necesarios para el buen tratamiento de éstos desechos.

1.3 Objetivo del Trabajo

1.3.1 Objetivo General

Determinar si el sistema actual de tratamiento e incineración de desechos sólidos hospitalarios peligrosos del Centro de Acopio de la Verbena cumple con los requisitos mínimos necesarios para el buen tratamiento de éstos desechos.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Determinar los tipos de desechos sólidos hospitalarios peligrosos que se incineran en el Centro de Acopio la Verbena.
2. Determinar el tipo de incinerador que se utiliza en el Centro de Acopio la Verbena.
3. Estudiar si el incinerador del Centro de Acopio la Verbena reúne las condiciones de operación y mantenimiento.
4. Hacer un análisis de costos al incinerar los desechos sólidos hospitalarios peligrosos en el Centro de Acopio la Verbena.

1.4 Justificación del Trabajo

Debido a la importancia de quemar adecuadamente los desechos sólidos hospitalarios peligrosos se seleccionarán los aspectos para evaluar el estado de los incineradores. Además, se harán tablas de riesgo ocupacional dependiendo del tipo de desecho sólido hospitalario que se maneje y se hará un análisis de costos.

Se evaluará los siguientes aspectos del incinerador: a) si puede quemar desechos patológicos adecuadamente, b) si cumple con la cantidad de cámaras requeridas por la Norma EPA (por lo menos dos) y si las temperaturas son adecuadas en cada cámara, c) tiempo de residencia de dos segundos en la segunda cámara (para que los gases salgan inertes) y d) los factores de riesgo para verificar la probabilidad de sufrir un accidente.

1.5 Alcance del Trabajo

Se evaluará si el tipo de incinerador colocado en la Verbena cumple su función adecuadamente. Si el tipo de incinerador no es el adecuado, sugerir el incinerador idóneo para quemar los desechos sólidos hospitalarios peligrosos en el Centro de Acopio la Verbena; que sea confiable para el medio ambiente, la operación y el mantenimiento.

Se analizará si el incinerador de la Verbena cumple con el Reglamento Nacional 509- 2001, con las Norma EPA y con la norma colombiana.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

RECUPERACIÓN DE LA EXPERIENCIA

1. Reglamento 509 - 2001, Para la tratamiento y disposición final de los desechos sólidos hospitalarios peligrosos. Contiene las características que debe cumplir el centro de acopio.
2. Manual de operación y mantenimiento de incineradores. Describe los incineradores de la Empresa Nacional Incinerator.
3. Manual de Gestión de Desechos Sólidos Hospitalarios. Define los tipos de desechos sólidos hospitalarios.
4. Manual del Área de Servicios Generales. Define los tipos de mantenimiento que se realizan a diferentes equipos industriales.
5. Manual de valorización energética de residuos y pirolisis. Define el poder calorífico de cada uno de los desechos.
6. Manual del incinerador 2H46M de Innovaciones Médicas. Nos proporciona la operación, el mantenimiento del incinerador.
7. Manual de aspectos de salud ocupacional. Define los riesgos al operar un incinerador: Ruido, iluminación, temperaturas extremas, vibraciones, radiación (ionizante y no ionizante), presión anormal.
8. Manual de aspectos de salud ocupacional 2. Define los factores de riesgo: físicos, químicos, eléctricos, físico químicos, locativos, riesgos generales y pondera cada uno de estos.
9. Observaciones directas al sistema de incineración del Centro de Acopio la Verbena. Estas con el objeto de observar y analizar el funcionamiento actual de los incineradores.

3. MARCO TEÓRICO O ASPECTOS TÉCNICOS

3.1 Desechos Sólidos Hospitalarios Peligrosos

3.1.1 Definición de los Desechos sólidos bioinfecciosos

Son los elementos materiales orgánicos o inorgánicos, en estado sólido o semisólido, que presentan cualquier característica de actividad biológica, que pueden afectar directa o indirectamente a los seres vivos o causar contaminación del suelo, del agua o de la atmósfera; que sean generados con motivo de brindar servicios de salud humana o animal con fines de prevención, control, atención de patologías, diagnóstico y/o tratamiento y rehabilitación, así como también, en la investigación y/o producción comercial de los elementos biológicos.

3.1.2 Clasificación de los desechos

En base al diferente tratamiento de estos desechos se les clasifica:

3.1.2.1 Desechos comunes

Son los provenientes del centro asistencial, no han estado en contacto con los líquidos orgánicos del paciente. Son los producidos en áreas administrativas, áreas sin restricción, depósitos, talleres, y sitios de preparación de alimentos. Los desechos bioinfecciosos que se subdividen en infecciosos, patológicos y punzocortantes.

3.1.2.2 Infecciosos

Son los que provienen de elementos utilizados por o con el enfermo, que se encuentran húmedos y/o con líquidos biológicos (vómitos, orina, materia fecal, sangre, bilis, contenido intestinal, pus, expectoración, loquios, líquidos de drenaje). Se clasifican en: a. Materiales provenientes de salas de aislamiento, b. Materiales biológicos y c. sangre humana y productos derivados.

3.1.2.3 Patológicos

Se consideran patológicos a los desechos provenientes de áreas de internación, emergencias, terapia intensiva, quirófanos, salas de parto, salas de autopsias y morgue; laboratorios clínicos, bacteriológicos, anatomía patológica, de investigación, de hemoterapia, consultorios odontológicos y cuerpos de animales de experimentación y sus excrementos, etc. Incluyendo los desechos alimentarios de áreas infectocontagiosas. Incluyen restos de sangre y derivados, de cultivos de laboratorio.

3.1.2.4 Punzocortantes

Ampollas, jeringas, hojas de bisturí, objetos cortantes o punzocortantes y material descartable usado; elementos impregnados con sangre u otras sustancias putrescibles que no se esterilizan.

3.2.1.5 Desechos químicos

Se dividen en siete tipos:

1. Radiactivos

Son los desechos ionizantes cualquiera sea su origen provenientes de los servicios de radiología, radioterapia, bomba de cobalto y otras emisiones de radiación (pilas). Serán manejados de acuerdo a las normas establecidas en cada país.

2. Reactivos (de laboratorio)

3. Corrosivos (elementos de limpieza de áreas críticas o de lavandería)

4. Inflamables (líquidos de anatomía patológica como xilol, tolueno, etc.)

5. Tóxicos (fármacos vencidos)

6. Citotóxicos (medicamentos oncológicos)

7. Explosivos (gases medicinales o equipos médicos)

3.1.3 Principales Procesos de Generación de los Desechos

1. Las unidades de atención de salud generadoras de desechos sólidos biopatogénicos, en adelante UNIDADES GENERADORAS deben de realizar la segregación de los desechos.

2. Las unidades generadoras en calidad de dueños de los desechos que generen, serán responsables por el daño directo o indirecto, que estos puedan producir.

3. Las unidades generadoras serán responsables de: la capacitación del personal afectado, la limpieza y desinfección de las instalaciones, equipos y medios que se utilicen con los desechos generados, la provisión de equipo de protección y poseer un stock mínimo de bolsas.

3.1.4 Acumulación de los desechos en las Unidades Generadoras

- Serán acumulados en recipientes de 20 litros (máxima capacidad), material inerte, resistentes a abrasión, erosión, agentes químicos o impacto, con encuentro de paredes y fondo cóncavos, preferentemente troncónicos, con tapa hermética, sin bordes filosos, con asas y fácilmente higienizables.

- Las bolsas para desechos comunes son negras, para desechos infecciosos y patológicos son rojas y para desechos punzocortantes son contenedores especiales

- Características de las bolsas: impermeables y un espesor mínimo de 60 micrones para desechos comunes y 120 micrones para desechos infecciosos y patológicos. Deben resistir el peso a almacenar, permiten el cerrado hermético y son fácilmente combustibles.

- Se utilizará doble bolsa cuando los desechos sean infecciosos y patológicos.
- Las bolsas deben de ir perfectamente identificadas.

3.1.5 Recolección de desechos

Las bolsas de DSHP deberán ser retiradas con frecuencia, no pudiendo permanecer más de 8 horas en los lugares de generación.

3.1.6 Transporte Interno

- Deberá realizarse en condiciones de seguridad.
- Los carros que se utilicen deben de ser para ese fin únicamente.
- El movimiento se realizará en el momento de menor movimiento de personal.
- No podrán dejarse almacenadas bolsas en los carros.
- Se descontaminarán diariamente con detergente y una solución de hipoclorito de sodio al 1%.

3.1.7 Concentración o Almacenamiento de los Desechos

- Se deberán establecer áreas exclusivas para almacenar los desechos hasta por 48 horas máximo.

Las áreas deben de cumplir con las siguientes características:

- De uso exclusivo para acopio de este tipo de desechos.
- Estar techado, correctamente iluminado y ventilado, evitándose que las bolsas de desechos queden expuestas a los rayos solares.
- Poseer paredes y pisos impermeables y fáciles de higienizar.
- Piso con inclinación para facilitar su limpieza, desinfección y posterior drenado de líquidos a una cámara de retención, como paso previo a sus destino final.
- Elementos de limpieza en cantidad y condiciones adecuadas.
- Deberá estar ubicado en las adyacencias del incinerador o el sitio de carga que los transporten a la unidad de tratamiento.
- Serán recintos de acceso restringido, amplios para permitir las operaciones de carga, descarga y acopio de materiales a tratar.
- Tendrán contenedores en cantidad suficiente y pintados según los colores de la presente norma.

3.1.8 Tratamiento por Tipo de Desechos

El tratamiento de los DSHP deberá realizarse mediante cualquiera de los métodos que se indican a continuación:

- Incineración
- Enterramiento por relleno de seguridad
- Esterilización por autoclave

3.1.9 Transporte y Tratamiento Externo

Se pueden utilizar empresas que brinden el servicio, siempre y cuando cumplan con el reglamento nacional.

3.1.10 Disposición Final de los Desechos

La disposición final de los DSHP, una vez incinerados o esterilizados por autoclave, podrá ser similar a los de los desechos comunes.

La disposición final de los desechos radiactivos será la que establezca para los mismos el Ministerio de Energía y Minas.

La disposición final de los desechos químicos se hará de acuerdo al Reglamento de la autoridad competente.

3.1.11 Protección Personal

Consistirán en guantes, botas punta de acero y suela antideslizante, ropa de trabajo adecuada pantalón de lona de doble remache, camisa para uso industrial manga larga, gafas, casco. Hay que tener mucho cuidado en estas instalaciones la ropa no hay que llevarla a casa y los zapatos hay que dejarlos afuera, tipo médico. No importando la hora que llegue a casa, deberá bañarse.

3.1.12 Inscripción en el Registro Nacional de Generadores de DSHP

La inscripción es obligatoria para la autorización o funcionamiento.

3.1.13 Seguimiento y Evaluación

Estarán a cargo de los responsables de calidad de cada servicio.

3.1.14 Implementación de Mejoras

Aplicar un programa de mejoramiento continuo que aplique las recomendaciones de mejoras del programa de seguimiento y evaluación. Deberá tener recomendaciones con qué, quién, cuándo, cómo y dónde.

3.1.15 Tipos de Desechos

Tipo de desecho	Principales componentes	Composición % por peso	Contenido de humedad %	Porcentaje de sólidos incombustibles	BTU /lb
0	Desecho altamente combustible, papel, cartón	100 %basura	10	5	8500
1	Desecho combustible	80	25	10	6500
2	Desechos de fuentes residenciales	50	50	7	4300
3	Desechos de restaurantes animales y vegetales	65	70	5	2500
4	Desechos orgánicos sólidos, órganos, etc.	100 animal y humano	85	5	1000

3.2 Incineradores

La Incineración surge como necesidad de transformar los residuos o desechos producidos por el hombre para disminuir la alta contaminación a nivel de suelos, agua y aire, estos residuos son transformados en material inerte y en gases. El propósito de la incineración es pues, destruir todos los compuestos orgánicos peligrosos y evitar la emisión de los mismos a la atmósfera.

El proceso se podría resumir así:

En la cámara de combustión, el desecho queda expuesto a la llama directa del quemador dándose lugar lo siguiente:

Temperatura entre 100 y 250°C: secado del residuo (función del porcentaje de humedad del residuo).

Temperatura entre 250 y 600°C: comienza la combustión por radiación que proviene de los gases de combustión, además se desprenden diferentes tipos de gases provenientes de la descomposición térmica y carbonización de los residuos.

Temperatura entre 600 y 800°C: combustión generalizada en toda la masa de combustible.

Como se puede deducir en ésta cámara se producen los gases de combustión y de descomposición térmica del residuo, los cuales hay que controlar en cuanto al volumen ya que en exceso presurizarían la cámara, razón por la cual el quemador se calibra con defecto de aire para que halla una menor liberación de calor y por consiguiente una baja velocidad de gases.

Otro parámetro a considerar en esta cámara es la temperatura requerida. Los gases al abandonar esta cámara, pasan a las cámaras de postquemado en donde se tiene una temperatura superior a 1100°C, a esta temperatura y con el aire adicional, se provoca una rápida oxidación de ellos produciendo dióxido de carbono, y vapor de agua.

3.2.1 Partes de un incinerador

3.2.1.1 Cámara de combustión:

En esta cámara se realiza una combustión incompleta (gasificación) a temperatura controlable, la cual depende del tipo de basura a incinerar. Generalmente se somete a una temperatura entre 850 y 1000°C y con un tiempo de residencia mayor de un segundo. Esta cámara tiene un quemador con su correspondiente control de temperatura, el cual está posicionado con un ángulo especial en dirección hacia el material sólido depositado en el horno.

3.2.1.2 Cámaras de Post-Combustión:

Se tiene una cámara de post-combustión a la que ingresan los gases generados en la primera cámara, los cuales se queman a una temperatura regulable de 1,150 a 1,300°C. En esta cámara se termina la combustión de los gases y se elimina cualquier residuo orgánico no quemado (olores, gérmenes, etc.). Tiene un quemador, el cual posee igualmente el sistema automático de programación de temperatura a través de su propio controlador.

3.2.1.3 Cuerpo principal:

La estructura metálica del horno, tiene como finalidad, hacer el horno auto soportado y está calculada para resistir todas las cargas mecánicas. En ella se instala toda la mampostería refractaria, aislamientos, quemadores, puntos de inspección, de atizado, de retiro de cenizas y la compuerta de carga para el sistema manual de alimentación.

Todo el incinerador en la parte interna va en contacto con el producto a incinerar, las llamas o los gases de combustión, por lo tanto, se construye de cemento refractario con temperatura de fusión en atmósfera oxidante superior a 1820°C. En la parte exterior al horno va cubierto con una cámara de acero de ¼" de espesor.

Refractario de la cara caliente: el revestimiento del horno se encuentra haciendo contacto con los gases de combustión y con las partículas sólidas. Debe de poseer alta refractariedad, alta resistencia al choque térmico, resistencia a los fundentes y resistencia al ataque por atmósfera reductora.

Refractario en la capa intermedia: en la capa intermedia se usa un refractario aislante para bajar la temperatura de la pared externa y minimizar las pérdidas de calor.

Refractario en la capa externa: básicamente la capa externa de la mampostería del horno tiene como objeto bajar la temperatura de la chapa y disminuir la transferencia de calor hacia el exterior del horno.

3.2.1.4 Quemadores:

Se utilizan quemadores de bloque cerámico, aptos para altas temperaturas. Son de alta turbulencia, alta relación, alto y bajo fuego y especiales para trabajo pesado. Poseen interruptores de seguridad por baja presión de aire y sistema de monitoreo de llama. Pueden trabajar con combustible diesel o con gas.

El sistema de control de quemadores, es un sistema alto - bajo fuego, que mantiene la temperatura de operación dentro de los rangos seleccionados y con un sistema de protección para apagar el quemador si la temperatura excede de un límite prefijado. Además, posee un ventilador para control del aire.

3.2.1.5 Tablero de control:

Tiene todo el circuito de control del proceso y consta de: Interruptor general, interruptores de los quemadores, control e indicador de temperatura, monitores de llama, contactores, relés térmicos, transformador, protección para el sistema de control, luces piloto que indica si los quemadores están funcionando, temporizadores y alarma visual.

3.2.2 Tratamiento por Incineración

El tratamiento se podrá realizar en la Unidad Generadora.

El incinerador deberá por lo menos tener dos cámaras. La primera cámara deberá alcanzar una temperatura de 850°C y la segunda cámara una temperatura de 1200°C en la segunda cámara y un tiempo de residencia de los gases de dos segundos.

La Norma colombiana que está basada en Norma alemana exige 1200°C, la Norma americana (EPA) exige 1140°C y la Norma guatemalteca exige 1300°C.

Es una temperatura demasiado elevada, además en la EPA indican que no es la temperatura lo más importante, si no el control de las emisiones al ambiente.

El tipo y características del horno incinerador serán tales que resulten adecuadas a la cantidad y tipo de desechos a tratar, de manera que los gases no produzcan contaminación atmosférica.

La capacidad del horno incinerador deberá ser suficiente como para incinerar adecuadamente el volumen de los desechos recolectados en una jornada.

3.2.3 El Incinerador de la Verbena

Está ubicado al final del Cementerio la Verbena, en la zona 7 de la Ciudad de Guatemala. Este es un incinerador para quemar desechos tipo 0, es decir, que sirve para quemar desechos altamente combustibles como papel y cartón (desechos comunes), con un contenido de humedad de 10%, de sólidos incombustibles de 5% y con un valor de 8500 BTU/lb.

Además posee una altura de chimenea de 5 metros aproximadamente.

Es un incinerador de tres cámaras, con una temperatura máxima de 1000°C en la segunda cámara, construido con ladrillo refractario. Con una capacidad de incineración de 100 libras/hora de desechos tipo 0.

Las especificaciones del incinerador son las siguientes:

Cubierta refractaria: es de adaptación hidráulica aplicable a incineradores usados para desechos generales.

Coraza del incinerador: toda soldada. Se complementa con un corazón de piso sólido cerámico, cámara primaria, cámara secundaria y cámara de clarificado. Equipado con ventilador de aire de combustión, quemadores, controlador de los quemadores y chimenea.

El incinerador opera bajo una presión de aire negativa y en paquete completo, hecho y ensamblado de fábrica, auto contenible. Se provee de agarraderas para levantado, para facilitar el traslado y el montaje.

Reducción de peso: el incinerador deberá reducir el desecho hasta un 10% de toda la carga combustible.

El incinerador está construido de lámina de acero 12 ga., conforme a la ASTM-A-569, armazón reforzada conforme ASTM-A-36.

La puerta de carga está construida para permitir expansión y contracción.

El hogar está diseñado para eliminar cualquier fuga de desecho líquido.

El nivel de sonido a 0.328 metros del incinerador no excederá de los 85 decibeles.

El método de carga es manual con una puerta de una pieza de 0.68 m * 0.56 m (27" * 22"), para elevarse únicamente.

3.3 Condiciones de Operación y Mantenimiento

3.3.1 Aspectos de Salud Ocupacional

Panorama de factores de riesgo característico en el uso de los incineradores

Materias Primas

Para el proceso de incineración se requiere de combustible diesel o gas propano que es tomado como la única materia prima. Sin embargo, durante su jornada el personal debe manipular gran cantidad de desechos industriales para incinerar.

Equipos

Horno incinerador, bombas eléctricas y neumáticas, tanque de almacenamiento de combustible, compresor, tablero de control, carretillas manuales.

3.3.2 Panorama de Factores de Riesgo

Es una técnica o herramienta que nos permite obtener información cualitativa sobre los factores de riesgo existentes, condiciones laborales y ambientales en que se encuentra un trabajador, un grupo de trabajadores en una sección o área determinada o

todos los trabajadores de una empresa, permite la localización y valoración de los mismos para definir su grado de peligrosidad y poder establecer las medidas de prevención y control más adecuadas a las prioridades definidas, además sirve para plantear las actividades referentes a la salud ocupacional.

3.3.3 Clasificación de los Factores de Riesgo

3.3.3.1 Factor de Riesgo Físico

Se refieren a todos aquellos factores ambientales, de naturaleza física, que al ser percibidos por las personas pueden llegar a tener efectos nocivos según sea la intensidad, concentración y exposición de los mismos; entre éstos están:

- Ruido
- Iluminación
- Temperaturas extremas}
- Vibraciones
- Radiaciones (ionizantes y no ionizantes)
- Presión anormal

3.3.3.2 Factor de Riesgo Químico

Abarca a todos aquellos elementos y sustancias que al entrar en contacto con el organismo por cualquier vía de ingreso (inhalación, absorción o ingestión), pueden provocar intoxicación, quemaduras o lesiones sintéticas, según sea su grado de concentración y el tiempo de exposición. Estas sustancias se han clasificado en dos grupos:

Según el estado físico en que se encuentra.

- Sólidos
- Polvos
- Líquidos
- Humos
- Gases y vapores
- Neblinas

Según los efectos que producen en el organismo:

- Irritantes
- Asfixiantes
- Anestésicos y narcóticos
- Tóxicos
- Productores de neumoconiosis
- Productores de alergias

- Cancerígenos

3.3.3.3 Factor de Riesgo Biológico

Se refiere a un grupo de microorganismos (hongos, virus, bacterias, parásitos), que están presentes en determinados ambientes laborales y que al ingresar al organismo desencadenan enfermedades infectocontagiosas, reacciones alérgicas o intoxicaciones.

Estos se pueden encontrar en:

- Servicios higiénicos – sanitarios
- Materias primas
- Instrumentos
- Desechos industriales

3.3.3.4 Factor de Riesgo Ergonómico

Involucra todos aquellos objetos, puestos de trabajo, máquinas, equipos y herramientas, cuyo peso, tamaño, forma y diseño puede provocar sobreesfuerzo, así como posturas y movimientos inadecuados que traen como consecuencia fatiga física y lesiones osteomusculares.

Estos se pueden encontrar en:

- Diseño de puestos de trabajo, máquinas, equipos y herramientas.
- Características de los objetos (peso, tamaño y forma).

3.3.3.5 Factor de Riesgo Mecánico

Se refiere a todos aquellos objetos, máquinas, equipos, herramientas e instalaciones que por atropamiento o golpes pueden provocar lesiones (amputaciones, heridas, traumatismo) y/o daños materiales.

Estos se encuentran básicamente en:

- Sistemas de transmisión de fuerza y puntos de operación
- Estado de las herramientas eléctricas y manuales

3.3.3.6 Factores de Riesgo Eléctrico

Se refiere a los sistemas eléctricos de las máquinas, equipos e instalaciones locativas que conducen o generan energía dinámica o estática y que al entrar en contacto con las personas pueden provocar, entre otras lesiones, quemaduras, shock, fibrilación, ventricular, según sea la intensidad y el tiempo de contacto.

Se encuentran en:

- Redes de distribución

- Cajas de distribución
- Empalmes, tomas, interruptores eléctricos

3.3.3.6 Factor de Riesgo Físico – Químico

Abarca todos aquellos objetos, elementos, sustancias, fuentes de calor o sistemas eléctricos que bajo ciertas circunstancias de inflamabilidad, combustibilidad o defectos, respectivamente, pueden desencadenar incendios y explosiones que traen como consecuencia lesiones personales y daños materiales.

Se clasifican, entre otras, las existentes en:

- Sustancias químicas
- Elementos combustibles

3.3.3.8 Factor de Riesgo Locativo

Comprende aquellos aspectos propios de las instalaciones locativas que por las características de construcción y mantenimiento pueden generar caídas, golpes, atropamientos, etc., trayendo como consecuencia lesiones personales y daños materiales. Básicamente se encuentra en: diseño, construcción y mantenimiento de escaleras, pisos, paredes y techos.

3.3.3.9 Factor de Riesgo General

Se refiere a la forma de almacenamiento, señalización, orden y aseo de las instalaciones, equipos y materiales.

3.3.4 Ponderación de los Factores de Riesgo

Se parte de la base de considerar que todos los factores de riesgo tienen la posibilidad de presentarse en diferente forma y en diferentes niveles. Existe el interés de contrarrestar dicha presentación del factor de riesgo con los controles que la empresa tiene definidos o con los sistemas de prevención y control que puedan encontrar en el medio.

Por tales consideraciones, se establece una escala de valoración general para todo tipo de factor de riesgo de la siguiente manera:

Factores de Riesgos Físico y Químico

Grado	Relación Factor de Riesgo y Control	Porcentaje
1	Existe el factor de riesgo, no hay ningún tipo de control	100
2	Existe el factor de riesgo, hay control en la persona	75
3	Existe el factor de riesgo, hay control en el medio	50

4	Existe el factor de riesgo, hay control en la fuente	25
5	No existe el factor de riesgo o está totalmente controlado por 2, 3 ó 4	0

Factores de Riesgo Biológico

Grado	Relación Factor de Riesgo y Control	Porcentaje
1	Existe el factor de riesgo, no hay ninguna protección	100
2	Existe el factor de riesgo, la persona está protegida con equipos de protección	75
3	Existe el factor de riesgo, la persona está protegida por medio mecánicos	50
4	Existe el factor de riesgo, la persona está protegida por medios biológicos	25
5	No existe el factor de riesgo o está debidamente controlado	0

Factores de Riesgo Ergonómico

Grado	Relación Factor de Riesgo y Control	Porcentaje
1	Existe el factor de riesgo, no hay ninguna protección	100
2	Existe el factor de riesgo, el diseño del puesto de trabajo es inadecuado	75
3	Existe el factor de riesgo, porque el método de trabajo es inadecuado	50
4	Existe el factor de riesgo, hay control en las personas (capacitación) hay posibilidad de mejorarlo	25
5	No existe el factor de riesgo o está debidamente controlado	0

Factores de Riesgo Mecánico

Grado	Relación Factor de Riesgo y Control	Porcentaje
1	Existe el factor de riesgo, no se cuenta con ninguna protección	100
2	Existe el factor de riesgo, se dispone de protección a la persona (equipo de protección personal o aplicación de normas de seguridad)	75
3	Existe el factor de riesgo, hay control en la fuente, pero es ineficiente	50
4	Existe el factor de riesgo y se dispone de separaciones entre la fuente del riesgo y la persona (mallas, guardas, etc.)	25
5	No existe el factor de riesgo o está totalmente controlado	0

Factores de Riesgo Eléctrico

Grado	Relación Factor de Riesgo y Control	Porcentaje
1	Existe el factor de riesgo, no hay ningún tipo de control	100
2	Existe el factor de riesgo, hay control en las personas y en las herramientas pero no en la fuente y en el medio	75
3	Existe el factor de riesgo, hay control en los sistemas de transmisión de energía, pero no en la fuente	50
4	Existe el factor de riesgo, hay control en las máquinas, pero es susceptible de mejorar	25
5	No existe el factor de riesgo o está debidamente controlado	0

Factores de Riesgo Locativo

Grado	Relación Factor de Riesgo y Control	Porcentaje
1	Existe el factor de riesgo, las características de construcción y mantenimiento son inadecuado	100
2	Existe el factor de riesgo, las características de construcción son inadecuadas y se hace buen mantenimiento	75
3	Existe el factor de riesgo, las características de construcción son apropiadas y el mantenimiento inadecuado	50
4	Existe el factor de riesgo, las características de construcción y mantenimiento son apropiado	25
5	No existe el factor de riesgo o está debidamente controlado	0

3.3.5 Diseño de Formato de Inspección de Factores de Riesgo

Se recopila toda la información relacionada con los factores de riesgo existentes en la sección del horno incinerador. El formato consta de variables como: sección, tipo de riesgo, factor de riesgo, fuente generadora, número de expuestos, tiempo de exposición, método de control, descripción del método de control, posible consecuencia, factor de ponderación, grado de peligrosidad.

Valoración y priorización de los factores de riesgo, según su grado de peligrosidad: esta valoración se hace con el fin de tener un dato objetivo, que permita realizar las acciones en un orden prioritario.

3.3.6 Recomendaciones Generales sobre Salud Ocupacional

Con base a los factores de riesgo característicos del proceso de incineración, se presentan las siguientes recomendaciones:

- Primeros Auxilios: Capacitar al personal con un curso de primeros auxilios.
- Botiquín de Primeros Auxilios: Dotar de este en un sitio de fácil acceso, visible, sin obstáculos y debidamente dotado.
- Exámenes Periódicos de control: Debe de haber un seguimiento del estado de salud de los trabajadores (Ficha médica, espirometría, control optométrico y ficha audiológica).
- Programa de vigilancia factor de riesgo ruido: Determinar los niveles de ruido en la sección del horno incinerador.
- Capacitación: Establecer los siguientes temas como requerimiento de capacitación al personal que opere el horno: Principios básicos de prevención y control de incendios, manejo de extintores, primeros auxilios básicos, elementos de protección personal (uso, mantenimiento y almacenamiento), uso de las hojas de seguridad de los productos a incinerar y conocimiento de su terminología.
- Elementos de Protección Personal

Oficio	Equipo de Protección Personal
Operario de Horno	Tapones auditivos Respirador o máscara con filtro para vapores orgánicos Careta de protección para radiación infrarroja Guantes de cuero Delantal y guantes largos de carnaza Gafas de seguridad Zapatos (botas) de seguridad con suela resistente a aceites
Operario de Bodega	Tapones auditivos Careta Respirador o máscara con filtro de vapores orgánicos Delantal de caucho Zapatos (botas) de seguridad de suela resistente a aceites Botas de caucho para reempaques Guantes de caucho y carnaza Gafas de seguridad

- Protección contra incendios: Instalar extintores en lugares seleccionados y ubicados de acuerdo al tipo de riesgo.
- Hojas de seguridad de los Productos: Elaborar una carpeta donde se tengan disponibles las hojas de seguridad de los productos almacenados que van a ser incinerados.
- Permisos especiales: Permiso de fuego (soldadura), permiso de acceso (espacio confinado) y permiso de trabajo (reparación de bombas eléctricas, quemadores, tablero de control, ciclones, etc.).
- Normas de almacenamiento: Dejar una distancia prudencial entre los diversos ambientes del incinerador.
- Señalización y Demarcación: Colocar señales de información: los extintores, botiquín para los primeros auxilios, tuberías de combustible y eléctricas, áreas de trabajo, canecas para basura y el cuarto de control eléctrico del horno incinerador. Colocar señales de obligación: uso de elementos de protección personal. Colocar señales de prohibición: áreas restringidas, prohibido fumar y hacer fuego. Demarcar las zonas de almacenamiento de material a ser incinerado y las zonas de circulación peatonal.

3.3.7 Mantenimiento

Al incinerador sólo se le realizan mantenimientos correctivos y preventivos. Los cuales los realiza la empresa que suministró el equipo.

Las rutinas de mantenimiento son las siguientes:

- Lubricar todos los motores y soportes por lo menos una vez al mes.
- Revisar y limpiar los quemadores cada mes.
- Inspeccionar los componentes refractarios para las reparaciones necesarias cada mes.
- Limpie abertura de las puertas cada semana.

El cuarto de incineración deberá tener buena iluminación, debe de ser limpiado a diario y tener fuentes de ventilación natural y accesos abiertos; para poder proveer aire para la combustión a temperatura ambiente.

3.4 Análisis de Costos

El costo de operación del incinerador es:

4 galones de fuel oil # 2 (diesel) / hora * 8 = 32 galones/día * Q20.00/ galón = Q640.00/día

suelo del operador/día = Q50.00/día

Total Q690.00/día

Las empresas que tercerizan el servicio de incineración de DSHP son: Ecothermo y Alcance Médicos. Estas cobran, en promedio, (\$1.5/libra) incinerada.

Costo Directo		Observaciones
Mano de obra	Q50.00	
Costos Indirectos		
Combustible	Q640.00	
Electricidad	Q64.00	
Agua	Q6.40	
Pago supervisor	Q100.00	
TOTAL/día	Q860.40	

El costo de operación del incinerador es = Q860.40/día.

Para un incinerador de 50 libras/hora, entonces: se pueden incinerar (aproximadamente) 600 libras/día; considerando tiempos muertos para carga y descarga de cenizas, entonces el costo de incinerar una libra es de Q1.43/libra incinerada.

4. TRABAJO PROPUESTO

4.1. Información disponible

En la base a la información recabada en:

- Manual del fabricante de los incineradores y planos de la obra civil del Centro de Acopio de la Verbena.
- Normas EPA.
- Reglamento 509 – 2001 para el manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios Peligrosos.

4.2. Metodología

4.2.1 Método de Sistematización

Por la razón del estudio que se efectuará se considera que será del tipo descriptivo y los métodos a utilizar serán:

4.2.1.1 Método Inductivo

Se partirá de un determinado grado de universalidad, en este caso cada elemento que compone el incinerador y los módulos del centro de acopio, para obtener una universalidad mayor, como lo es el funcionamiento en conjunto del sistema de incineración del Centro de Acopio de la Verbena.

4.2.1.2 Método Analítico

Se obtendrán muestras de la basura hospitalaria y de las cenizas. Además, de tomar mediciones de los gases de combustión, los cuales se compararan con la Norma Guatemalteca y con la Norma de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norte América (EPA).

4.2.2 Técnica de Investigación a utilizar

4.2.2.1 Entrevistas con el personal encargado del manejo y operación de los incineradores del Centro de Acopio la Verbena, para determinar los procedimientos que realizan el en tratamiento de la basura hospitalaria.

4.2.2.2 Lectura y análisis de los manuales existentes en la División de Ingeniería del MSPAS, de los equipos de incineración del Centro de Acopio de la Verbena, para determinar las características típicas de cada elemento.

4.2.2.3 Observaciones directas con el apoyo de operadores y personal auxiliar, para determinar las condiciones cualitativas y cuantitativas de los equipos de

incineración del Centro de Acopio la Verbena, para obtener datos en cuanto a la operación del incinerador, emisiones de gases, producción de cenizas y su enterramiento.

4.3 Resultados

- Los incineradores son del Tipo 0, para basura común.
- Se obtuvo una altura de chimenea de 5 metros, a partir del suelo.
- Se constató, que los operarios no manejan adecuadamente la basura hospitalaria.
- El equipo de protección es inapropiado.
- Las cenizas no están estériles.
- El costo de incinerar los desechos es de Q1.43/libra.

4.4 Discusión de Resultados

- El incinerador Tipo 0 no debe de ser utilizado para quemar desechos hospitalarios peligrosos del Tipo 4.
- La altura es muy pequeña (solamente 5 metros), ya que la norma Colombiana que está basada en Norma Alemana exige por lo menos 15 metros de altura de descarga, a partir del suelo.
- Existe mucho riesgo inmerso en el manejo de la basura hospitalaria. Los cuales están debidamente ponderados en las tablas de riesgo. Debido a que los valores de los factores de riesgo son los siguientes: físico – químico 50%, biológico 75%, ergonómico 50%, mecánico 50%, eléctrico 25% y locativo 50%. Lo que conlleva a considerar que existe en promedio un factor de riesgo 41.66%, la probabilidad de sufrir un accidente con consecuencias lamentables es del 42%.
- Los operarios deberían utilizar como equipo de protección: pantalones de lona de doble remache, camisa industrial, guantes, mascarilla con doble filtro de carbón activado, casco y gafas.
- Si el incinerador no es del tipo apropiado, no alcanzará la temperatura necesaria para dejar inerte lo que quemó.
- El costo de incinerar los desechos es de Q1.43/libra en comparación a los Q3.33/libra.

CONCLUSIONES

1. Los desechos sólidos hospitalarios peligrosos que se incineran en la Verbena son: patológicos y bioinfecciosos, que son del tipo 4.
2. El incinerador de la Verbena es del tipo 0 que sirve para quemar, únicamente, desechos comunes.
3. Existe mucho riesgo inmerso en el manejo de la basura hospitalaria. Los cuales están debidamente ponderados en las tablas de riesgo. Debido a que los valores de los factores de riesgo son los siguientes: físico – químico 50%, biológico 75%, ergonómico 50%, mecánico 50%, eléctrico 25% y locativo 50%. Lo que conlleva a considerar que existe en promedio un factor de riesgo 41.66%, la probabilidad de sufrir un accidente con consecuencias lamentables es casi del 42%. Esto debido a que el incinerador debería de ser del tipo 4, para desechos patológicos y bioinfecciosos.
4. El costo de operación del Centro de Acopio la Verbena es de Q1.43/libra. El pago por tercerizar el servicio es de Q3.33/libra, siendo la diferencia de Q1.90/libra

RECOMENDACIONES

1. Se debe de comprar termotrituradores para fundir la punta de la aguja de los desechos punzocortantes.
2. No utilizar el incinerador ya que este no es adecuado para quemar desechos patológicos, del tipo 4.
3. De acuerdo al análisis de riesgos se deben de impartir varias capacitaciones a los operarios de los incineradores.
4. En base al análisis de costos se concluye que es mejor incinerar allí y no tercerizar el servicio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Manual de operación y mantenimiento de incineradores. Nacional Incinerator.
2. Manual de desechos sólidos hospitalarios peligrosos.
3. Manual de operación y mantenimiento de incineradores. Empresa Nacional Incinerator.
4. Manual de Gestión de Desechos Sólidos Hospitalarios.
5. Manual del Área de Servicios Generales.
6. Manual de valorización energética de residuos y pirolisis.
7. Manual del incinerador 2H46M de Innovaciones Médicas.
8. Manual de aspectos de salud ocupacional.
9. Manual de aspectos de salud ocupacional 2.
10. Marfil Francke B, Lineamientos Metodológicos para la Sistematización en el secretariado rural Perú- Bolivia.
11. Normas EPA.
12. Observaciones directas al sistema de incineración del Centro de Acopio la Verbena.
13. Reglamento 509-2001 para el Manejo de los Desechos Sólidos Hospitalarios Peligrosos.

ANEXOS

Anexo 1: Fotografías del Proyecto la Verbena.



Vista frontal del incinerador



Atizado de las cenizas



Colocación de las bolsas rojas

Anexo 2: Preguntas que guiaron el análisis.

<p>1. ¿Qué tipos de desechos sólidos hospitalarios peligrosos se incineran en la Verbena?</p>	<p>1. Desechos sólidos hospitalarios peligrosos</p> <p>1.1 Centro de Acopio la Verbena</p>	<p>1.a Manual de Gestión de desechos sólidos</p> <p>1.b Reglamento 509-2001</p> <p>1.c Manual de Gestión de desechos sólidos</p> <p>1.1.a Historia del Centro de Acopio la Verbena</p>
<p>2. ¿Qué tipo de incinerador se utiliza en la Verbena?</p>	<p>2. Temperaturas de combustión y Cantidad de cámaras</p>	<p>2.1.a Normas EPA</p> <p>2.1.b Norma Colombiana</p> <p>2.1.c Reglamento 509-2001</p>
<p>3. ¿Cuáles son las condiciones de operación y mantenimiento del incinerador de la Verbena?</p>	<p>3. Condiciones de Operación (Factores de riesgo): físico, químico, biológico, ergonómico, mecánicos, eléctricos, físico-químicos, locativos y generales.</p> <p>3.1 Mantenimiento</p>	<p>3.a Manual del incinerador</p> <p>3.b Reglamento 509-2001</p> <p>3.c Norma EPA.</p> <p>3.d Observación directa centro de acopio la Verbena</p>
<p>4. ¿Cuál es la comparación entre el análisis de costos al incinerar los desechos y al tercerizar el servicio?</p>	<p>4. Costos</p> <p>4.1 de incinerar</p> <p>4.2 de tercerizar</p>	<p>4.a.1 Manual del Incinerador.</p> <p>4.a.2 Entrevista empresas tercerizadoras</p>