

Diseño e implementación de un crematorio de animales domésticos

Enrique F. Caza

*Departamento de Eléctrica y Electrónica
Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE
Sangolquí, Ecuador
fabricio_caza@hotmail.com*

RESUMEN

El crematorio de animales domésticos ha sido diseñado para cumplir la normativa ambiental de emisiones de gases de combustión, además de eliminar olores desagradables producto de una cremación, utilizando quemadores que operan con gas GPL, los controles de temperatura se encargan de mantener temperaturas de 850 °C en la cámara principal y 980 °C en la cámara de postcombustión, la capacidad máxima de cremación es de 100 kg La cremación de los animales domésticos se la realiza en la cámara principal, mientras en la cámara de postcombustión se eliminan olores y material particulado producto de la cremación.

PALABRAS CLAVE:

CREMATORIO

INCINERACIÓN

QUEMADORES

REFRACTARIO

I. INTRODUCCIÓN

Los hornos crematorios para mascotas son un componente vital en el proceso de saneamiento urbano, ya que de poco sirve capturar y eliminar la fauna nociva sino se esteriliza y se acaba con la posible transmisión de enfermedades como la rabia. Aun muerto el perro, la rabia puede seguir activa y llegar hasta el ser humano o animales domésticos. Es importante incinerar de forma controlada los restos de las mascotas.

Crema el cadáver de una mascota y, eventualmente, recuperar las cenizas estériles de la cremación, de manera que su dueño pueda darles un destino que conserve la memoria del desaparecido.

La cremación no es sino un método técnico que acelera el proceso de descomposición normal de la materia, en este caso del cadáver de la mascota,

mediante el empleo de altas temperaturas en un sistema ambientalmente seguro que retorna el cuerpo a sus elementos originales.

La cremación elimina toda posibilidad de infecciones, malos olores, filtraciones de líquidos, contaminación, epidemias y otros riesgos ambientales que pueden ocurrir cuando se entierra al cadáver directamente en el suelo.

Un sistema moderno de cremación no produce ninguna clase de desechos que afecten al medio ambiente. La cremación permite recuperar las cenizas estériles del cadáver de la mascota, por ejemplo en solamente 2 horas un pastor alemán de 45 kilogramos de peso se convierte en apenas 500 gramos de cenizas.

II. MARCO TEÓRICO

El proceso de incineración de los restos animales consiste básicamente en la combustión completa y la calcinación total de toda la materia orgánica, reduciéndose así la masa total inicial a aproximadamente el 7% del volumen original. Las cenizas son totalmente estériles pudiéndose recoger una vez enfriado el horno. Los gases y olores generados durante el proceso de incineración son eliminados completamente mediante un sistema de postcombustión integrado al diseño del equipo. De esta manera se evitan emisiones contaminantes.

El tiempo de residencia de los gases en postcombustión a la temperatura de 980 °C es de 2 segundos.

Los combustibles que se utilizan en los crematorios pueden ser: Gasóleo, Gas natural, Gas propano. Con estos combustibles y con una buena combustión se logra emisiones a la atmósfera totalmente transparentes y exentas de olores.

Disponen de una puerta de cierre hermético con accionamiento eléctrico, cámaras primaria y secundaria en línea, armazón metálico de doble pared, revestimiento con materiales refractarios de alta resistencia, ingreso de aire para combustión, quemadores sellados de alta eficiencia, chimenea con aislamiento interior, control de cremación y ciclos de operación automáticos, deben ser de gran robustez, fácil traslado e instalación. quemadores de última generación, con bujía para encendido y supervisión de la llama por ionización, panel de control totalmente interconectado a los componentes de mando y seguridad, señalizaciones luminosas y sonoras para seguimiento del estado del ciclo, no se requiere dispositivos elevadores para la introducción del féretro.

Un crematorio de mascotas debe lograr destruir el cadáver en su primera cámara, también llamada cámara principal, elevando la temperatura sobre los 850 °C,

los gases resultantes de la combustión de la cámara principal deben ser destruidos en la cámara secundaria o postcombustión, la misma que debe estar sobre los 900 °C, los gases que salen por la chimenea deben ser incoloros e inodoros.

III. DESARROLLO

El crematorio tiene las siguientes características:

1. Sistema de combustión con doble válvula de seguridad, control automático, control contra falla de flama, y control de protección térmica.
2. Tablero de control de las variables de operación del equipo.
3. Fuego lateral al cuerpo que aumenta la eficiencia de la combustión y la velocidad de cremación.
4. Quemadores ecológicos de alta eficiencia y baja generación de NOx.
5. Cámara secundaria integrada que elimina gases y partículas residuales.
6. Material refractario y aislante térmico con fibra cerámica.
7. Puerta de carga electromecánica revestida de material refractario, provista con mirilla.

Dimensiones del crematorio

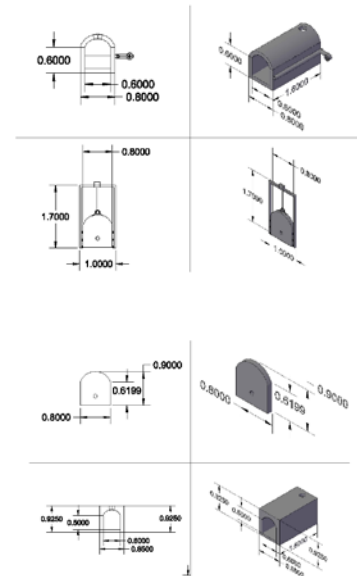


Figura 1. Dimensiones Puerta Frontal y Recubrimiento

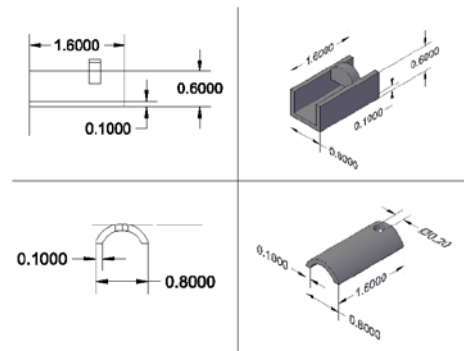


Figura 2. Dimensiones de la cúpula y divisor de cámaras

Características del control a utilizar

Para el crematorio de animales domésticos se requiere 2 tipos de controles, el primero que se encargue de la operación de cada quemador, para el ciclo de encendido, ventilador de aire forzado, presencia de llama y potencia de combustión.

El segundo tipo de control se encargara de utilizar cada quemador de acuerdo a la temperatura seteada por el usuario para la

cámara principal. La temperatura de la cámara de postcombustión será de máximo 1000 °C para precautelar la integridad del refractario, de superar esta temperatura la cámara de postcombustión, se debe apagar los quemadores.

El control de temperatura para el quemador de la cámara principal debe funcionar en modo ON/OFF, ya que se encarga de la destrucción del cadáver y eso lo obliga a estar la mayor parte del tiempo encendido. Al contrario el quemador de la cámara de postcombustión requiere un control PID ya que los gases que llegan a esta cámara ya están a una gran temperatura, por lo que el control debe ser más fino y controlado para evitar la sobretemperatura de la cámara.

El crematorio de animales domésticos requiere una entrada adicional de aire mediante un blower para mejorar la combustión, como finalidad es evitar el exceso de material particulado y/o malos olores presentes por la grasa del cuerpo y el pelaje, adicionalmente cámara de postcombustión acaba de eliminar cualquier rastro de material particulado y/o malos olores.

Los ventiladores de los quemadores deben permanecer siempre encendidos independientemente de que el quemador este generando fuego, con esto el aire que ingresa mantiene a salvo las puntas de los quemadores, ya que las temperaturas

generadas al interior de las cámaras podrían destruirlas.

La puerta de la cámara principal no debe abrirse a temperaturas altas por lo que debe estar controlada por el mismo control de temperatura del quemador principal, con la finalidad de que el quemador se apague automáticamente si el operador debe abrir la puerta, previamente a confirmar la temperatura a la que se encuentra la cámara principal.

El controlador que se ha definido para usar es un Control Marca Watlow Modelo PM6C 1CCC-AAAAAA con opción para trabajar con una termocupla Tipo K revestida con una funda o termopozo de porcelana que soporte las temperaturas de la cámara sin deteriorar el material, la termocupla tipo K es el sensor de temperatura más común utilizado industrialmente. Una termocupla se hace con dos alambres de distinto material unidos en un extremo (soldados generalmente). Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño (efecto Seebeck) del orden de los milivolts el cual aumenta con la temperatura.

Las termocuplas K están hechas con cromel (cromo-aluminio) y alumel (aluminio-nickel) ambos de color plateado brillante pero el alumel es levemente magnético por su contenido de nickel.



Figura 3. Termocupla K en cámara principal



Figura 4. Termocupla K en cámara de postcombustión

Control de fuego

Los quemadores del horno crematorio de mascotas requieren un control que se encargue de:

1. Encendido de ventilador
2. Generar una chispa
3. Apertura de electroválvulas de gas
4. Detección de llama
5. Operación entre primera llama (baja potencia) y segunda llama (alta potencia)
6. Detección de falla de operación

El horno crematorio de mascotas debe ser diseñado e implementado tomando en cuenta que debe ser comercializado, para

lo cual debe cumplir las siguientes características:

1. Un tablero de fácil manejo
2. Mostrar valores reales de temperatura en las cámaras
3. Soportar ciclos de trabajo de alta demanda, equiparables con ambientes industriales
4. Respaldo técnico en funcionamiento y repuestos inmediato

Por estos motivos se decidió utilizar un control comercial especializado en el control de fuego de quemadores, como es el SIEMENS LGA52.150B17. La serie LGA son usados para el encendido y supervisión de quemadores a gas de pequeña y mediana capacidad.



**Figura 5. Control de fuego Siemens
LGA52.150B17**

Integración del sistema

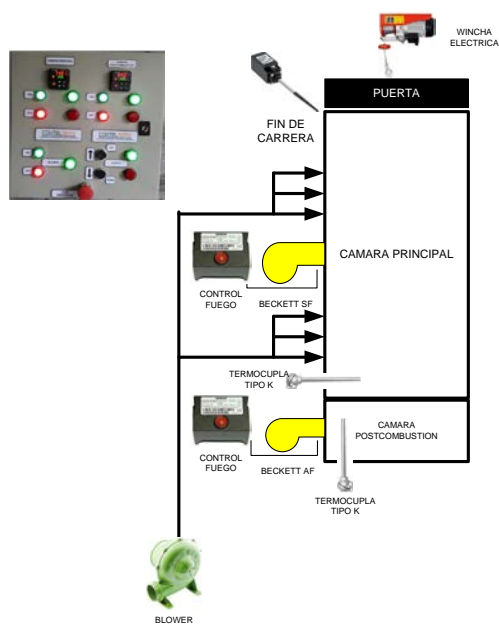


Figura 6. Integración del sistema

Implementación

La implementación del horno crematorio de mascotas fue realizado en su totalidad, se partió de una estructura metálica para la base y soportar el material refractario.



Figura 7. Estructura para la base del horno crematorio de mascotas

Se adiciono anclajes para mantener unido el material refractario a las paredes



Figura 8. Anclajes para refractario de las paredes

Lugar designado para el horno crematorio de mascotas al inicio de los trabajos, el cliente construyo la plataforma, paredes y estructura del techo, el canal abajo de donde ira el crematorio se lo planifico para le fácil extracción de los restos de las mascotas cremadas.



Figura 9. Espacio físico para el crematorio de animales domésticos

Montaje en sitio de la estructura metálica que soportara el material refractario, en la parte derecha se puede observar el agua utilizada para mezclar el refractario, se utilizó agua embotellada para garantizar que no existen impurezas.



Figura 10. Paredes metálicas para soporte de refractario

Crematorio de animales domésticos fundido la base de refractario y pared divisora de cámaras, los anclajes tienen en las puntas material plástico para ayudar en la dilatación de los anclajes.



Figura 11. Estructura metálica fundida la base

Cámara de postcombustión fundida de material refractario.



Figura 12. Cámara de postcombustión

Cúpula y sección de chimenea fundidos en material refractario.



Figura 13. Cúpula de refractario y base de chimenea

Montaje de chimenea y acoplamiento a estructura metálica, se puede apreciar la tubería de ingreso de aire a la cámara principal.



Figura 14. Crematorio de animales domésticos

A continuación se coloca una lata de acero para completar el recubrimiento.



Figura 15. Recubrimiento metálico externo

Todo el horno crematorio de mascotas fue recubierto con fibra cerámica, en especial la pared que contiene a los quemadores, para evitar el recalentamiento de los mismos.



Figura 16. Aislamiento térmico en la zona de quemadores

Recubrimiento con fibra cerámica a la cúpula.



Figura 17. Aislamiento térmico a la cúpula
RESULTADOS

Crematorio de animales domésticos implementado en sitio de funcionamiento, líneas de combustible GLP pintadas de color amarillo, líneas eléctricas protegidas por bx con recubrimiento PVC, todo el crematorio está pintado con pintura anticorrosiva.



Figura 18. Crematorio de animales domésticos

Tablero de control del horno crematorio de mascotas, los mandos de control se los ha puesto lo mas didácticos y fáciles para su manejo.



Figura 19. Tablero de control del crematorio de animales domésticos

El procedimiento de encendido del crematorio es el siguiente:

- Los controles de temperatura Watlow deben estar seteados así:
- Cámara principal 850 °C
- Cámara de postcombustión 980 °C
- Se procede a introducir el cadáver de la mascota.
- La puerta se podrá abrir o cerrar si la lámpara verde está iluminada, correspondiente en el tablero, de estar encendida la lámpara roja de la puerta, no se podrá operar la puerta, esto se debe a que la temperatura actual de la cámara principal es superior al valor seteado en el controlador de temperatura, de requerir la apertura del crematorio se deberá modificar la temperatura seteada del control de temperatura de la cámara principal.
- Para el encendido de los quemadores se debe cumplir que:
 - No esté presionado el botón de emergencia
 - Se encienda previamente el blower
 - Se encuentre cerrada la puerta del horno crematorio de mascotas
 - Se presione el pulsador de encendido de los quemadores

- Que la temperatura actual sea inferior a la temperatura seteada en el controlador
- El proceso de cremación se llevara a cabo automáticamente, tal vez requiriendo reacomodar el cadáver de la mascota, previa visualización de su estado por la mirilla.
- Una vez terminado el proceso de cremación el operador apagara el quemador de la cámara de postcombustión y setea una nueva temperatura de 200 °C para la camara principal.
- Durante el proceso de enfriamiento permanecen encendidos los ventiladores de los quemadores y el blower.
- Por último se debe retirar los restos del cadáver de la mascota.



Figura 20. Crematorio de animales domésticos con chimenea



Figura 21. Apertura puerta de crematorio de animales domésticos



Figura 22. Terminado posterior y termocupla tipo K



Figura 23. Puerta abierta y terminado del crematorio animales domésticos

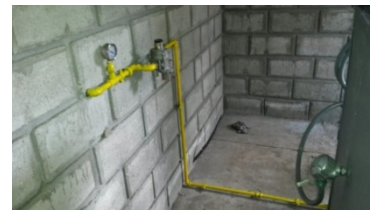


Figura 24. Línea de alimentación de gas GLP y reguladora de presión

El ingreso del cadaver de la mascota se debe realizar con cuidado de no tocar la termocupla tipo K de la camara principal, ademas de acomodar al cadaver justo en frente del quemador.



Figura 25. Cadáver ingresado en el crematorio de animales domésticos

Se puede apreciar el inicio de la incineración el cadaver esta bien posicionado y la llama lo envuelve, gracias a la forma de la cúpula.



Figura 26. Crematorio de animales domésticos inicio cremación

La medición de gases se lo realizó para serciorarse de pasar normativa ambiental.

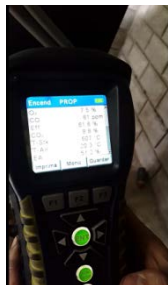


Figura 27. Medición de gases de chimenea con instrumento Bacharach

El aislamiento térmico del crematorio de animales domésticos demostro su eficiencia, al mantener temperaturas por debajo de los 30 °C

para las paredes que tienen aislamiento de fibra cerámica densidad 6, y en la puerta del crematorio de animales domésticos se registro 57 °C, a pesar de no tener fibra cerámica como aislante.



Figura 28. Temperatura en recubrimiento de pared frontal a los quemadores



Figura 29. Temperatura en recubrimiento de la cámara de postcombustión



Figura 30. Temperatura en recubrimiento de pared de quemadores



Figura 31. Quemadores Beckett



Figura 32. Temperatura en puerta frontal



Figura 33. Inspección de proceso de cremación

El resultado de la cremación son huesos muy frágiles, que son fácilmente molidos para ser entregados al dueño de la mascota. El proceso de cremación dura aproximadamente de 60 minutos a 90 minutos, dependiendo del tamaño del cadáver de la mascota.



Figura 34. Resultado de cremación de mascota

IV. CONCLUSIONES

- Se ha logrado diseñar e implementar un crematorio para animales domésticos, logrando

realizar pruebas de funcionamiento.

- El presente trabajo a servido para investigar las características de un crematorio de animales domésticos, para determinar las ventajas y desventajas en la utilización de determinados materiales y combustibles.
- Los quemadores que combustionan gas GLP son los más indicados para un proceso de cremación, porque en la combustión existe muy poca presencia de material particulado.
- El crematorio para animales domésticos es capaz de funcionar automáticamente entre los 850 °C y 900 °C.
- Las seguridades de presencia de llama, apertura y cierre de electroválvulas de combustible, encendido de ventiladores, parada de emergencia, apertura de puerta, funcionan correctamente.
- El crematorio de animales domésticos es un proyecto viable y de aporte a la comunidad en la eliminación de desechos y satisface un nicho de mercado creciente en el Ecuador.
- El uso de cementos refractarios de alto contenido de alúmina

trabaja perfectamente en el aislamiento de la temperatura en cámaras.

- Los controladores digitales de temperatura por su precisión y versatilidad son la solución más óptima y económica cuando el control a utilizarse no amerita muchas salidas.
- El uso de quemadores de alta eficiencia operando a GLP es óptimo para procesos de incineración por su bajo contenido de excipientes de combustión lo que permite aprobar la normativa ambiental vigente en el país ampliamente sin que las grasas o demás contenidos en los cuerpos influyan en el delicado equilibrio de la combustión.
- La asociación de conceptos de ingeniería mecánica, eléctrica y electrónica contribuye al desarrollo de equipos en el país con completo respaldo técnico y garantía efectiva en el país.
- El mercado de mascotas en el Ecuador y el mundo es una economía creciente y en pleno desarrollo.
- La manera más óptima de controlar una temperatura es un control PID por su precisión y

fácil manejo frente a controles realimentados.

V. REFERENCIAS

Álcala, U. d. (s.f.). *Universidad de Álcala*. Recuperado el 23 de Febrero de 2014, de www.depeca.uah.es

Amarilla, S. (s.f.). *Sección Amarilla*. Recuperado el 24 de Marzo de 2014, de <http://paginas.seccionamarilla.com.mx/quemadores-industriales-gomez/quemadores-industriales/jalisco/guadalajara/-/fresno/>

ARIAN. (s.f.). *ARIAN*. Recuperado el 18 de Enero de 2014, de <http://www.arian.cl/espanol/markets.htm>

BECKETT. (s.f.). *BECKETTCORP*. Recuperado el 7 de Enero de 2014, de <http://www.beckettcorp.com/product2/productdetail.asp?detailid=9>

businessweek;. (s.f.). *businessweek.com*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2013, de <http://www.businessweek.com/companies-and-industries>

CADIGAS. (s.f.). *CADIGAS*. Recuperado el 16 de Enero de 2014, de <http://www.cadigas.org.ar/definicion.php>

Canaria, E. d. (s.f.). *Editorial de Construcción Arquitectónica*. Recuperado el 28 de Enero de 2014, de <http://editorial.cda.ulpgc.es/ftp/icaro/Anexos/2-%20CALOR/4-Construccion/C.6.4%20Conductividad%20t%E9rmica%20y%20densidad.PDF>

Conchambay Cabrera, V. N. (2012).
*Estudio de la factibilidad para la creación
de un centro de limpieza, belleza y
relajación para mascotas en el valle de Los
Chillos*. Quito.

CYSSCO. (s.f.). CYSSCO. Recuperado el
25 de Enero de 2014, de
[http://www.cyssco.com/html/list_117
2.html](http://www.cyssco.com/html/list_1172.html)

Ecured. (s.f.). *Ecured*. Recuperado el 8 de
Febrero de 2014, de
[http://www.ecured.cu/index.php/Cre
maci%C3%B3n](http://www.ecured.cu/index.php/Cre
maci%C3%B3n)

francmasoneria.org. (s.f.).
francmasoneria.org. Recuperado el 3 de
Enero de 2014, de
[http://www.francmasoneria.org/preguntas-
sobre-masoneria/](http://www.francmasoneria.org/preguntas-
sobre-masoneria/)

FREEDICTIONARY, T. (s.f.). *THE
FREEDICTIONARY*. Recuperado el 18 de
Febrero de 2014, de
<http://es.thefreedictionary.com/cuezo>

IBARRA JACOME, O. A. (2013).
*EVALUACIÓN TERMODINÁMICA Y
ANÁLISIS MATEMÁTICO DE UN
SISTEMA POLIÉDRICO SOLAR DE BAJA
TEMPERATURA PARA SECADO
RÁPIDO*. Quito.

Manrique Valadez, J. Á. (2005).
TRANSFERENCIA DE CALOR. Mexico:
Alfaomega.

MEDINA, J. (s.f.). *J.J. MEDINA*.
Recuperado el 5 de Enero de 2014, de
www.jjmedina.com.ec