

DISEÑO DE UNA CÁMARA DE INCINERACIÓN DE UN HORNO PARA TRATAMIENTO DE DESPERDICIOS AVÍCOLAS

DESIGN OF AN INCINERATION CHAMBER OF A FURNACE FOR TREATMENT OF POULTRY WASTE

Luis Paúl Núñez Naranjo ^{1*}

¹ Instituto Superior Tecnológico Tsáchila. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6768-0341>.
Correo: luisnunez@tsachila.edu.ec

Cristhian José Ortiz Caaspa ²

² Instituto Superior Tecnológico Tsáchila. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3655-3830>.
Correo: cristhianortiz@tsachila.edu.ec

Franklin Estalin Catota Simbaña ³

³ Instituto Superior Tecnológico Tsáchila. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9328-6420>.
Correo: franklincatotasimbana@tsachila.edu.ec

Isaac Eduardo Quiroz Astudillo ⁴

⁴ Instituto Superior Tecnológico Tsáchila. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0191-8238>.
Correo: isaaceduardoquiroz@tsachila.edu.ec

*** Autor para correspondencia: luisnunez@tsachila.edu.ec**

Resumen

Uno de los principales problemas presentados en la industria avícola es la muerte de las aves y la dificultad para desechar los cuerpos por tal razón la presente investigación consiste en diseñar con la ayuda de un Software CAD una cámara de incineración para un horno incinerador de desperdicios en granjas avícolas, con la finalidad de contribuir con la disposición de las aves que mueren por cualquier motivo el proyecto tiene como objetivo reducir los desperdicios y diseñar la cámara de incineración determinando pérdidas de calor en 1.62 % ya que la temperatura promedio usada para la incineración es de 1131°C y la temperatura de la pared exterior del horno es de 18.3 °C. Con esta temperatura en el interior del horno se establece una reducción del volumen por medio de la extrapolación de los resultados de 5.68 litros una vez terminada la incineración de los restos.

Palabras clave: horno; incineración; desperdicios; granjas avícolas; termodinámica; ciencia de materiales

Abstract

One of the main problems presented in the poultry industry is the death of the birds and the difficulty to dispose of the bodies for this reason the present investigation consists of designing with the help of a CAD Software an incineration chamber for a waste incinerator oven in poultry farms, in order to contribute to the disposal of birds that die for any reason, the project aims to reduce waste and design the incineration chamber determining heat losses at 1.62 % since the average temperature used for incineration is 1131°C and the temperature of the outer wall of the oven is 18.3°C. With this temperature inside the oven, a reduction in volume is established by extrapolating the results of 5.68 liters once the incineration of the remains has finished.

Keywords: furnace; incineration; waste; poultry farms; thermodynamics; materials science

Fecha de recibido: 05/03/2023

Fecha de aceptado: 27/05/2023

Fecha de publicado: 15/06/2023

Introducción

Este estudio tiene como objetivo realizar el diseño de una cámara de incineración que contribuya al manejo de las muertes de aves por aplastamiento o enfermedad en las granjas avícolas. Este estudio pretende reducir el impacto de la contaminación existente en las granjas avícolas mediante el control del peso y volumen de dichos residuos orgánicos, facilitando así su disposición y almacenamiento, minimizando así el problema de los residuos sólidos.

El problema medioambiental que provocan estos residuos orgánicos exige mucho control, la prevención y el conocimiento utilizado para tomar acciones correctivas (Mejías-Brizuela et al., 2016). Los residuos generados por las empresas productoras no son tratados e inspeccionados adecuadamente, ya que estas empresas desechan residuos orgánicos en lotes baldíos o en fosas sépticas a su alrededor (Velasteguí et al., 2017), provocando así una severa y descontrolada contaminación del medio ambiente (Sánchez & Barrezueta, 2023). Por esta razón, se determinan los materiales idóneos para disminuir las pérdidas de calor en la cámara como son el cemento refractario y lana de vidrio que evitan el paso del calor por las paredes del horno disminuyendo el tiempo de incineración y el volumen de los desechos (Delgado Arroyo et al., 2019).

Usando un software CAD se establecen los parámetros de temperatura, conducción, convección y resistencias térmicas (Fernández-Nieto & Betancourt-González, 2018), luego se realiza el mallado para determinar los puntos críticos en los que se pierde energía para proceder a mejorar el diseño (Martínez & Cortez-Leiva, 2021). Cabe recalcar que este estudio se realizó para la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas cuyas temperaturas ambientales oscilan en los 23 grados centígrados.

Materiales y métodos

La metodología de investigación usada fue la recopilación de información la cual se basa en libros, revistas y artículos científicos referentes al tema: “Diseño de una cámara de incineración de un horno para tratamiento de desperdicios avícolas” contribuyendo al desarrollo del proyecto que se encuentra basado en los distintos tipos de máquinas y equipos utilizados en la incineración.

Se utilizó el método experimental debido a que la investigación necesita la manipulación de las variables con lo que pudimos determinar los parámetros técnicos del diseño del horno incinerador y de esta manera poder plasmar los resultados en el diseño realizado en el software CAD.

Temperatura del medio ambiente

Tomando en cuenta la temperatura ambiente que se registra en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas oscila entre 23 °C, además con el uso de un termómetro se realiza la toma de estos datos y corroborando los mismos.

Temperatura al interior de la cámara de incineración.

Los procesos de incineración necesitan de temperaturas de trabajo superiores a los 700°C, dado a esta necesidad se fija la temperatura máxima en el interior de la cámara en $T_{\infty}=1131\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Selección del material refractario.

Para realizar el dimensionamiento de la cámara de incineración el parámetro más importante es el material refractario dado que el mismo nos otorga la ventaja de reducir la cantidad de energía a transmitirse, hacia el exterior de la cámara (Castells, 2012).

Se tiene que aplicar materiales que resistan altas temperaturas, así como a la abrasión por las cenizas y la degradación por injerencia climática, para este diseño se utiliza el cemento refractario tipo Concrax 1500, su temperatura de trabajo es 1540 °C y la lana de vidrio cuyo coeficiente de conductividad es de 1,05 W / (m · K).

Resultados y discusión

Para determinar las pérdidas de calor se debe tener las dimensiones del horno por lo que se procede a dibujar en el software CAD con las siguientes medidas y materiales:

Tabla 1. Medidas de la cámara de incineración

Material	Longitud <i>m</i>	Altura <i>m</i>	Espesor <i>m</i>
Acero inoxidable	2,51	2,51	0,001
Lana de vidrio	2,5088	2,5088	0,2
Acero A 36	2,1087	2,1087	0,01
Cemento refractario	1,68	1,68	0,4

Con estos datos se realiza el modelado del horno con su cámara de incineración y se establecen los materiales refractarios con cada una de sus propiedades físicas y térmicas.

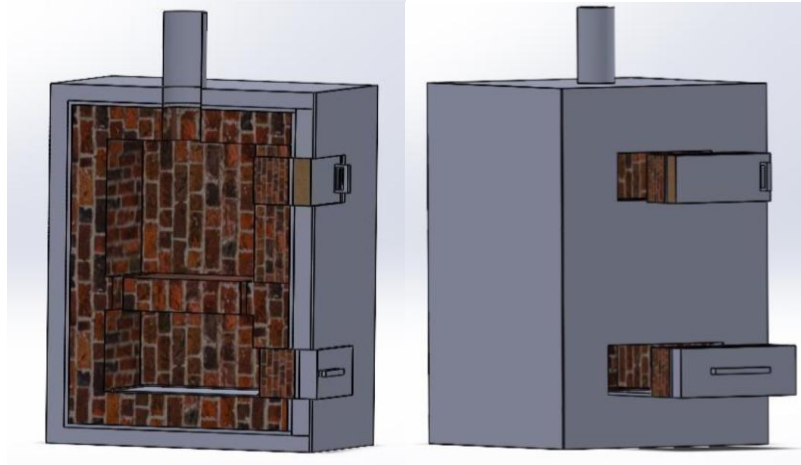


Figura 1. Modelado horno y cámara de incineración.

Tabla 2. Propiedades acero A 36.

Propiedad	Valor	Unidades
Densidad de masa	7700	$\frac{kg}{m^3}$
Límite de tracción	723825600	$\frac{N}{m^2}$
Límite de compresión	$\frac{N}{m^2}$	
Limite elástico	620422000	$\frac{N}{m^2}$
Coeficiente de expansion térmica	$1.3e-5$	/K
Conductividad Térmica	50	$\frac{W}{m * K}$
Calor específico	460	$\frac{J}{kg * K}$
Coeficiente de amortiguamiento del material		

Tabla 3. Propiedades Acero inoxidable.

Propiedad	Valor	Unidades
-----------	-------	----------

Límite de tracción	41361300	$\frac{N}{m^2}$
Límite de compresión	$\frac{N}{m^2}$	
Limite elástico	172339000	$\frac{N}{m^2}$
Coeficiente de expansion térmica	$1.1e-5$	/K
Conductividad Térmica	18	$\frac{W}{m * k}$
Calor específico	460	$\frac{J}{kg * k}$
Coeficiente de amortiguamiento del material	N/D	

Tabla 4. Propiedades Cemento refractario.

Propiedad	Valor	Unidades
Densidad de masa	4129.9	$\frac{kg}{m^3}$
Límite de tracción	-	$\frac{N}{m^2}$
Límite de compresión	-	$\frac{N}{m^2}$
Limite elástico	-	$\frac{N}{m^2}$
Coeficiente de expansion térmica	-	/K
Conductividad Térmica	7.2	$\frac{W}{m * k}$
Calor específico	812.5	$\frac{J}{kg * k}$
Coeficiente de amortiguamiento del material	-	N/D

Tabla 5. Propiedades Lana de vidrio.

Propiedad	Valor	Unidades
-----------	-------	----------

Modulo cortante	-	$\frac{N}{m^2}$
Densidad de masa	32	$\frac{kg}{m^3}$
Límite de tracción	-	$\frac{N}{m^2}$
Límite de compresión	-	$\frac{N}{m^2}$
Limite elástico	-	$\frac{N}{m^2}$
Coeficiente de expansion térmica	-	/K
Conductividad Térmica	0.036	$\frac{W}{m * k}$
Calor específico	835	$\frac{J}{kg * k}$

Con estos datos se procedió a direccionar la energía y establecer las temperaturas internas y externas, así como los valores de convección internos del horno y externos del ambiente de 1131 y 23 °C respectivamente, en la figura 2 se puede verificar las líneas de energía calorífica y el horno con su cámara de incineración y el cenicero para los restos calcinados.

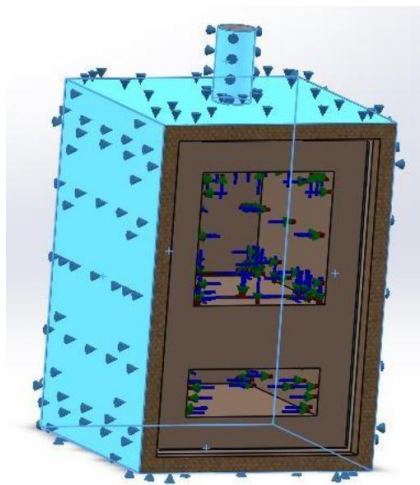


Figura 2. Dirección de energía y convección.

Una vez establecido los valores de los factores de convección internos y externos se debe insertar la potencia calorífica interna generada por el quemador que es equivalente 342.21 W.

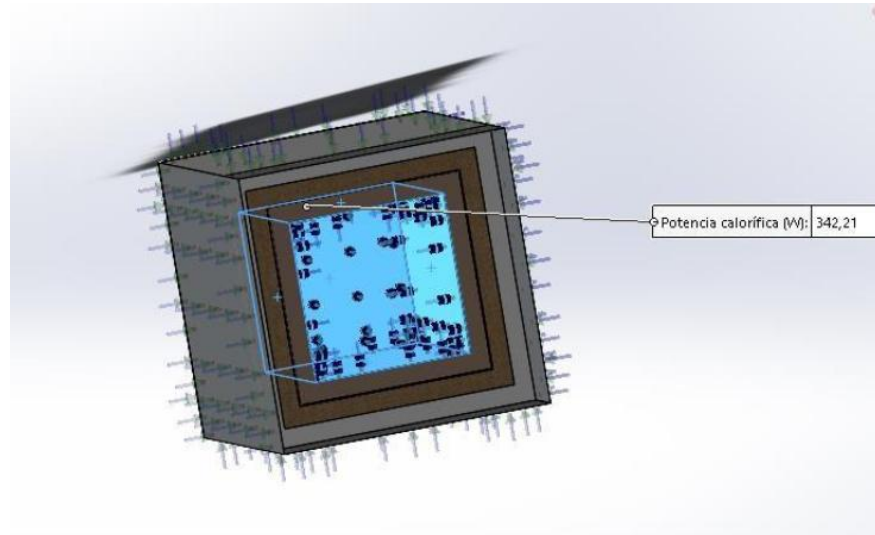


Figura 3. Potencia Calorífica.

Con eso se determina el tipo de mallado ya que en función de ese parámetro se puede realizar la simulación de las pérdidas de calor, el software crea automáticamente una malla combinada de elementos finitos y determina los puntos críticos del diseño.

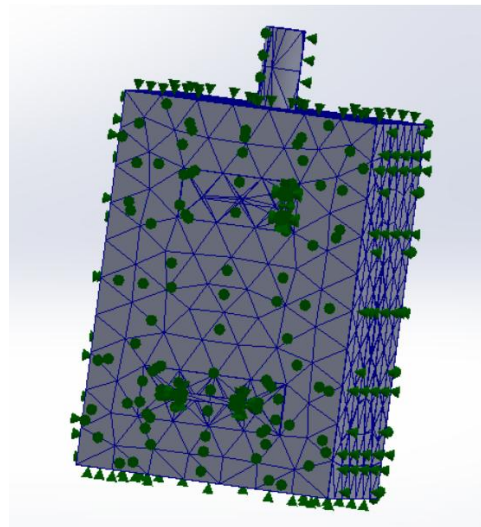


Figura 4. Mallado 3D.

Con esto se puede realizar la simulación como último paso indicando las temperaturas internas y externas del horno 1131 y 18.30 grados Celsius respectivamente, lo que significa una pérdida de calor del 1.62 por ciento.

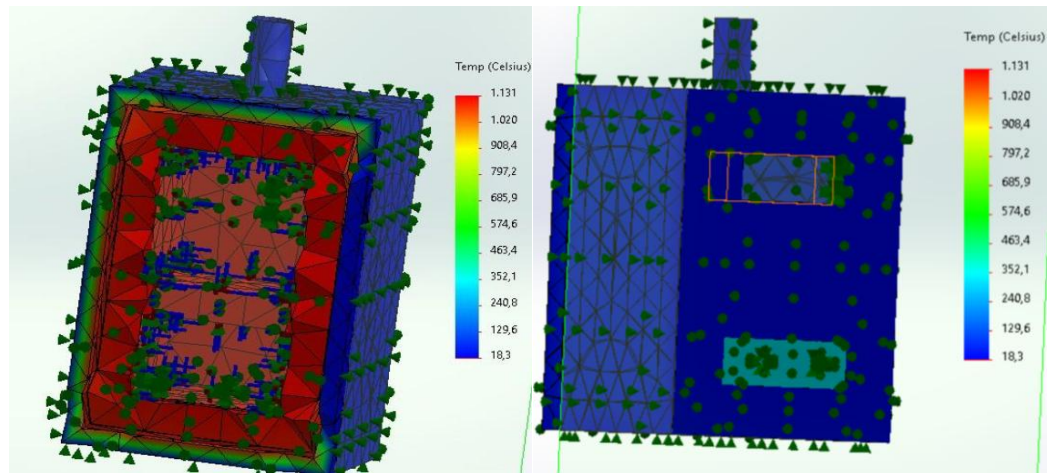


Figura 5. Simulación.

Reducción del volumen

Para el cálculo de la reducción del volumen en el proceso de incineración se usa una extrapolación lineal con la tabla de referencia para los animales. El peso de un pollo promedio en su vida adulta es de 2.5 Kg. Para el caso de nuestro horno se tomará un total de 250 lb equivalente a 113.64 kg.

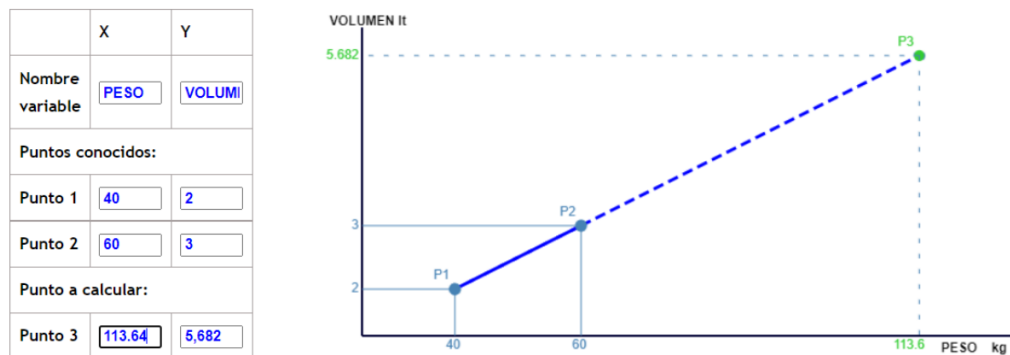


Figura 6. Reducción de volumen.

Una vez realizada la extrapolación se determina que existe una reducción de 5.68 litros en volumen una vez terminada la incineración de los restos, cabe indicar que el presente trabajo demostró la versatilidad de desarrollar la cámara de incineración, utilizando herramientas digitales muy versátiles para el diseño de las partes internas y externas del horno.

Conclusiones

Como conclusión de la investigación se obtiene que la pérdida de temperatura en el exterior de del horno de incineración es de 18.30 °C, lo cual es muy bueno dado a que la pérdida de calor es mínima, por tal razón los tiempos incineración van a ser estables y bajos, una vez que el horno se encuentre a su temperatura máxima 1131 °C.

Se ha determinado que los materiales idóneos para disminuir las pérdidas de calor son el cemento refractario y la lana de vidrio como aislantes principales, mientras que para la estructura el acero A36 y acero inoxidable como protector son ideales debido a sus características físicas.

El porcentaje de reducción de volumen es de 5.68 lt tomando en cuenta el peso de un pollo promedio en su vida adulta de 2.5 Kg y tomando en cuenta las dimensiones internas de la cámara de incineración la cual es de 4,74m³ permitiendo incinerar 45 pollos muertos lo cual corresponde a 247.5 lb equivalente a 112.5 kg.

Se determina que las herramientas del software CAD facilitan el estudio de los fenómenos térmicos y permiten realizar análisis más precisos con la ayuda de los elementos finitos.

Referencias

- Castells, X. E. (2012). Sistemas de tratamiento térmico. La incineración: Tratamiento y valorización energética de residuos. Ediciones Díaz de Santos. <https://www.google.com/books?hl=es&lr=&id=d1L8Tr5KcN4C&oi=fnd&pg=PA310&dq=Sistemas+de+tratamiento>
- Delgado Arroyo, M. d. M., Mendoza López, K. L., González, M. I., Tadeo Lluch, J. L., & Martín Sánchez, J. V. (2019). Evaluación del proceso de compostaje de residuos avícolas empleando diferentes mezclas de sustratos. Revista internacional de contaminación ambiental, 35(4), 965-977. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992019000400965
- Fernández-Nieto, A., & Betancourt-González, A. R. (2018). Destino sostenible de los residuos generados en las plantas de beneficio avícola. AiBi revista de investigación, administración e ingeniería, 6(1), 11-22. <https://revistas.udes.edu.co/aibi/article/download/1702/1892>
- Martínez, C. M., & Cortez-Leiva, R. (2021). Diseño y prueba de un incinerador modular para desechos infecciosos provenientes de pequeñas y medianas instituciones pertenecientes al sistema sanitario en El Salvador. Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible, 10(1), 47-59. <https://camjol.info/index.php/PAYDS/article/view/13346>
- Mejías-Brizuela, N., Orozco-Guillén, E., & Galáan-Hernández, N. (2016). Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México. Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales, 2(6), 27-41. https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales/vol2n6/Revista_de_Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales_V2_N6_4.pdf
- Sánchez, P. M. M., & Barrezueta, L. D. R. (2023). Centros de datos verdes en Ecuador: Una estrategia para disminuir la emisión de CO₂ en los Centros de Datos ecuatorianos. Serie Científica de la Universidad

de las Ciencias Informáticas, 16(1), 1-18.
<https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/1229>

Velasteguí, A. J. H., Arévalo, A. E. B., & Bloisse, S. Y. T. (2017). Análisis sobre el aprovechamiento de los residuos del plátano, como materia prima para la producción de materiales plásticos biodegradables. Dominio de las Ciencias, 3(2), 506-525. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6325873>