

Análisis Comparativo de la Eficiencia Energética en Hornos de Fundición (Cubilote vs Crisol) con Enfoque en Sostenibilidad**Comparative Analysis of Energy Efficiency in Smelting Furnaces (Cupola vs Crucible) with a Focus on Sustainability**

Shauri Chunata Jordy Ismael, Sánchez Muguicha Kevin Omar, Villegas Reinoso David Israel

DIMENSIÓN CIENTÍFICA**Enero - junio, V°7-N°1; 2026****Recibido: 25-01-2026****Aceptado: 03-02-2026****Publicado: 30-06-2026****PAIS**

- Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador
- Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador
- Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador

INSTITUCION

- Instituto Superior Tecnológico Tsachila
- Instituto Superior Tecnológico Tsachila
- Instituto Superior Tecnológico Tsachila

CORREO:

- ✉ jordisma12@gmail.com
- ✉ Kevinsanchezmuguicha@tsachila.edu.ec
- ✉ Davidvillegas@tsachila.edu.ec

ORCID:

- <https://orcid.org/0009-0003-6575-3812>
- <https://orcid.org/0009-0001-1493-4248>
- <https://orcid.org/0009-0000-6010-1741>

FORMATO DE CITA APA.

Shauri, J., Sánchez, K. & Villegas, D. (2026). *Análisis Comparativo de la Eficiencia Energética en Hornos de Fundición (Cubilote vs Crisol) con Enfoque en Sostenibilidad*. Revista G-ner@ndo, V°7 (N°1). p.1552-1572.

Resumen

Este estudio analizó de manera comparativa la eficiencia energética de los hornos de fundición tipo cubilote y crisol, con el objetivo de identificar cuál presenta un mejor desempeño en términos de consumo energético, productividad y sostenibilidad. Para ello, se describieron los procesos operativos, principios térmicos, aplicaciones industriales, tiempos de fundición y tipos de trabajo. La metodología empleada fue de enfoque descriptivo y comparativo, basada en la revisión documental de estudios técnicos, normativas y antecedentes científicos. Los resultados evidenciaron que el horno de crisol presentó un mejor desempeño energético y una menor generación de contaminantes, posicionándose como una alternativa más sostenible. Por su parte, el horno cubilote destacó por su mayor capacidad productiva y operación continua, lo que permite procesar grandes volúmenes de material. En conclusión, en la comparación entre el horno de crisol y el horno cubilote donde se observa que el horno de crisol presenta un resultado de pérdidas no estimadas 200.38kw frente al horno cubilote que presenta 350.00kw según sus parámetros siendo el crisol el más eficiente energéticamente, el horno de crisol presenta un resultado menor siendo el resultado de liberación de gases más alto 122.1%Co₂ mientras que el cubilote demuestra un resultado más elevado llegando a demostrar 150.12%Co₂ de liberación de contaminantes, demostrando que el cubilote es el horno que libera mayores gases contaminantes, en el caso del horno de crisol, se registraron valores de eficiencia productiva relativamente bajos siendo el más alto de 3,18 %, estos resultados indican un uso poco eficiente de la eficiencia de fundición disponible, por la limitada capacidad de almacenamiento.

Palabras Clave: Cubilote, crisol, eficiencia energética, productividad, fundición y sostenibilidad

Abstract

This study comparatively analyzed the energy efficiency of cupola and crucible foundry furnaces in order to determine which system exhibits better performance in terms of energy consumption, productivity, and sustainability. The analysis considered operational processes, thermal principles, industrial applications, melting times, and working conditions. A descriptive and comparative methodology was applied, based on a documentary review of technical studies, regulations, and scientific literature related to energy efficiency in metal casting processes. The results indicated that the crucible furnace achieved better energy performance and lower pollutant emissions, positioning it as a more sustainable alternative. In contrast, the cupola furnace showed higher production capacity and continuous operation, enabling the processing of large volumes of material. The comparative results revealed that the crucible furnace presented lower unaccounted energy losses 200.38kw compared to the cupola furnace 350.00kw, confirming its higher energy efficiency. Regarding gas emissions, the crucible furnace recorded lower values 122.1%Co₂ than the cupola furnace 150.12%Co₂, demonstrating that the cupola furnace releases higher levels of pollutants. Additionally, the crucible furnace showed relatively low productive efficiency, with a maximum value of 3.18%, mainly due to its limited storage capacity.

Keywords: Cupola, crucible, energy efficiency, productivity, smelting and sustainability.

Introducción

En los procesos de fundición de metales es una de las actividades más destacadas para la transformación y manufactura de componentes metálicos utilizados en distintos sectores de producción. (Planes, F. 2023)

Entre estos el horno cubilote y el horno crisol son utilizados para la fundición de metales ferrosos o no ferrosos, ambos con principios y características técnicas distintas, pero con un mismo objetivo realizar una fusión eficiente, controlar las características del material, disminuir costos, aumentar productividad, mejorar sostenibilidad, disminuir impacto contaminante y usar en una forma más eficiente la energía durante los procesos de fundición.

En la actualidad el análisis de su eficiencia energética e impacto ambiental se ha convertido un aspecto necesario debido a las demandas de sostenibilidad, la optimización de recursos y de las otras variables ya mencionadas.

El horno cubilote es utilizado mayormente para fundiciones de hierro debido a su capacidad para poder trabajar de manera continua además de fundir grandes volúmenes de material con costos relativamente bajo, pero con la desventaja de que su combustible el coque genera grandes cantidades de emisiones contaminantes lo cual causa desafíos ambientales. (Doroteo)

El horno crisol trabajo en diferencia con gas, electricidad o aceite ofrece una mayor versatilidad, control de temperatura, el control de la composición química de la fundición siendo usado mayormente usado para fundir metales no ferrosos ya que este horno su proceso prioriza la calidad del material fundido y no la cantidad de producción. (Harry, 2025)

Bajo el contexto presentado el análisis comparativo entre el horno cubilote y el horno crisol bajo un enfoque en sostenibilidad busca comprender las diferencias en consumo energético, perdidas térmicas, rendimiento de combustión y emisiones contaminantes además de argumentar su propósito hasta su aplicación basado en las necesidades actuales de la

industria donde poder solucionar esas necesidades constituyen pilares fundamentales para el desarrollo industrial responsable.

Métodos y Materiales

Estudiantes investigadores.

Tutor guía.

Computadora e internet.

Revisión y análisis de documentación técnica, bibliografía especializada y estudios antecedentes.

Se busca encontrar ciertas cualidades, descripciones de los hornos de crisol y cubilote en cómo se los maneja sus tipos para saber el funcionamiento de cada uno de ellos, obtener nuevos conocimientos respecto al trabajo que realizan para poder tener mejor eficiencia, sostenibilidad y así poder tener un mejor desarrollo en las industrias sin tener pérdidas de combustibles.

Esta sección describe el proceso y las herramientas para llevar a cabo la investigación comparativa.

La presente investigación será de carácter mixto donde se implementarán métodos cuantitativos y cualitativos para poder conocer ciertos problemas que presentan las industrias metalúrgicas a lo largo de los años para así poder obtener una mejor eficiencia y sostenibilidad.

Descriptivo y bibliográfico: Se describirán variables y se compararán ambos hornos, para poder analizar las diferencias entre la eficiencia, productividad y las variables de sostenibilidad (emisiones, consumo energético).

Procedimiento

1. Recolección de datos
 2. Revisión bibliográfica sobre generalidades de los hornos.
-

3. Investigación sobre temas relacionados fichas técnicas, tesis e informes.
4. Investigación sobre ventajas y desventajas de los 2 hornos mencionados anteriormente en el tema.
5. Procesamiento de datos
6. Desarrollo de borrador para la propuesta.
7. Elaboración de informe
8. Elaboración del Marco Teórico final
9. Elaboración de conclusiones

Para la elaboración se basa en datos analizados de informes y publicaciones, para registrar detalles, funcionamiento y características para comparar los 2 hornos (cubilote y crisol) una revisión centrada en recolectar datos para determinar cuál fuera una mejor opción centrándose en las variables de eficiencia energética y sostenibilidad determinados por la revisión de datos, la recolección de datos con su respectivo análisis para clasificar los datos que irán en el informe final.

Análisis de Resultados

El análisis comparativo de la eficiencia energética entre el horno cubilote y el horno crisol permitió identificar diferencias significativas en términos de consumo energético, pérdidas térmicas e impacto ambiental, aspectos fundamentales para evaluar la sostenibilidad de los procesos de fundición.

Desde el punto de vista energético, el horno cubilote presenta un mayor consumo de energía por tonelada de metal fundido, lo cual se asocia principalmente a su operación continua y al uso de coque como combustible sólido, este tipo de combustible, aunque económico y adecuado para grandes volúmenes de producción, genera elevadas pérdidas térmicas debido a la evacuación constante de gases calientes por la chimenea y a la combustión directa en contacto

con el metal, como consecuencia, una fracción considerable de la energía generada no se aprovecha de manera eficiente en el proceso de fusión.

En contraste, el horno crisol en su eléctrica, muestra un consumo energético más controlado, su funcionamiento por lotes, junto con un diseño cerrado y un mejor aislamiento térmico, permite una transferencia de calor más directa hacia el metal contenido en el crisol, esto se traduce en una reducción de las pérdidas energéticas y en un mayor aprovechamiento de la energía suministrada, especialmente en procesos de pequeña y mediana escala.

Análisis de las pérdidas térmicas

En el horno cubilote, una fracción significativa de la energía generada durante la combustión no se transfiere directamente al metal fundido, sino que se disipa hacia el ambiente. Las gráficas muestran que las pérdidas por gases calientes representan el mayor porcentaje del balance térmico, lo que coincide con lo reportado en la literatura bibliográfica sobre este tipo de hornos. Esto implica un menor aprovechamiento de la energía suministrada y una mayor demanda de combustible para mantener la temperatura de fusión.

Por el contrario, el horno crisol presenta pérdidas térmicas más reducidas y controladas, las gráficas correspondientes reflejan que el calor se concentra principalmente en el crisol y en el metal, debido a su diseño más compacto y a un mejor aislamiento térmico. Esta característica permite un calentamiento más directo y eficiente, reduciendo la energía desperdiciada durante el proceso de fundición.

Consumo energético y eficiencia térmica

El análisis comparativo del consumo energético, apoyado en las gráficas de eficiencia térmica, muestra que el horno crisol alcanza un mayor rendimiento energético que el horno cubilote, en términos generales, el crisol requiere una menor cantidad de energía para fundir una masa equivalente de metal, lo cual se traduce en una mayor eficiencia térmica.

Las gráficas evidencian que el horno cubilote, si bien tiene una alta capacidad de producción, demanda un mayor consumo energético total debido a las pérdidas térmicas y a la necesidad de mantener la combustión continua, este comportamiento es característico de procesos orientados a la producción en gran volumen, donde la eficiencia específica por kilogramo fundido resulta inferior, pero se compensa con la elevada productividad.

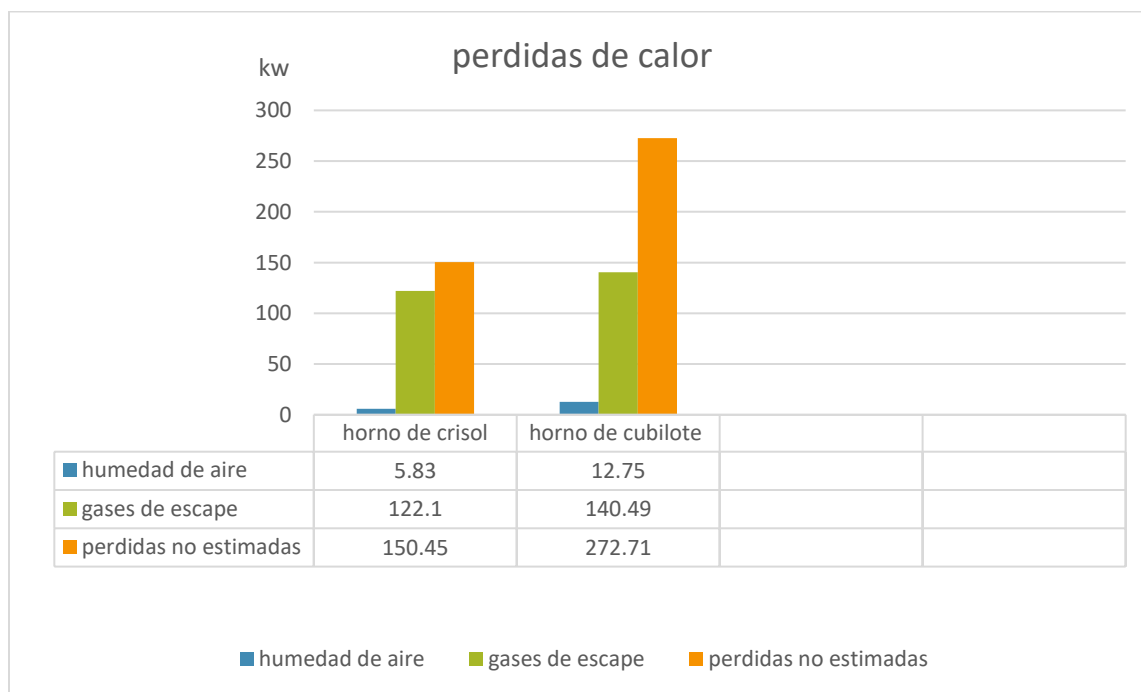
En contraste, el horno crisol presenta curvas de consumo energético más estables y con menor dispersión, lo que indica un mejor control del proceso esta estabilidad permite optimizar el uso de la energía, reducir los tiempos de fundición y disminuir los costos operativos, especialmente en producciones de pequeña y mediana escala.

Resultado de impacto ambiental

La grafica N. °8, 9 y 10 muestra una comparación entre el horno de crisol y el horno cubilote donde se observa que el horno de crisol presenta un resultado menor siendo sus valores desde 108.65 e 120.18 de liberación de gases siendo de 122.1 el resultado más alto obtenido mientras que el cubilote demuestra un resultado más elevado llegando a demostrar 116.51, 140.49 y 150.12 de liberación de contaminantes, demostrando que el cubilote es el horno que libera mayores gases contaminantes.

La grafica N.°8 muestra una comparación entre el horno de crisol y el horno cubilote donde se observa que el horno de crisol presenta un resultado de perdidas no estimadas menor de 150.45 frente al horno cubilote que tiene 272.71 que indica según los parámetros , los de gases de escape del crisol demuestra que tiene una menor liberación al tener un resultado menor de 122.1 al contrario del cubilote que presenta 140.49 de resultado y los valores de la humedad del aire demuestran que el crisol presenta un resultado de 5.83 mientras que el cubilote sus valores son más elevado de 12.75.

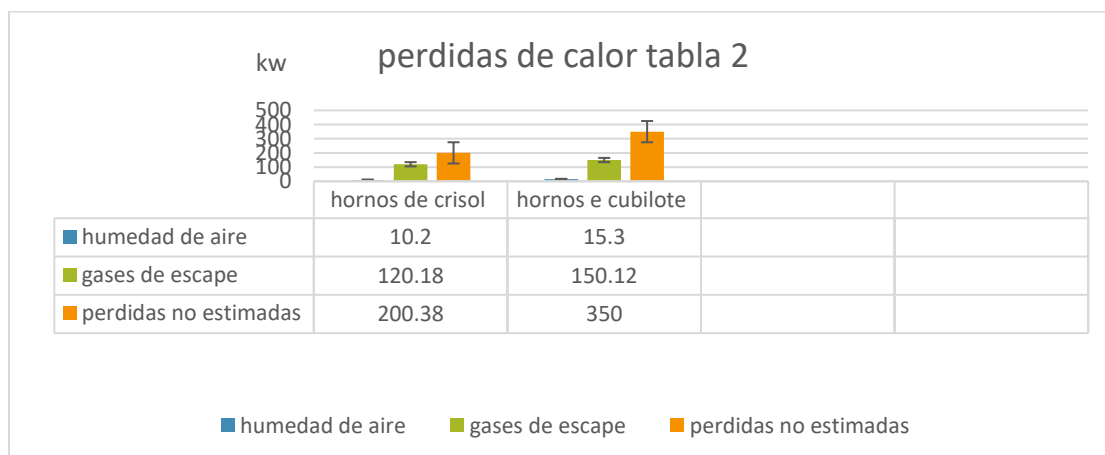
Imagen N°8. Perdida de calor



Fuentes: *Bot detection.* (s. f.).

La grafica N.º9 muestra una comparación entre el horno de crisol y el horno cubilote donde se observa que el horno de crisol presenta un resultado de pérdidas no estimadas menor de 200.38 frente al horno cubilote que presenta 350.00 según sus parámetros, los de gases de escape del crisol demuestra que tiene una menor liberación al tener un resultado menor de 120.18 al contrario del cubilote que presenta 150.12 de resultado y los valores de la humedad del aire demuestran que el crisol presenta 10.2 mientras que el cubilote sus valores son elevado de 15.3.

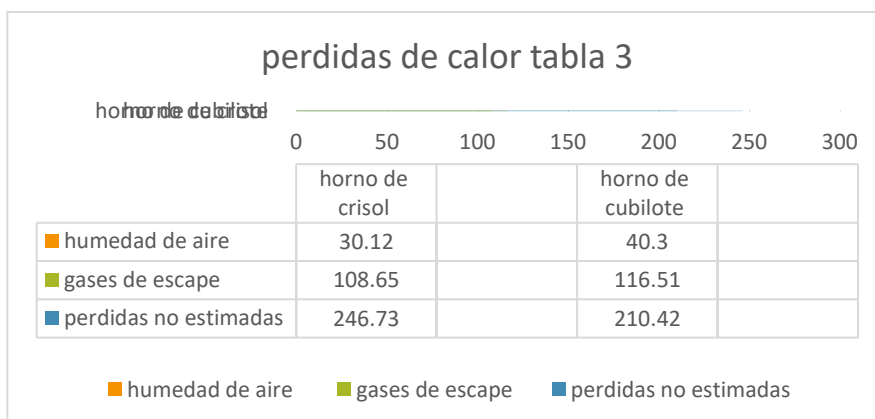
GRAFICA N°9. Perdida de calor



Fuentes: Georgina, T. G. I. (2018, 1 julio). *Evaluación del funcionamiento técnico del horno de cubilote en la fundición de hierro de la Empresa Centro Mecanizado Pérez de la ciudad de Ambato para la mejora de la eficiencia térmica.*

La grafica N.º10 determina que la comparación entre el horno de crisol y el horno cubilote donde se observa que el horno de crisol tiene un resultado de perdidas no estimadas mayor de 246.73 frente al horno cubilote que tiene una menor cantidad de 210.42 que indica según los parámetros , los de gases de escape del crisol demuestra que tiene una menor liberación de 108.65 al contrario del cubilote que presenta 116.51 de resultado y los valores de la humedad del aire demuestran que el crisol presenta un resultado de 30.12 mientras que el cubilote sus valores son más elevado de 40.3.

GRAFICA N°10. Perdida de calor



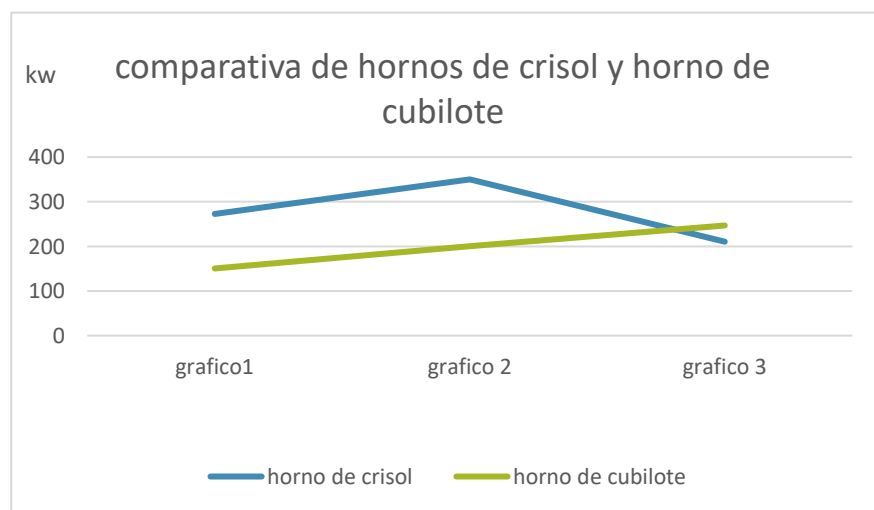
Fuentes: Amaguaya, J., & Sefla, H. (2022). *“diseño y construcción de un horno crisol calefaccionado por glp semiautomatizado para la obtención de bronce para el taller granito de mostaza de la ciudad de riobamba”*.

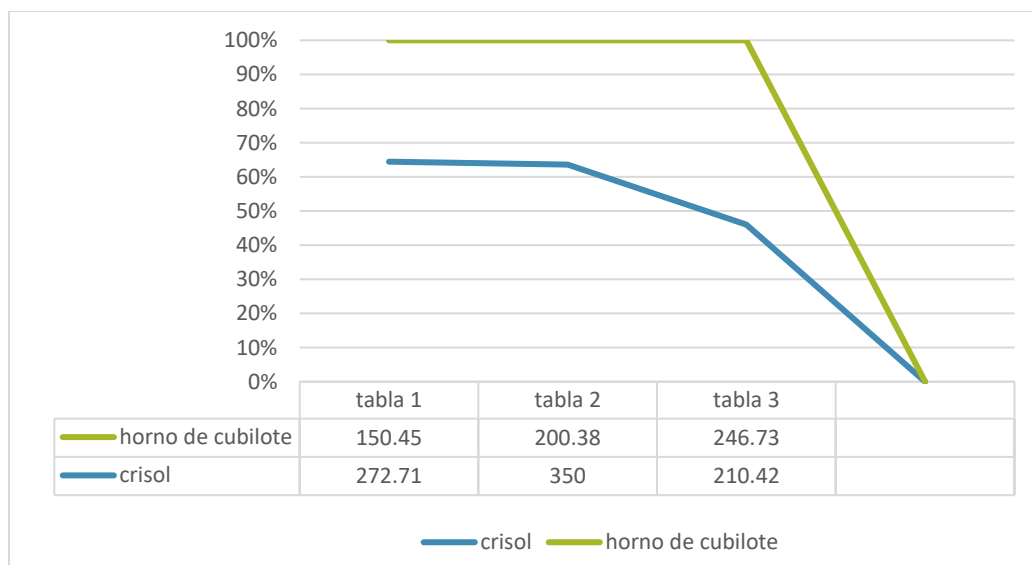
La comparación directa de la eficiencia térmica demostrado dentro de la gráfica N°11, basada en los resultados gráficos y en los datos documentales analizados, permite establecer diferencias claras entre ambos sistemas, el horno crisol presenta una eficiencia térmica superior, debido a que una mayor proporción de la energía suministrada se utiliza efectivamente en la fusión del metal.

Las gráficas muestran que el horno cubilote presenta una eficiencia térmica menor, atribuida a su diseño abierto y a la combustión indirecta, factores que incrementan las pérdidas de calor, no obstante, su capacidad para operar de manera continua y fundir grandes volúmenes de material lo convierte en una opción viable para industrias de alta producción, donde la prioridad es el volumen y no necesariamente la eficiencia energética individual.

Desde un enfoque de sostenibilidad, los resultados indican que el horno crisol genera un menor impacto ambiental, ya que su menor consumo energético se asocia con una reducción en las emisiones contaminantes y en el uso de combustibles, en cambio, el horno cubilote presenta mayores emisiones de CO₂ y otros gases, derivadas del uso de coque como combustible y de su menor aprovechamiento energético.

IMAGEN N°11. Comparativa entre el crisol y el cubilote





Fuentes: Elaboración propia, a partir de datos técnicos recopilados en la revisión bibliográfica.

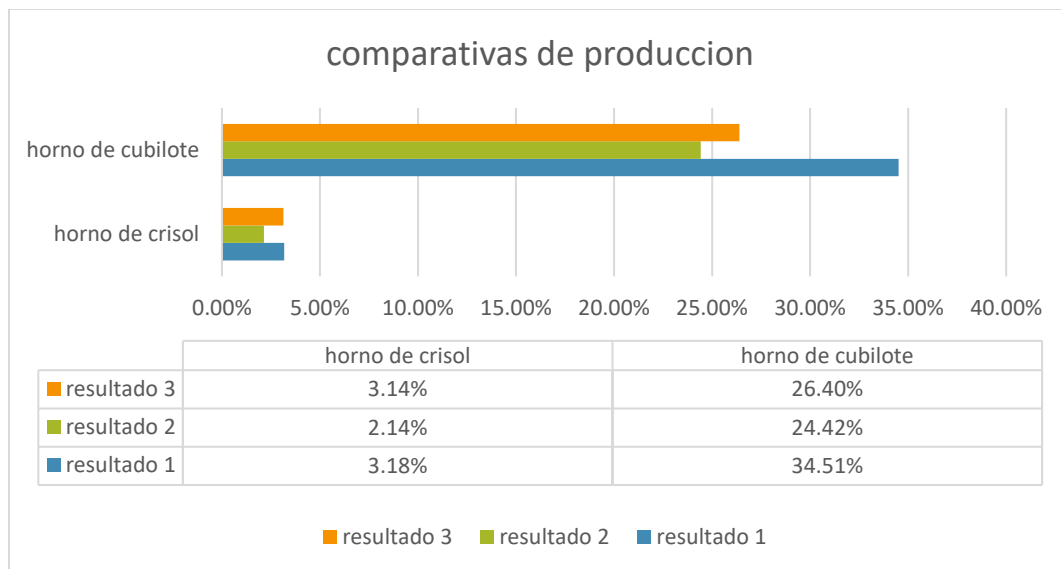
TABLA N°8. Datos de perdida de calor

	horno de crisol	horno de cubilote
grafico1	150,45	272,71
gráfico 2	200,38	350,00
gráfico 3	246,73	210,42

Fuentes: Elaboración propia, a partir de datos técnicos recopilados en la revisión bibliográfica.

En la gráfica se visualiza los resultados de distintos hornos en el cual demuestra que el crisol presenta una eficiencia baja de producción desde el 3.18%, 3.14 y 2.14 mientras los cubilotes demuestras una eficiencia mayor debido a su capacidad de almacenamiento y continuo dando resultados de 34.51%, 26.40% y 24.42%.

IMAGEN N°12. Producción (eficiencia de fundición)



Fuente: Bot detection. (s. f.).

RESULTADO DE PRODUCCION

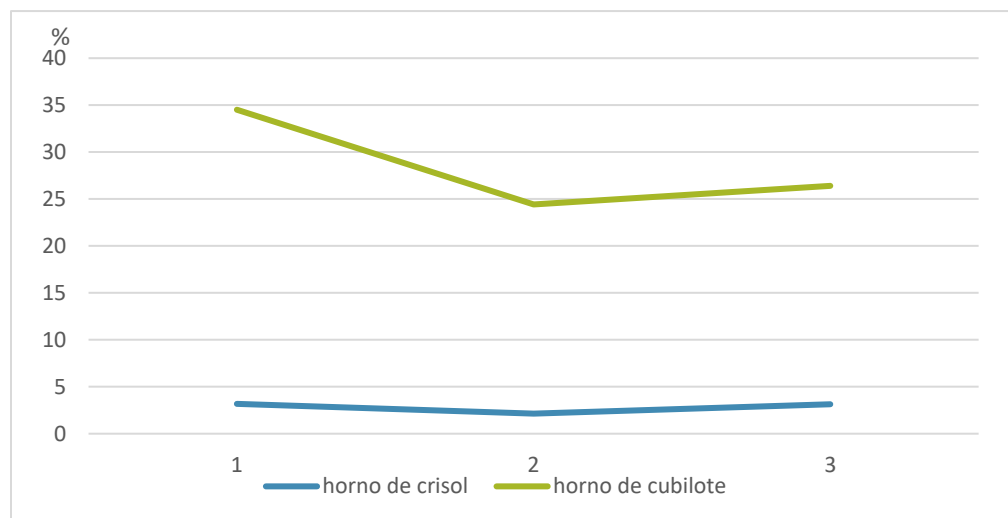
Los resultados de la gráfica demuestran las comparaciones de los hornos según el porcentaje de producción de cada uno de ellos dando como resultado que los hornos de cubilote tienen mayor capacidad de producción muy por encima de los hornos de crisol, por ser de menor capacidad.

En el caso del horno de crisol, se registraron valores de eficiencia productiva relativamente bajos, con porcentajes de 3,18 %, 2,14 % y 3,14 % correspondientes al resultado 1, 2 y 3, respectivamente como está representado en la *IMAGEN N°12.*, estos resultados indican un uso poco eficiente de la eficiencia de fundición disponible, por la limitada capacidad de almacenamiento.

Por otro lado, el horno de cubilote presentó valores de eficacia de fundición considerablemente superiores, alcanzando 34,51 % en el resultado 1, 24,42 % en el resultado 2 y 26,40 % en el resultado 3.

Estos resultados reflejan atribuirse a la combustión continua y al diseño vertical del cubilote, que favorece el intercambio de calor entre los gases calientes y la carga metálica.

IMAGEN N°12. Producción (eficiencia de fundición)



sión bibliográfica.

Fuentes: Elaboración propia, a partir de datos técnicos recopilados en la revisión bibliográfica.

TABL A N°10. Factores de cada horno enfocado en la sostenibilidad

	CRISOL	CUBILOTE
CONSUMO DE ENERGIA	Bajo un buen aislamiento térmico al ser un horno cerrado	Alto debido a la perdida térmica
EFICIENCIA ENERGETICA	Alto por ser un buen retenedor térmico	Baja debido a la perdida térmica
IMPACTO AMBIENTAL	Bajo	Alto debido a distintas reacciones químicas
PRODUCTIVIDAD	Alta para media y baja escalas	Alto para las grandes cargas que se puede fundir
CALIDAD	Alta debido al control de la química de la materia prima	Intermedio por la mezcla de hierro con coque
COMBUSTIBLE	Sólido, liquido, Gases, Electricidad	Solido
TIEMPO DE FUSION	2 h en un crisol de 800kg también dependiendo del material	De 3 a 10 horas
CICLO DE TRABAJO	Por lotes	Constante

Fuentes: *Las horas del crisol fueron obtenidas de Foundry - lexicón. (s. f.) y las horas del cubilote fueron obtenidas de Client challenge. (s. f.-c)*

Conclusiones

El análisis comparativo realizado permitió determinar que la eficiencia energética en los hornos de fundición depende directamente del tipo de tecnología empleada, del combustible utilizado, del control del proceso térmico y del volumen de producción requerido. En este contexto, tanto el horno cubilote como el horno crisol presentan ventajas y limitaciones específicas según su aplicación industrial.

El horno de crisol presenta un mejor desempeño energético, reflejado en un menor consumo específico de energía, un mejor control de la temperatura ya que sus pérdidas térmicas fueron mínimos siendo su número mayor el de 246.73kw como se puede apreciar en la IMAGEN N°11. lo que lo convierte en una alternativa más eficiente energéticamente.

Desde el enfoque de sostenibilidad, se concluye que el horno de crisol genera un menor impacto ambiental debido a que los resultados de la IMAGEN N°8, 9 y 10 lo demuestra el crisol teniendo menos liberación gases al contrario del cubilote que expresa una mayor liberación de gases contaminantes.

El horno cubilote demostró una mayor capacidad de producción, siendo adecuado para procesos de fundición continua y de gran volumen como se puede contemplar en la IMAGEN N°12. y sus datos expresados en la TABLA N°9, sin embargo, su mayor consumo energético y la generación elevada de gases contaminantes representan una desventaja significativa desde el punto de vista ambiental.

Referencias bibliográficas

Otero, J. L. (2024, 25 enero). *Qué es la eficiencia energética en la industria: ejemplos y medidas para mejorarla*. Cuerva.

<https://cuervaenergia.com/es/comunidad/sostenibilidad/que-es-eficiencia-energetica-industria/#:~:text=La%20eficiencia%20energ%C3%A9tica%20en%20la%20industria%20consiste%20en%20utilizar%20la,la%20calidad%20del%20servicio%20ofrecido.>

Fraga, H. (2024, 5 enero). *Sostenibilidad en la industria del metal*. GestánConteco.

<https://gestanconteco.com/2024/01/05/sostenibilidad-industria-metal/#:~:text=Sostenibilidad%20en%20la%20industria%20del%20metal:%20Una,de%20residuos%20hecha%20por%20especialistas&text=La%20industria%20del%20metal%20es,nuevos%20mercados%20para%20materiales%20reciclados.>

Raypa. (2025, noviembre 12). *Innovaciones en el Proceso de Fundición Sostenible - Raypa Fundiciones*. Raypa Fundiciones.

<https://raypafundiciones.com/proceso-de-fundicion-sostenible/>

El proceso de fundición de acero a partir de chatarra: Sostenibilidad y eficiencia – Aceros Ocotlán. (2024b, noviembre 1).

<https://www.acerosocotlan.mx/el-proceso-de-fundicion-de-acero-a-partir-de-chatarra-sostenibilidad-y-eficiencia/#:~:text=noviembre%201%2C%202024-.El%20proceso%20de%20fundici%C3%B3n%20de%20acero%20a%20partir%20de%20chatarra,futuro%20m%C3%A1s%20sostenible%20y%20eficiente.>

Franz, A. (2025, 4 diciembre). *Gussverfahren: Methoden, Vorteile und Nachteile*. FACTUREE.

<https://www.facturee.de/es/metodos-de-fundicion-ventajas-e-inconvenientes/#:~:text=Los%20procesos%20de%20fundici%C3%B3n%20son,pocos%20gramos%20hasta%20varias%20toneladas.>

Brenneman, A. (2017, 17 octubre). *¿Qué es una fundidora?* Reliance Foundry.

<https://www.reliance-foundry.com/blog/que-es-una-fundidora->

[es#:~:text=Un%20horno%20fundidor%20se%20%E2%80%9Ccarga,vertido%20de%20a
cero%20refractario%20alineada.](#)

Sentro. (2023, 27 abril). *The 5 Types of Foundry Furnaces*. Sentro Tech.
<https://www.sentrotech.com/types-of-foundry-furnaces/#section2>

Sentro. (2023, 27 abril). *The 5 Types of Foundry Furnaces*. Sentro Tech.
<https://www.sentrotech.com/types-of-foundry-furnaces/>

Sebastián Calvo, C. (2015, 15 octubre). HORNOS UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DE ALEACIONES FERROSAS Y NO FERROSAS. *Universidad Ricardo Palma*.
<https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Scientia/article/download/388/384/38336>

Zhejiang Fengyuan Tecnología Desarrollo Compañía Limitado, C. (2023, 4 septiembre). ¿Qué combustible se quema como combustible en los hornos industriales? - Conocimiento. WANFENG.
<https://es.wanfengdiecasting.com/info/which-fuel-is-burned-as-fuel-in-industrial-fur-86177815.html>

Metallurgical - the National Lime Association. (2025, 19 febrero). The National Lime Association.
<https://www.lime.org/resource/metallurgical-uses-of-lime/>

Planes, F. (2023, 28 octubre). Procesamiento de metales: ¿qué tipos hay y qué aplicaciones tiene? - Ferros Planes. Ferros Planes.
<https://ferrosplanes.com/procesamiento-de-metales-tipos-y-aplicaciones/#:~:text=Fundici%C3%B3n,la%20plata%20y%20el%20magnesio>

Doroteo, R. C. (s. f.). *HORNOS-DE-FUNDICIÓN-CRISOL-Y-CUBILOTE.pptx*. Scribd.
<https://es.scribd.com/presentation/476561984/HORNOS-DE-FUNDICION-CRISOL-Y-CUBILOTE-pptx>

Maranhão, E. A. (2020, 28 junio). *Pasos principales en un proceso de horno de arco eléctrico (EAF)*.

<https://www.linkedin.com/pulse/pasos-principales-en-un-proceso-de-horno-arco-eaf-alves-maranh%C3%A3o-1f>

Pachacama, V., Ulcuango, C., Passo, R., & Llanes, E. (2020). *Diseño de máquina de moldes de arena para utilizar en la fundición metálica.*

https://www.researchgate.net/publication/344519983_Diseño_de_maquina_de_moldes_de_arena_para_utilizar_en_la_fundicion_metallica

Admin. (s. f.-e). *¿Cuáles son las desventajas del horno de arco eléctrico? Altos costos, demanda de energía y desafíos operativos.*

<https://es.kindle-tech.com/faqs/what-are-the-disadvantages-of-electric-arc-furnace>

Admin. (s. f.-f). *¿Cuáles son las desventajas del Horno de Arco Eléctrico (HAE)? Desafíos clave en costos, calidad y materias primas.*

<https://es.kindle-tech.com/faqs/what-are-the-disadvantages-of-eaf#:~:text=Explore%20los%20principales%20inconvenientes%20de%20los%20Hornos,de%20grados%20de%20acero%20de%20alta%20pureza>

Acería que es, concepto y definición. (s. f.). Bibliatodo. <https://www.bibliatodo.com/Diccionario-biblico/aceria>

Admin. (s. f.-a). *¿Cuál es el principio de funcionamiento de un horno de inducción? Logre una fusión de metales rápida y eficiente.*

<https://es.kindle-tech.com/faqs/what-is-the-working-principle-of-induction-furnace#:~:text=En%20esencia%2C%20un%20horno%20de%20inducci%C3%B3n%20funciona,de%20este%20campo%2C%20el%20campo%20induce%20corrientes>

Admin. (s. f.-a). *¿Cómo funciona un horno de inducción Inductotherm? Descubra el poder de la fusión de metales limpia y eficiente.*

<https://es.kindle-tech.com/faqs/how-does-an-inductotherm-induction-furnace-work>

Admin. (s. f.-c). *¿Cuáles son las desventajas de un horno de inducción? Limitaciones clave en la fusión de metales.*

<https://es.kindle-tech.com/faqs/what-are-disadvantages-of-induction-furnace>

Jinsuncarbon. (2025, 7 enero). *How Does the Blast Furnace Work?* Jinsun Carbon.

<https://jinsuncarbon.com/es/como-funciona-un-alto-horno/>

Electric Arc Furnace vs. Blast Furnace. (2021, 29 marzo). Steel Supply LP.

[https://www.steelsupplylp.com/blog/electric-arc-furnace-vs-blast-](https://www.steelsupplylp.com/blog/electric-arc-furnace-vs-blast-furnace#:~:text=Utiliza%20mineral%20de%20hierro%20como,cantidad%20de%20di%C3%B3xido%20de%20carbono.)

[furnace#:~:text=Utiliza%20mineral%20de%20hierro%20como,cantidad%20de%20di%C3%B3xido%20de%20carbono.](https://www.steelsupplylp.com/blog/electric-arc-furnace-vs-blast-furnace#:~:text=Utiliza%20mineral%20de%20hierro%20como,cantidad%20de%20di%C3%B3xido%20de%20carbono.)

Del Este, C. (2024, 23 September). *How Does a Blast Furnace Work.* Carbono del Este.

<https://www.eastcarb.com/es/como-funciona-un-alto-horno/>

Universidad de Oviedo - Departamento de Ciencias de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica.

(s. f.). *CARGA DE HORNOS ALTOS y COLADAS DE ARRABIO.* Sistema Español de Inventario de Emisiones Metodologías de estimación de emisiones.

[https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/040202-hornosaltos-arrabio_tcm30-446948.pdf)

[ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/040202-hornosaltos-arrabio_tcm30-446948.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/040202-hornosaltos-arrabio_tcm30-446948.pdf)

Gutiérrez, F. (2018). *Horno cubilote.*

https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/Sahagun/industrial/2018/Horno_cubilote.pdf

Client Challenge. (s. f.).

<https://es.scribd.com/document/229709311/Hornos-Rotativos>

Fanshun-Precio bajo Fundición de lingotes de chatarra de cobre Adquisitivo, ¿Cómo funciona un horno rotativo? (s. f.).

<http://es.copperfurnace.com/newsinfo-how-does-a-rotary-furnace-work.html>

Characteristic Features of Rotary Kilns – IspatGuru. (s. f.).

<https://www.ispatguru.com/characteristic-features-of-rotary-kilns/>

Rotary Furnace for Aluminum Melting and Recycling. (s. f.). Manufacturer Of Induction Heating Machine | Billet Heater | Induction Melting Furnace.

<https://es.dw-inductionheater.com/producto/horno-rotatorio-para-fundici%C3%B3n-y-reciclaje-de-aluminio>

Sentro Tech. (2023, 5 Julio). *Application: Crucible.*

<https://www.sentrotech.com/applications/crucible-furnaces-ovens/#:~:text=Un%20horno%20de%20crisol%20es,m%C3%A1s%20utilizados%20en%20la%20industria>

Harry. (2025, 2 febrero). *Los cuatro tipos más comunes de hornos de fusión de acero.* Amelt.

<https://amelt.com/es/los-cuatro-tipos-mas-comunes-de-hornos-de-fusion-de-acero/>

Cómo elegir el material de crisol adecuado: Una guía completa - Advanced Ceramics Hub. (s. f.). Centro de Cerámica Avanzada.

<https://advceramicshub.com/es/blog/how-to-choose-the-right-crucible-material-a-complete-guide/>

Author. (2023, 25 diciembre). What is a cupola furnace and how does it work? *EngineeringTribe.*

<https://www.engineeringtribe.com/cupola-furnace/>

Admin. (s. f.). *¿Qué es un horno de crisol? Descubra sus usos, componentes y ventajas.*

<https://es.kindle-tech.com/faqs/what-is-a-crucible-furnace>

MarcoFlorez. (s. f.). *APLICACIONES, CLASES y TIPOS DE HORNOS.pptx.* Slideshare.

<https://es.slideshare.net/slideshow/aplicaciones-clases-y-tipos-de-hornos-pptx/268670159>

Ijauregui, & Ijauregui. (2025, 12 mayo). HORNO CUBILOTE. *Insertec.*

<https://www.insertec.es/blog/horno-cubilote/>

Author. (2023, 25 diciembre). What is a cupola furnace and how does it work? *EngineeringTribe.*

<https://engineeringtribe.com/cupola-furnace/>

Admin. (s. f.-a). *¿Cuáles son los distintos tipos de hornos de fusión? Elija el horno adecuado para sus necesidades de fusión de metales.*

<https://es.kindle-tech.com/faqs/what-are-the-different-types-of-melting-furnace>

M, D. (2016, 23 diciembre). *Cupola Furnace: Structure, Operation and Zones* | Foundry. Your Article Library

<https://www.yourarticlelibrary.com/metallurgy/cupola-furnace-structure-operation-and-zones-foundry/95696>

Admin. (2025, 19 septiembre). *Eficiencia energética*. BM Fundición.
<https://bmfundicion.mx/eficiencia-energetica/>

Hornos de Crisol: Ventajas, Desventajas y Aplicaciones en la Industria Moderna. (s. f.).
<https://www.briteg.com/articulos-del-blog/hornos-de-crisol-ventajas-desventajas-y-aplicaciones-en-la-industria-moderna#:~:text=En%20un%20horno%20de%20crisol,ayuda%20a%20conservar%20su%20pureza.>

Admin. (s. f.). *¿Cuáles son las ventajas y desventajas de los hornos de crisol? Claves para las aplicaciones industriales.*

<https://es.kindle-tech.com/faqs/what-are-the-advantages-and-disadvantages-of-crucible-furnace>

De Cerámica Avanzada, P. y. F. (2025, 17 marzo). *Crisoles de laboratorio, sus usos y función en un laboratorio de química*. Advanced Ceramics Supplier and Manufacturer.
<https://ggsceramic.com/es/noticia/crisoles-de-laboratorio-sus-usos-y-funcion-en-un-laboratorio-de-quimica>

Usos y recomendaciones Crisoles (corona cadihno). (s. f.).
https://www.hornosindustriales.cl/info_site/Crisoles%20Corona%20Cadinhos%20-%20Recomendaciones%20de%20uso.pdf

Foundry - lexicon. (s. f.).

<https://www.giessereilexikon.com/en/foundry-lexicon/Encyclopedia/show/crucible-furnace-4477/?cHash=2f13bdf0587ee76b52dd2c3911010a34#:~:text=Con%20un%20crisol%20de%20800,fusi%C3%B3n%20que%20los%20de%20gas.&text=Las%20ventajas%20de%20los%20hornos,gran%20riesgo%20para%20el%20personal.>

Systemes, D. (2022, 5 julio). *Fundición*. Dassault Systemes.

<https://www.3ds.com/es/make/guide/process/casting>

Team, R. C. C. (2026, 7 enero). *What Is Fuel & Complete Introduction Types of Fuels*. Raadman Industrial Group.

https://raadmanburner.com/blog/burner-fuel/#elementor-toc_heading-anchor-0

Jimenez, I., Joaquin, J., Lugo, C., & Castillo, E. (s. f.). *Combustibles y fundentes*. Scribd.
<https://es.scribd.com/document/463786120/Combustibles-y-fundentes-8>

PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA, MECATRONICA E INDUSTRIAL FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS, UNIVERSIDAD DE PAMPLONA. (s. f.). *DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE UN HORNO TIPO CRISOL CON CAPACIDAD DE 5KG, PARA ALUMINIO*.
http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co:8080/bitstream/20.500.12744/433/1/Narvaez_2015_TG.pdf

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL, AMAGUAYA, J., & CHÁVEZ, H. (s. f.). *DISEÑO y CONSTRUCCIÓN DE UN HORNO CRISOL CALEFACCIONADO POR GLP SEMIAUTOMATIZADO PARA LA OBTENCIÓN DE BRONCE PARA EL TALLER GRANITO DE MOSTAZA DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA*.
<https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/bb6520fa-10c0-4372-8f28-eab48d782858/content>
