

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería  
Carrera de Ingeniería Industrial



# **PROPOSAL OF A PROTOTYPE OF FOUNDRY SYSTEM TO REUSE WASTE OF LOW MELTING POINT ALLOYS BY MEANS OF CONDUCTIVE HEAT TRANSFER**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**Aaron Jorge Jose Navarro Ita**

**Código 20163367**

**Asesor**

**Juan Carlos Yacono Llanos**

Lima – Perú  
marzo de 2025

**Propuesta**  
**Carrera Ingeniería Industrial**

**Título**

PROPOSAL OF A PROTOTYPE OF FOUNDRY SYSTEM TO REUSE WASTE OF LOW MELTING POINT ALLOYS BY MEANS OF CONDUCTIVE HEAT TRANSFER

**Autor(es)**

Aaron Jorge Jose Navarro Ita  
[20163367@aloe.ulima.edu.pe](mailto:20163367@aloe.ulima.edu.pe)  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Lima, Perú  
Juan Carlos Yacono Llanos  
[jyacono@ulima.edu.pe](mailto:jyacono@ulima.edu.pe)  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Lima, Perú  
William Fernando Fernandez Goicochea  
[wfernand@ulima.edu.pe](mailto:wfernand@ulima.edu.pe)  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Lima, Perú

**Resumen:** En la actualidad, el manejo de la maquinaria de fundición es costoso y complicado, no solo por la energía utilizada, sino también por lo contaminante, extenso y peligroso del proceso. Esta perspectiva es relevante dado que, en muchas microempresas metalúrgicas, e incluso laboratorios de centros educativos, se generan mermas que se venden a muy bajo precio y se compra un producto elaborado a partir de material virgen, incrementando el consumo natural, tiempo y gasto en el proceso de fundición. El siguiente trabajo de innovación desarrolla una propuesta de prototipo de un sistema de fundición que brinda optimización para la industria metalúrgica a menor escala. El enfoque incluye colocar el material (merma) en un sistema de calentamiento que funciona a través de una transferencia de calor por conducción, lo cual se sustenta teóricamente debido al proceso de cortocircuito explicado con la Ley de Joule, que es la conversión de energía eléctrica en calor, hasta obtener el material fundido. Finalmente, se realiza un análisis de los resultados que demuestran que el mecanismo es efectivo tras el uso de materiales de bajo punto de fusión como ejemplo (Metal Wood) tras fundirse en un tiempo (30 segundos) y temperatura determinados (88.3°C) con el uso eficiente de amperaje (192 A) y voltaje (1.517 V) tras el único recurso de un enchufe convencional a 220V y 10A. En este sentido, se genera un bajo costo de producción tras disminuir el voltaje y aumentar la corriente, teniendo una reducción en el uso de energía de -41.75% en comparación con otros procesos de fundición eléctrica como la de inducción.

**Palabras Clave:** Proceso de fundición, Mermas, Ley de Joule, Metal Wood, Inducción.

**Abstract:** Nowadays, the management of foundry machinery is expensive and complicated, not only because of the energy used, but also because of the polluting, lengthy and dangerous process. This perspective is relevant given that, in many metallurgical micro-enterprises, and even educational center laboratories, waste is generated that is sold at a very low price and a product made from virgin material is purchased, increasing the expense, time and natural consumption in the foundry process. The following innovation work develops a prototype proposal for a foundry process that provides optimization for the metallurgical industry on a smaller scale. The approach includes placing the material (waste) in a heating system that works through a conduction transfer, which is theoretically supported due to the short-circuit process complemented by Joule's Law, which is the conversion of electrical energy into heat until obtaining the molten material. Finally, an analysis of the results is carried out that demonstrate the effective mechanism after the use of a low melting point material as an example (Metal of Wood) after melting at a certain time (30 seconds) and temperature (88.3 ° C) with the efficient use of the converted amperage (192 A) and voltage (1.517 V) and the only resource of a conventional plug at 220V and 10A. In this sense, a low cost of obtaining is generated after decreasing the voltage and increasing the current, obtaining a reduction in the use of energy of -41.75% compared to other foundry processes such as induction.

**Keywords:** Foundry process, Waste, Joule's Law, Metal Wood, Induction.

**Línea de investigación IDIC – ULIMA:** (2) – Desarrollo Sostenible y Medioambiente

**Área y Sub-áreas de Investigación:** (12) – Ingeniería de Diseño y Fabricación; (12.3) – Procesos de

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la producción de materiales no ferrosos como el aluminio, su funcionamiento requiere del uso de mucha energía para su fabricación (Haraldsson, et al., 2021). Sin embargo, al utilizar mermas, solo se necesitaría un 5% de energía para obtener el material a diferencia de su producción a partir del elemento virgen (Raabe, et al., 2022). Por lo tanto, se afirma que se observa un consumo energético relativamente alto en la industria de la fundición (Leoni, et al., 2021) en los procesos actuales.

Un sistema de fundición normal puede consumir hasta 45 kWh/kg (Raabe, et al., 2022), implementar el análisis práctico busca mejorar la eficiencia del uso de energía por parte de la industria de la fundición (Leoni, et al., 2021) y así lograr la optimización del proceso. No obstante, la eficiencia de producción no siempre va de la mano con la eficiencia energética (Górska & Daroń, 2021) actualmente.

### **OBJETIVOS**

El objetivo de la investigación es proponer un prototipo de sistema de fundición con el mejor aprovechamiento energético posible en comparación con los mecanismos de fundición de hoy en día.

En primer lugar, se debe reducir el voltaje y aumentar la corriente utilizando un transformador de 0,7 kVA; en segundo lugar, se implementa la reutilización de materiales de desecho (mermas) no ferrosos con un bajo punto de fusión; finalmente, elaboración de un sistema compacto y asequible para su uso en la industria del mecanizado con el objetivo de demostrar cuantitativamente los resultados de su correcto funcionamiento.

### **JUSTIFICACIÓN**

Existen dos puntos esenciales que resumen la importancia de los artículos de la literatura revisados: las pérdidas de materiales no ferrosos y la recuperación de energía (Ghormley, Williams, & Dvorak, 2020). Por ejemplo, se proyecta la reutilización de los residuos de escoria de aluminio (ADW) y se sustenta que se pueden reducir considerablemente los residuos a nivel mundial y así generar menos contaminación y uso de bauxita. Esto conlleva a un ahorro en el costo de producción de este elemento (Nan, et al., 2021). Es muy importante tomar en cuenta estas investigaciones para el desarrollo del sistema de fundición a proponer ya que en industrias como la automotriz se necesita reducir los costos de producción y al utilizar material reciclado se puede reducir el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en un 35% (Raabe, et al., 2022). También se propone utilizar resistencias para la fundición (calor por electricidad) ya que se ha demostrado que es una de las mejores técnicas desde los siglos XVI y XVII (Warchulski, et al., 2020). Por otro lado, el poder calorífico del horno de uso común es suministrado por GLP (propano), que aporta alrededor de 6 470 628 Kcal/m<sup>3</sup> en el nivel superior y 5 823 565 Kcal/m<sup>3</sup> en el nivel inferior (Cengel, et al., 2019). Sin embargo, este sistema genera mayor contaminación y consumo energético, por lo que es mejor utilizar un sistema de horno de resistencia eléctrica (Haraldson & Johansson, 2019). El aprovechamiento de residuos es fundamental en este punto, ya que un 10% de un proceso de fundición de material virgen sale como escoria, pero menos del 2% de un proceso de reprocesamiento (Raabe, et al., 2022). Cabe señalar que como el material a utilizar es no ferroso, preferiblemente solo se deben requerir 2,8 kWh/kg (Raabe, et al., 2022).

### **HIPÓTESIS**

Una propuesta de un prototipo de sistema de fundición que reutilice mermas en aleaciones de bajo punto de fusión mediante transferencia de calor conductiva podría demostrar la reducción en el consumo energético haciéndolo más eficiente.

## DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo: Innovación

La presente investigación fue de tipo innovación, debido a que está orientada a lograr un prototipo de un nuevo sistema de fundición para mermas de materiales de bajo punto de fusión no ferrosos.

Enfoque: Cuantitativo

El enfoque es cuantitativo debido a que se busca evaluar, comparar e interpretar los datos obtenidos en las pruebas realizadas en el laboratorio de la Universidad de Lima del prototipo.

Alcance: Causal

El alcance es causal porque el objetivo es conocer el efecto que se produce en el consumo energético la implementación de la transferencia de calor conductiva en un nuevo prototipo de sistema de fundición.

Técnicas e instrumentos:

- Diagrama Causa-Efecto
- Árbol de objetivos
- SCAMPER
- Diagrama de Gantt
- Inventor Professional
- Impresora 3D
- Entre hierro y Carrete para Bobinado

Etapas del desarrollo de la investigación:

Para la elaboración del siguiente prototipo se siguieron los siguientes pasos:

**Paso 1:** Revisión de antecedentes en los sistemas de fundición del campo metalmecánico.

**Paso 2:** Revisión de la Literatura en Scopus y Web of Science (40 publicaciones).

**Paso 3:** Se ha tomado en cuenta el diseño en Inventor Professional para poder analizar las partes del sistema para fundir y el posible maquinado a utilizar tomando en cuenta el nivel de energía que concede la fundición por conducción eléctrica (modelado de las partes en software).

### Figura 1

*Diseño de bobina de calentamiento*



**Paso 4:** Se analizó el material base que se debe usar para elaborar los contornos de la máquina el cual debe ser el acero dado que tiene buenas propiedades mecánicas, resistencia al desgaste, tenacidad y a la corrosión.

**Paso 5:** El poder calorífico por parte del horno que se usa comúnmente es abastecido por el GLP (propano) el cual brinda en el nivel superior alrededor de 6 470 628 Kcal/m<sup>3</sup> y como nivel inferior 5 823 565 Kcal/m<sup>3</sup> (Cengel, et al., 2019). Sin embargo, este sistema genera más contaminación y consumo de energía, por lo cual se eligió uso de un sistema de horno por conducción eléctrica en resistencia dado este antecedente.

**Paso 6:** Se determina trabajar con mermas ya que el uso de este es esencial en este punto dado que de un proceso de fundición de material virgen sale un 10% como escoria, pero de un reproceso menos del 2% (Raabe, et al., 2022). Además, del ahorro energético que se produciría según fuentes estudiadas.

**Paso 7:** Se consiguen los implementos necesarios: Entre hierro, Carrete para bobinado, Bobina de 5 espiras, generador de 220V (modelado de la máquina completa).

**Paso 8:** Pruebas y toma de datos con lo siguientes implementos: pinza amperimétrica, voltímetro y termómetro (corrección de posibles errores).

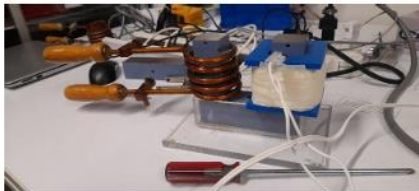
**Paso 9:** Experimentación final, validación y Análisis de datos (4 semanas).

**Paso 10:** Revisión de normas y estándares de ingeniería aplicables por seguridad del sistema.

**Paso 11:** Funcionalidad aceptada por expertos en la rama del mecanizado.

## Figura 2

### *Prototipo Final*



### **Restricciones:**

- Se va a diseñar y prototipar el sistema de fundición usando herramientas de ingeniería industrial.
- Obtención de datos numéricos concretos basados en fuentes para el control de la viabilidad en su fabricación.
- Análisis de punto de fusión, nivel de uso de energía (W, A, V) y materiales que requiera el prototipo.

### **Limitaciones:**

- Uso de Inventor Professional 2024 dado que facilita el diseño del proyecto y no se tomarán en cuenta simuladores de fundición ya que no incluye relación con el diseño del sistema o el uso de energía comparativo.
- No habrá venta física de un prototipo de máquina en una empresa en específico ya que solo se implementa un diseño y prototipado de mejora en el proceso productivo de fundición desde un punto de vista de la ingeniería industrial.
- No hay análisis minucioso de costos y gastos ni tampoco elaboración de almas (moldes) del prototipo dado que la finalidad principal va por el uso energético en Watts, el tiempo y el logro del punto de fusión en comparación con otros sistemas actuales de fundición.

## NOTAS (AGRADECIMIENTOS)

Agradecimientos a Dios, mis padres por haberme dado una carrera para mi futuro y por creer en mi capacidad a pesar de las adversidades, a mis profesores por su guía para llegar a este logro y a la Universidad de Lima por las oportunidades que desarrollaron mi crecimiento profesional.

Alibaba (2023). <https://spanish.alibaba.com>

Almonti, Baiocco, Mingione, & Ucciardello. (2022). FEM Simulations for the Optimization of the Inlet Gate System in Rapid Investment Casting Process for the Realization of Heat Exchangers. *International Journal of Metalcasting*, 16, 1152-1163. <https://doi.org/10.1007/s40962-021-00668-7>

Álvaro, O. R., Martín, S., Stefan, A. D., Carlos, L. G., Alejandro, D. R., Gert, G., Acevedo, G., Heiskanen, M. & Fernando, D. N. (2022). Optimisation of Operator Support Systems through Artificial Intelligence for the Cast Steel Industry: A Case for Optimisation of the Oxygen Blowing Process Based on Machine Learning Algorithms. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, 6(2), 34. <https://doi.org/10.3390/jmmp6020034>

Aryshenskii, E., Hirsch, J., Konovalov, S., Aryshenskii, V., & Drits, A. (2021). Influence of Mg Content on Texture Development during Hot Plain-Strain Deformation of Aluminum Alloys. *Metals*, 11(6), 865. <https://doi.org/10.3390/met11060865>

Bifano, L., Fischerauer, A., Liedtke, A., & Fischerauer, G. (2021). Characterization of sand and sand binder systems from the foundry industry with electrical impedance spectroscopy. *Journal of*, 11(1), 43-51. <https://doi.org/10.5194/jsss-10-43-2021>

Cengel Y (2019). *Termodinámica* (9a ed.). Universidad de Lima. McGraw-Hill Interamericana. Recuperado de <http://www.ebooks7-24.com.ezproxy.ulima.edu.pe/il=9192>

Chen, W., Wang, M., Liu, L., Wang, H., & Wang, X. (2021). Three-Stage Method Energy–Mass Coupling High-Efficiency Utilization Process of High Temperature Molten Steel Slag. *Metallurgical and Materials Transactions B: Process Metallurgy and Materials Processing Science*, 3004-3015. <https://doi.org/10.1007/s11663-021-02213-7>

Cionti, C., Stucchi, M., & Meroni, D. (2022). Mimicking Stained Glass: A Hands-On Activity for the Preparation and Characterization of Silica Films Colored with Noble Metal Ions and Nanoparticles. *Journal of Chemical*, 99(3), 1516-1522. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c01141>

Egilegor, B., Jouhara, H., Zuazua, J., Al-Mansour, F., Plesnik, K., Montorsi, L., & Manzini, L. (2020). ETEKINA: Analysis of the potential for waste heat recovery in three sectors: Aluminium low pressure die casting, steel sector and ceramic tiles manufacturing sector. *International Journal of Thermofluids*, 1-2, 10002. <https://doi.org/10.1016/j.ijft.2019.100002>

Elsayed, M., manía, K., Mikael, L., Gert, K., & Erik, P. (2019). Potential for developing biocarbon briquettes for foundry industry. *Applied Sciences*, 9(24), 5288. <https://doi.org/10.3390/app9245288>

Famielec, S. (2020). Chromium Concentrate Recovery from Solid Tannery Waste in a Thermal Process. *Materials*, 13(7), 1533.

<https://doi.org/10.3390/en14248470>

Foro por Metalurgista de 911Metalurgist. (2021, 29 marzo). Trituradora de Mandíbulas Compacta 55 X 75 mm. Recuperado el 14 de Junio de 2023. <https://www.911metallurgist.com/metalurgia/trituradora-de-mandibulas-compacta/>

Ghormley, S., Williams, R., & Dvorak, B. (2020). Foundry sand source reduction options: Life cycle assessment evaluation. *Environments – MDPI*, 7(9), 66. <https://doi.org/10.3390/environments7090066>

Górska, M., & Daron, M. (2021). Importance of Machine Modernization in Energy Efficiency Management of Manufacturing Companies. *Energies*, 14(24), 8383. <https://doi.org/10.3390/en14248383>

Greša, T., Nardib, V. G., Schmida, S., Hoyera, J., Rizaieva, Y., Boll, T., Seilsc, S., Tonnb, B & Volka, W. (2021). Vertical Continuous Compound Casting of Copper Aluminum Bilayer Rods. *JOURNAL OF MATERIALS PROCESSING TECHNOLOGY*, 288, 116854 <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2020.116854>

Guoqiang Ma, Yimian Chen, Shuize Wang, Honghui Wu, Junheng Gao, Guilin Wu, Xiping Mao (2023). Study on Corrosion Behavior and Mechanism of Ultrahigh-Strength Hot-Stamping Steel Based on Traditional and Compact Strip-Production Processes. *Materials*, 16(8), 3064, <https://doi.org/10.3390/ma16083064>

Haraldsson, J., Johnsson, S., Thollander, P., & Wallminorte., M. (2021). Taxonomy, Saving Potentials and Key Performance Indicators for Energy End-Use and Greenhouse Gas Emissions in the Aluminium Industry and Aluminium Casting Foundries. *Energies*, 11(17), 2043. <https://doi.org/10.3390/su11072043>

- Hodder, K. J., & Chalaturnyk, R. J. (2019). Bridging additive manufacturing and sand casting: Utilizing foundry sand. *Additive Manufacturing*, 28, 649-660. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2019.06.008>
- Horr, A. M., & Kronsteiner, J. (2020). On numerical simulation of casting in new foundries: Dynamic process simulations. *Metals*, 10(7), 886. <https://doi.org/10.3390/met10070886>
- Instituto Nacional de Calidad - INACAL. (s. f.). Plataforma del Estado Peruano. <https://www.gob.pe/inacal>
- Javier, N., Benat, B., & Ciro, S. D. (2022). A Smart Digital Twin to Stabilize Return Sand Temperature without Using Coolers. *Metals*, 12(5), 730. <https://doi.org/10.3390/met12050730>
- Jeremy Demarteau, N. V. (2022). Lower-Cost, Lower-Carbon Production of Circular Polydiketoenamine Plastics. *ACS Sustainable*, 10(8), 2740-2749. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.1c07851>
- Joakim, H., & T, J. M. (2019). Barriers to and drivers for improved energy efficiency in the Swedish aluminium industry and aluminium casting foundries. *Sustainability*, 14(12), 3571. <https://doi.org/10.3390/en14123571>
- Johansson, María T., Thollander, Patrik (2018). A review of barriers to and driving forces for improved energy efficiency in Swedish industry– Recommendations for successful in-house energy management. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 618-628. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.052>
- Krobath, M., Krobath, R., Bernhard, C., & Ecker, W. (2020). Elasto-Viscoplastic Material Model of a Directly Cast Low-Carbon Steel at High Temperatures. *Materials*, 13(10), 2281. <https://doi.org/10.3390/ma13102281>
- Kyusend, K. H. (2021). Layout design and die casting using cae simulation for household appliances. *Applied Sciences*, 11(21), 10128. <https://doi.org/10.3390/app112110128>
- Leoni, L., Cantini, A., De carlo, F., Salvio, M., Martini, C., Toro, C., & Martini, F. (2021). Energy-Saving Technology Opportunities and Investments of the Italian Foundry Industry. *Energies*, 14(24), 8470. <https://doi.org/10.3390/n14248470><https://doi.org/10.3390/n14248470>
- Marqués, E. S., Silva, F., Paiva, O. C., & Pereira, A. B. (2019). Improving the Mechanical Strength of Ductile Cast Iron Welded Joints Using Different Heat Treatments. *Materials*, 12(14), 2263. <https://doi.org/10.3390/ma12142263>
- Michael, B., Michael, L., Markus, N., & R., P. B. (2022). A novel tracking system for the iron foundry field based on deep convolutional neural networks. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 33, 2119- 2128. <https://doi.org/10.1007/s10845-022-01970-9>
- Ospino, R. J., & Mendoza, A. F. (2011). Obtenido de <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0061419.pdf>
- Paul W. Cleary, Gary W. Delaney, Matt D. Sinnott, Sharen J. Cummins, Rob D. Morrison (2020). Advanced comminution modelling: Part 1 – Crushers. *ELSEVIER*, 88, 238-265. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2020.06.049>
- QuestionPro. (2022). Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-experimental/>
- Raabe, D., Ponge, D., Uggowitz, P. J., Roscher, M., Paolantonio, M., Liu, C., Antrekowitsch, H., Kozeschnik, E., Seidmann, D., Gault, B., De Geuserf, F., Deschampsf, A., Hutchinson, C., Liu, C., Li, Z., Prangnell, P., Robson, J., Shanthra, P., Vakili, S., Sinclair, C., Bourgeois, L & Pogatscher, S. (2022). Making sustainable aluminum by recycling scrap: The science of “dirty” alloys. *Progress in Materials*, 128, 100947. <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2022.100947>
- Roa-Jofré, M. F., Parra-Sánchez, V. R., Reyes-Alcántara, G. A., Araneda-Hernández, E. A., Balladares-Varela, E. R., Parra-Figueroa, R. A., & Mora-Vilches, C. V. (2022). Experimental Determination of the Conversion Rate of Molten White Metal by Supplying Individual Air Bubbles. *Metals*, 12(6), 980. <https://doi.org/10.3390/met12060980>
- Salud en el trabajo y seguridad industrial. (s. f.). Google Books. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=D4RzEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=REGLAMENTO+DE+SEGURIDAD+INDUSTRIAL&ots=jDU2XC\\_Er1&sig=CEkBAVZAEMYmFGa0rql4IH19WE](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=D4RzEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=REGLAMENTO+DE+SEGURIDAD+INDUSTRIAL&ots=jDU2XC_Er1&sig=CEkBAVZAEMYmFGa0rql4IH19WE)
- Sama, S. R., MacDonald, E., Voigt, R., & Manogharan., G. (2019). Measurement of Metal Velocity in Sand Casting during Mold Filling. *Metals*, 9(10), 1079. <https://doi.org/10.3390/met9101079>
- Sheng, D.-Y., & Chen, D. (2021). Comparison of Fluid Flow and Temperature Distribution in a. *Metals*, 11(5), 796. <https://doi.org/10.3390/met11050796>
- Sika, R., Rogalewicz, M., Popielarski, P., Czarnecka-Komorowska, D., Przystacki, D., Gawdzińska, K., & Szymański., P. (2020). Decision Support System in the Field of Defects Assessment in the Metal Matrix Composites Castings. *Materials*, 13(16), 3552. <https://doi.org/10.3390/ma13163552>
- Stefan, R., Mirjam, H., Johannes, S., & Gunther, R. (2022). Risk Treatment for Energy-Oriented Production Plans through the Selection, Classification, and Integration of Suitable Measures. *Applied Sciences*, 12(13), 6410. <https://doi.org/10.3390/app12136410>
- Su, N., Li, Z., Ding, Y., Yang, H., Zhang, J., & Fu, G. (2021). Waste to Wealth Strategy: Preparation and Properties of Lightweight Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>-Rich Castables Using Aluminum Dross Waste. *Materials*, 14(24), 7803. <https://doi.org/10.3390/ma14247803>

Tekin, U., Kevin, O., Santos, S. M., Pedro, V., & Elvan, A. (2022). Industry 4.0 Foundry Data Management and Supervised Machine Learning in Low-Pressure Die Casting Quality Improvement. *International Journal of Metalcasting*. <https://doi.org/10.1007/s40962-022-00783-z>

Tian, Q., Deng, K., Xu, Z., Han, K., & Zheng., H. (2021). Microstructural Characterization and Mechanical Property of Al-Li Plate Produced by Centrifugal Casting Method. *Metals*, 11(6), 966. <https://doi.org/10.3390/met11060966>

Vasková, I., Varga, L., Prass, I., Dargai, V., Conev, M., Hrubovčáková, M., Bartošová, M., Bul'ko & B., Demeter., P. (2020). Examination of Behavior from Selected Foundry Sands with Alkali Silicate-Based Inorganic Binders. *Metals*, 10(2), 235. <https://doi.org/10.3390/met10020235>

Vialetto, J., Noro, M., Colbitaldo, P., & Rokni, M. (2019). Enhancement of energy generation efficiency in industrial facilities by SOFC – SOEC systems with additional hydrogen production. *International Journal of Hydrogen.*, 44(19), 9608-9620. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.08.145>

Vossel, Gor, Pustal, & Bührig-Polaczek. (2022). Evaluating the Application of Heating Conductor Surfaces Inside Plasma Sprayed Coatings in Permanent Mold Metal Casting Processes for Local, Near-Surface Heat Release. *International Journal of Metalcasting*, 16, 585-594. <https://doi.org/10.1007/s40962-021-00660-1>

Warchulski, R., Szczuka, M., & Kupczak, K. (2020). Reconstruction of 16th–17th Century Lead Smelting Processes on the Basis of Slag Properties: A Case Study from Sławków, Poland. *Minerals*, 10(11), 1039. <https://doi.org/10.3390/min10111039>

Wędrychowicz, M., Besta, P., Gabryelewicz, I., Stryjski, R., & Krupa, P. (2021). The Recycling of Secondary Waste in Polish Recycling Companies. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 23, 715-730. <https://doi.org/10.54740/ros.2021.050>

Yang, X., Wang, X., Xie, J., Li, Y., & Yang, D. (2022). Investigation of the Thermodynamic Transformation and Rare. *Materials*, 15(13), 4448. <https://doi.org/10.3390/ma15134448>

Yi chen, K., Ming-Hsiu, H., Han Wei, T., Cheng-Fu, H., Sheng-Chan, L., Chien-Wei, C., & Yiin-Kuen, F. (2022). Computer-aided engineering (CAE) simulation for the robust gating system design: Improved process for investment casting defects of 316L stainless steel valve housing. *International Journal of Metalcasting*, 16, 2014-2032. <https://doi.org/10.1007/s40962-021-00733-1>

Yong-shuaia, F., Dun-minga, L., & Taob, C. (2019). Confluence and cold shut computation based on time field in casting simulation. *China Foundry*, 18, 101-109. <https://doi.org/10.1007/s41230-021-9008-2>

## ANEXO. Datos del artículo publicado

- **Nombre del artículo:** Proposal of a Prototype of Foundry System to Reuse Waste of Low Melting Point Alloys by Means of Conductive Heat Transfer
- **Autor:** Aaron Jorge Jose Navarro Ita
- **Co autor(es):** Juan Carlos Yacono Llanos, William Fernando Fernandez Goicochea

### Presentación en congreso

- **Nombre del congreso:** The 7th Annual Bangladesh International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Dhaka, Bangladesh, December 21-23, 2024
- **Organizador:** IEOM Society International, USA
- **Sede:** Dhaka, Bangladesh
- **Año:** 2024
- **Pp:** 11 hojas
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** ISSN / E-ISSN: 2169-8767 (U.S. Library of Congress) <https://doi.org/10.46254/BA07.20240053>




## 8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

► Bibliografía

### Fuentes principales

- 8%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.