
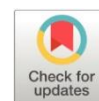


Análisis del proceso de manufactura mediante proceso de ingeniería inversa de un cabezote de un motor de 100 cc. para la industria automotriz

Analysis of the manufacturing process by reverse engineering process of a connecting rod of a 100-cc. engine for the automotive industry

- ¹ Edgar Fabián Sánchez Carrión  <http://orcid.org/0000-0002-8027-2799>
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Mecánica, Riobamba, Ecuador,
esanchez_c@esepoch.edu.ec
- ² Edison Patricio Abarca Pérez  <http://orcid.org/0000-0001-7041-4805>
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Mecánica, Riobamba, Ecuador,
edison.abarca@esepoch.edu.ec
- ³ Elvis Enrique Arguello  <http://orcid.org/0000-0001-5083-1011>
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Mecánica, Riobamba, Ecuador.
earguello@esepoch.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 16/05/2022

Revisado: 27/06/2022

Aceptado: 01/07/2022

Publicado: 26/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2248>

Cítese: Sánchez Carrión, E. F., Abarca Pérez, E. P., & Arguello, E. E. (2022). Análisis del proceso de manufactura mediante proceso de ingeniería inversa de un cabezote de un motor de 100 cc. para la industria automotriz. *ConcienciaDigital*, 5(3.1), 217-235.
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2248>



CONCIENCIA DIGITAL, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras claves:

fundición de aluminio, CAD-CAM, ingeniería inversa, aleación, moldes en arena.

Keywords:

Aluminum casting, CAD-CAM, reverse engineering, alloying, sand casting.

Resumen

Introducción: En el cambio de la matriz productiva a nivel nacional se establece políticas regulatorias en donde se establece que los vehículos ensamblados a nivel nacional deben tener un mínimo de 19% de piezas y partes de fabricación nacional. En este contexto se analiza el sector automotriz de mayor crecimiento.

Objetivos: Se establece un método para obtener los parámetros de un sistema de distribución de la colada de una fundición de un cabezote de un motor de 100 cc el cual optimice el proceso.

Metodología: Para la obtención del modelo con el que se va a trabajar realizar la geometría con las medidas del modelo y la marca más vendidos, tomando sus medidas mediante fotogrametría formando nube de puntos para luego generar una malla y transformándolo a un elemento sólido mediante un software de diseño mecánico para tener las propiedades físicas, el material que vamos a utilizar es el aluminio de la serie 7057 el cual nos brinda propiedades de resistencia y fácil maquinabilidad en otras.

Resultados: El proceso de obtención de los parámetros del sistema de fundición se lo realiza hasta obtener un error de menos del 1%, para así dar paso graficarlo en un software CAD y exportarlo a un formato STL para poder imprimir el modelo en 3D y moldearlo en nuestra arena, considerando que es el sistema más económico.

Conclusiones: Para obtener los parámetros del sistema de distribución del bebedero las medidas de este son 200 mm el error de los datos es menor que el 1%, obteniendo un diámetro inferior de 7.98 mm y un diámetro superior de 13.96 mm. Estos parámetros se los realiza para una fundición en arena la cual nos sirve para las formas complejas que presenta el cabezote del motor, el caudal del proceso con el que trabajamos es $0.1217 \frac{kg}{s}$, para el aluminio 7057, y las medidas óptimas las imprimimos en 3D con un material de PLA para obtener todas las formas que necesitamos para la fundición.

Abstract

Introduction: In the change of the productive matrix at the national level, regulatory policies are established where it is established that the vehicles assembled at the national level must have a minimum of 19% of pieces and parts of national manufacture. In this context, the fastest growing automotive sector is analyzed. **Objectives:** A method is established to obtain the parameters of a distribution

system of the casting of a foundry of a head of a 100-cc. engine which optimizes the process. **Methodology:** To obtain the model with which to work, make the geometry with the measurements of the best-selling model and brand, taking its measurements through photogrammetry, forming a cloud of points and then generating a mesh and transforming it into a solid element through a mechanical design software to have the physical properties, the material that we are going to use is the 7057 series aluminum which gives us resistance properties and easy machinability in others. **Results:** The process of obtaining the parameters of the casting system is conducted until an error of less than 1% is obtained, to graph it in CAD software and export it to an STL format to be able to print the model in 3D and mold it. in our arena, considering that it is the most economical system. **Conclusions:** To obtain the parameters of the distribution system of the drinker, the measurements of this are 200 mm, the error of the data is less than 1%, obtaining a lower diameter of 7.98 mm and an upper diameter of 13.96 mm. These parameters are made for a sand casting which serves us for the complex shapes that the motor head presents, the flow rate of the process with which we work is 0.1217 kg/s, for 7057 aluminums, and the optimal measures are printed in 3D with a PLA material to get all the shapes we need for casting.

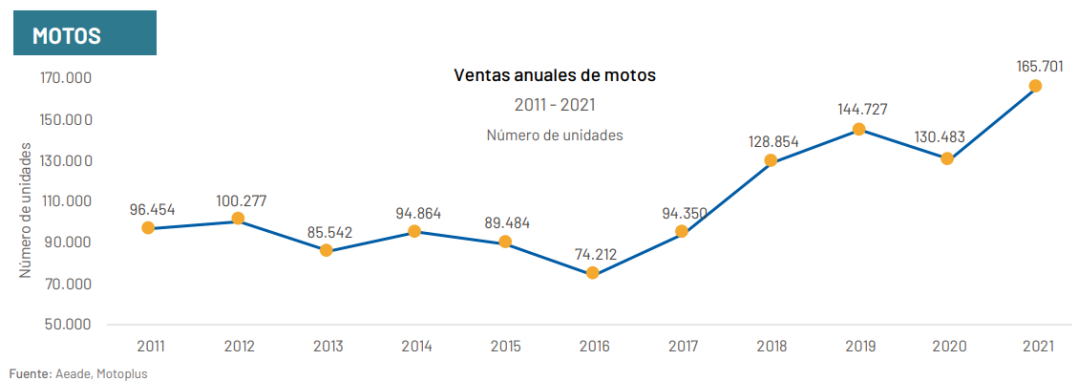
Introducción

Dentro del marco legal del Ecuador el gobierno en su intento del cambio de la matriz productiva estable algunas regulaciones en donde a los vehículos ensamblados a nivel nacional estable que debemos tener un 19% de piezas y partes que sean fabricadas por industrias nacionales. Con esto el gobierno hace un esfuerzo por incentivar la industria automotriz en la producción de autopartes tratando de reducir las importaciones de estos tipos de elementos provenientes en su mayoría de países asiáticos y de la región.

En este contexto el siguiente trabajo trata sobre los parámetros óptimos del proceso de fundición de un cabezote de 100 cc. para el uso de la industria nacional que cumpla las exigencias mecánicas y físicas propios de este tipo de elemento, analizando un material no ferroso aleado que cumpla con estas exigencias (Millán F, 2016). Es por esto por lo que el material con el que se va a trabajar debe cubrir los esfuerzos tanto sean de compresión, tracción, flexión entre otros que va a someter el cabezote (Sonsino et al.,

2021). El motor que se toma de referencia en la investigación es un motor de cilindraje antes mencionado ya que según cifras de la AEADE en su boletín anual del 2021 el sector de las motocicletas ha visto un incremento en sus ventas cerrando el año con un total de 165 701 unidades vendidas.

Figura 1
Ventas de motos desde el año 2011 al 2021



Fuente: Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE, 2020)

Con lo que podemos observar que es un segmento del mercado con un incremento interesante, y con las regulaciones establecidas por el gobierno es una industria objetiva del estudio.

Metodología

Para el desarrollo de este trabajo el proceso de manufactura que vamos a utilizar es la fundición en arena la que por sus propiedades es flexible para obtener las geometrías que se necesita en la obtención del cabezote (Ayar et al., 2022). Ya que este proceso podemos fundir desde los elementos más pequeños hasta elementos de grandes proporciones y la arena va a utilizar arcilla como un tipo de aglutinante y vamos a reutilizarla para una producción en serie (Khan et al., 2021).

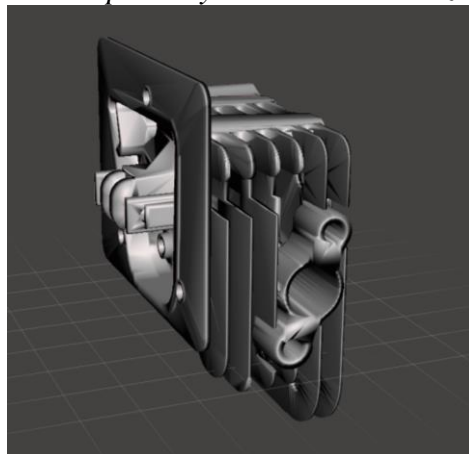
Obtención de la geometría del cabezote

Para obtener la geometría aplicamos métodos de ingeniería inversa que nos permitan llegar a la geometría del cabezote que vamos a analizar (Monroy et al., 2013), del motor utilizamos fotogrametría para lograr obtener una mayor proximidad al elemento que se va a fundir, considerando que este proceso el cual se va a procesar fotografías de nuestro cabezote por lo que necesitamos condiciones de luz y una cámara que nos presten altas condiciones por lo que utilizamos un cámara de lente de 12MPx.

A nuestro cabezote tomamos 52 fotografías desde todos los ángulos posibles, y utilizamos el software de procesamientos de imágenes en la nube eyesclud3d para la generación de la nube de puntos y su posterior mallado. Este programa también nos ayuda a limitar nuestra zona de trabajo para eliminar elementos que no se necesitan, para posteriormente descargarlo en un formato STL para imprimirlo en 3D mediante FDM para tener una calidad alta (Romero et al., 2021). Para suavizar algunas curvas utilizamos el software meshmixer.

Figura 2

Nube de puntos y mallado del cabezote



Luego de esto utilizamos un software CAD para verificar las medidas con el modelo original y obtener así un modelo más fiable que nos permita obtener las propiedades más cercanas a la realidad.

Para encontrar el material que se adapte de una mejor manera a las condiciones que se necesitan en cuanto a los esfuerzo que se ve envuelto esta pieza vamos a utilizar un aluminio aleado de la serie 7057, dentro de las características tienen alrededor de un 88% de aluminio, 6% de zinc, 2.5% de magnesio y 2% de cobre. Las características principales de esta aleación es su alta durabilidad, buena resistencia mecánica, la fácil mecanización, y alta resistencia a la fatiga que es importante en este estudio debido al esfuerzo que se somete este elemento automotriz (Fisher & Schweizer, 2021). A nuestro cabezote se debe sobredimensionar el modelo en cuenta la contracción del aluminio ya sea por solidificación y por contracción térmica del sólido (Anchundia & Lindao, 2017).

Mecanizado por CNC

En esta sección se realizan los procedimientos del molde una vez fundido para que sea completamente funcional es necesario que entre a un proceso de mecanizado mediante la generación de códigos ISO el panel a utilizar es un FANUC OIM. La generación de los

códigos necesitamos un post procesador que sea compatible con el controlador del centro de mecanizado.

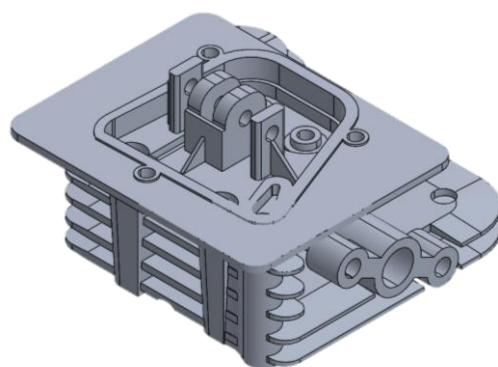
Para la obtención del elemento final fue necesario mecanizar la cavidad de la cámara de combustión para lo que fue necesario realizar un desbaste principal para luego realizar un desbaste de restos, para finalizar con un afinado para dejar la superficie acorde al trabajo que va a realizar. Es necesario verificar las trayectorias de las herramientas simulando el proceso verificando que no exista entrecruzamiento de las herramientas con el elemento mecanizado. También realizamos las perforaciones de ajuste con todos estos procesos realizamos un post procesado y la generación de los códigos ISO para mecanizar en el centro de mecanizado.

Resultados

Para la fabricación de este cabezote de un motor de 100 cc. El material mencionado anteriormente tenemos las propiedades necesarias para que soporte los esfuerzos a los que va a estar sometido, en primera instancia obtenemos las condiciones necesarias para poder obtener el material que se va a fundir para luego mediante CAM tener la geometría necesaria.

Para el elemento fundido es necesario obtener la geometrización del elemento por lo que utilizamos el proceso de fotogrametría para lo cual tomamos un video de un minuto de todos los ángulos y complementando con fotografías y utilizando un software libre para la obtención del formado de la nube de puntos y la malla del motor obteniendo el resultado como mostramos en la figura 3.

Figura 3
Cabezote seleccionado



De la malla que generamos anteriormente la pasamos a un software de diseño mecánico con lo que conseguimos las características geométricas, así como sus propiedades que se presentan en la tabla 1 (Hu et al., 2022).

Tabla 1
Propiedades del cabezote

	H_{bebe}	T_{amb}	A_s	m_p	Vol
Material	(mm)	k	mm^2	kg	mm^3
Aluminio 7065	200	293	0.1839	1.0552	3765506.81

Los datos del material del aluminio 7075 lo vamos a describir en la tabla 2.

Tabla 2
Propiedades del aluminio 7057

	T_m	T_f	ρ	C_p	k
material	(K)	J/kg	kg/m^3	J/kgK	W/mK
Cabezote	933	3.91×10^5	2810	1050	260

La calidad de la fundición depende de muchas propiedades de la arena de moldeo, como la resistencia a la compresión en seco, la resistencia a la tracción en húmedo, la permeabilidad entre otras (Rajan et al., 2021). Para la fundición en molde de arena lo vamos a realizar en arena silíceo y las propiedades necesarias para los cálculos se presenta en la tabla 3.

Tabla 3
Propiedades de la arena silíceo

	k	ρ	C_p	$\sqrt{\rho k C_p}$
material	(W/mK)	kg/m^3	J/kgK	J / $m^2 K \sqrt{s}$
arena silíceo	0.52	1600	1170	967

En primera instancia, vamos a realizar los parámetros de fundición de para obtener el elemento inicial para que luego sea mecanizado, para ello utilizamos un 5% adicional del volumen que fue considerado para las propiedades en tabla 3. Para ello vamos a utilizar un proceso de iteración hasta encontrar las medidas adecuadas del molde; y comenzamos calculando la constante de molde de la arena de moldeo.

$$Cm = \frac{\pi \left(\frac{Dens_{mat} * H}{Tmp_f - T_o} \right)^2}{4} * \frac{1}{K * Dens_{molde} * Cp_{molde}}$$

(1)

$$Cm = \frac{\pi}{4} \left(\frac{2810 \frac{kg}{m^3} * 3,91 \times 10^5 \frac{J}{kg}}{933^\circ K - 293^\circ K} \right)^2 * \frac{1}{0,52 \frac{w}{m^{\circ}k} * 1600 \frac{kg}{m^3} * 1170 \frac{J}{kg^{\circ}k}}$$

$$Cm = 2377863.387 \left(\frac{kg}{m^3} * \frac{J}{kg} \right)^2 * \frac{1}{\frac{w}{m^{\circ}k} * \frac{kg}{m^3} * \frac{J}{kg^{\circ}k}}$$

$$Cm = 2377863.387 \frac{J}{W * m^2} * \frac{\frac{W}{1}}{\frac{J}{s}}$$

$$Cm = 2377863.387 \frac{s}{m^2}$$

Para encontrar el tiempo de solidificación nos ayudamos con la regla Chvorinov que relacionamos el área superficial con su volumen, los datos nos encontramos en la tabla 1.

$$t_{TM} = Cm \left(\frac{V}{A} \right)^2$$

(2)

$$t_{TM} = 2377863.387 \frac{s}{m^2} \left(\frac{3.7551 \times 10^{-4}}{0.1838} \right)^2$$

$$t_{TM} = 9.9165 s$$

Con los resultados encontrados vamos a obtener el caudal inicial de las iteraciones asumiendo una masa del sistema de 1 Kg y la masa del elemento del cabezote, y el tiempo que detallamos en la regla de Chvorinov. Esta masa asumida del sistema es la que vamos a comparar al finalizar todos nuestros cálculos.

$$Q = \frac{m_{sd} + m_p}{t_{TM}}$$

(3)

$$Q = \frac{1kg + 1.0557 kg}{9.9165s}$$

$$Q = 0,2072 \frac{kg}{s}$$

Nuestro bebedero va a tener una altura de 200 mm y con nuestro flujo del proceso $Q = 0,2072 \frac{kg}{s}$ procedemos a obtener los datos de nuestro sistema de distribución del material fundido al cabezote. Obteniendo los siguientes datos:

$$Ap = 520 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área canal colada} = 260 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área Superior bebedero} = 240 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área inferior bebedero} = 100 \text{ mm}^2$$

Con estos valores podemos obtener las dimensiones para el bebedero el canal y el área de la puerta para el fundido como se presenta a continuación.

El área superior del elemento

$$D1 = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{sup}}{\pi}}$$

(4)

$$D1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 240 \text{ mm}^2}{\pi}}$$

$$D1 = 17.48 \text{ mm}$$

El área inferior obtenemos de la siguiente expresión:

$$D2 = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{inf}}{\pi}}$$

(5)

$$D2 = \sqrt{\frac{4 \cdot 100}{\pi}}$$

$$D2 = 11.28 \text{ mm}$$

El diámetro D1 que es el diámetro superior del bebedero en relación con el inferior D2 es menor con lo que garantizamos una forma troncocónica lo que nos ayuda al proceso a evitar la entrada de aire que resultaría en defectos indeseados en la obtención del modelo que se va a mecanizar. Es importante detallar el volumen de esta parte del sistema de distribución:

$$V_{bebe} = \frac{1}{3} \times \pi \times h_{bebe} \times \left(\frac{D_1^2}{4} + \frac{D_2^2}{4} + \frac{D_1 \times D_2}{4} \right)$$

(6)

$$V_{bebe} = \frac{1}{3} \pi \times 200mm \times \left(\frac{(17,48)^2}{4} + \frac{(11,28)^2}{4} + \frac{17,48 \times 11,28}{4} \right)$$

$$V_{bebe} = 32994.6223 \text{ mm}^3$$

En el cálculo del ancho del canal lo definimos por:

$$e_{ci} = \sqrt{A_c}$$

(7)

$$e_{ci} = \sqrt{260mm^2}$$

$$e_{ci} = 16.1245 \text{ mm}$$

El cálculo de la longitud del canal lo definimos como un sistema en el que solo vamos a tener una sola entrada de alimentación por lo tanto el valor de $m=1$, obteniendo el siguiente valor:

$$L_{cu} = \frac{L_c}{m}$$

(8)

$$L_{cu} = \frac{200mm}{1}$$

$$L_{cu} = 200 \text{ mm}$$

El cálculo del volumen del canal la obtenemos mediante la expresión detalla a continuación:

$$V_{canal} = A_c \times L_{cu}$$

(9)

$$V_{canal} = 260mm^2 \times 200 \text{ mm}$$

$$V_{canal} = 52 \text{ 000mm}^3$$

Las condiciones geométricas de la base del bebedero la definimos mediante las siguientes ecuaciones:

$$V_{base} = \frac{\pi(2D_2)^2 \times 2 \times ec}{4}$$

(10)

$$V_{base} = \frac{\pi(2(11,28 \text{ mm}))^2 * 2 * 16.1245 \text{ mm}}{4}$$

$$V_{base} = 12899.6124 \text{ mm}^3$$

Con los resultados obtenidos de los valores obtenemos el volumen total del sistema en el que vamos a fundir para comparar con el valor asumido.

$$V_T = V_{bebe} * V_{canal} + V_{base}$$

(11)

$$V_T = 32994.6223 \text{ mm}^3 * 52 \text{ 000 mm}^3 + 12899.6124 \text{ mm}^3$$

$$V_T = 97894,2347 \text{ mm}^3 \rightarrow [9.7894 \times 10^{-5} \text{ m}^3]$$

Los valores encontrados de volumen total del sistema V_T , procedemos a validar si nuestra masa asumida se encuentra dentro de los valores correspondientes o tenemos que iterar nuevamente los datos.

$$\rho_{SD} = \frac{m_{SD}}{V_{sd}}$$

(12)

$$m_{SD} = \rho_{SD} \times V_{sd}$$

$$m_{SD} = 2810 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9.7894 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$m_{SD} = 0.2751 \text{ kg}$$

Con la masa del sistema de distribución ajustada es 0.27512 Kg y la asumida es 1 kilogramos teniendo un error porcentual del 72.49 %; por lo tanto, procedemos a obtener un nuevo valor del caudal con el que vamos a verter el aluminio 7057 que va a utilizar nuestro material. Utilizando la ecuación 3 procedemos a iterar.

$$Q = \frac{m_{sd} + m_p}{t_{TM}}$$

$$Q = \frac{0.3458 \text{ kg} + 1.055 \text{ kg}}{9.9165 \text{ s}}$$

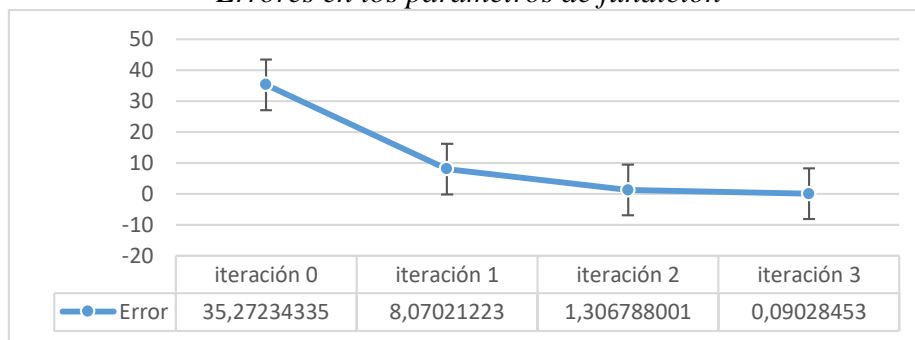
$$Q = 0,1341 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

El caudal del proceso cuando estimamos la masa de distribución en 1 Kg. es 0.285 Kg/s y la nueva es 0.1341 Kg/s teniendo un error porcentual del 35.27 %; por lo que con esta nueva masa y caudal vamos a realizar una iteración hasta poder encontrar datos que se ajuste a nuestro sistema de distribución de colada.

Procedemos a realizar los nuevos cálculos para así obtener los datos de las medidas del sistema de distribución el error en la última iteración obtenemos 0.091% como se puede observar en la figura 4. Y es con los datos que vamos a trabajar para la geometría del sistema de distribución.

Figura 4

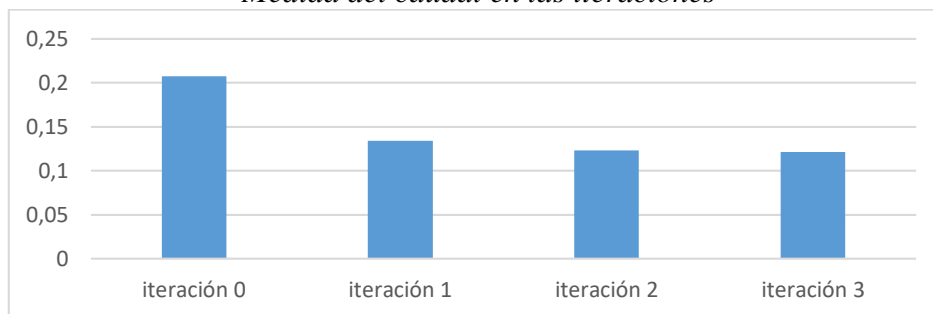
Errores en los parámetros de fundición



En la figura 4 observamos que la iteración 3 llegamos a un error menor del 1%, y en ese caudal $0.1217 \frac{kg}{s}$ vamos a tomar de referencia para obtener los datos complementarios del sistema de distribución, mismos datos se presentan en las siguientes figuras. Lo que nos dará los parámetros a considerar inicialmente para la preparación del material (Mehta & Sutaria, 2021).

Figura 5

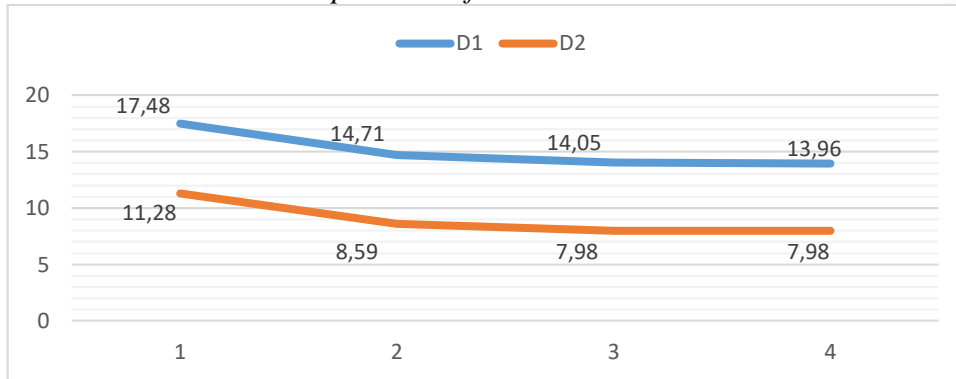
Medida del caudal en las iteraciones



Una vez encontrado el valor del caudal corregido procedemos a encontrar tal y como se realizó en los procesos anteriores los diámetros de los bebederos; teniendo después del procedimiento un diámetro superior de bebedero de 13,9572 mm, y un diámetro inferior del bebedero de 7.9788 mm.

Figura 6

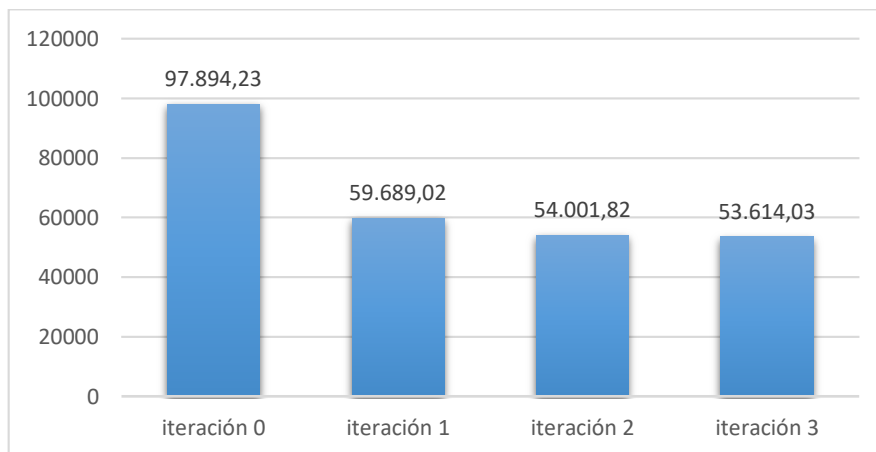
Medida del diámetro superior e inferior del bebedero en cada iteración



Los datos de como varia el volumen total del sistema de distribución podemos observarlo en la figura 6, teniendo de nuestra iteración 3 el valor de 53614.0275 mm³.

Figura 7

Medida de la variación del volumen del sistema en cada iteración



El valor del volumen total del sistema nos permite encontrar la masa necesaria, para ellos utilizamos la ecuación 12:

$$m_{SD} = 2810 \frac{kg}{m^3} \times (5.3614 \times 10^{-5}) m^3$$

$$m_{SD} = 0.1507 kg$$

Obteniendo la masa total necesaria para fundir nuestro elemento:

$$m_t = m_{sd} + m_p$$

$$(13)$$

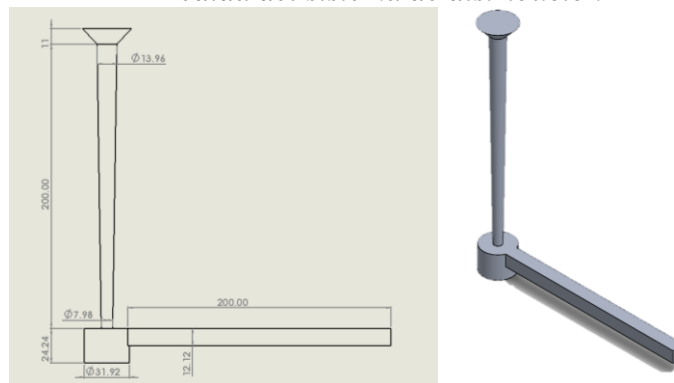
$$m_t = 0.1507 + 1.055$$

$$m_t = 1.2058 \text{ Kg}$$

Los valores finales de los diámetros del bebedero, la longitud del canal ingresamos a un software CAD para poder imprimir en 3D, y tener así un modelo tridimensional para que nos sirva para fundir en arena, como podemos ver en la siguiente figura 8:

Figura 8

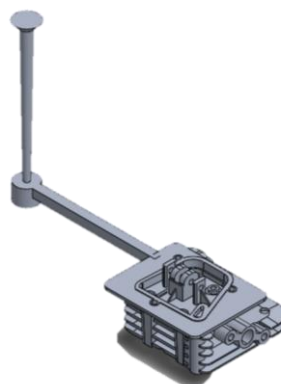
Medida del sistema de distribución



Utilizamos nuestro software CAD para obtener el modelo y el punto de inyección mediante una puerta de ingreso de la colada a nuestro cabezota tal como se indica en la figura 9. Considerando también que la velocidad de vertido de la colada influye un papel en la microestructura y en la solidificación del elemento (Pang et al., 2015).

Figura 9

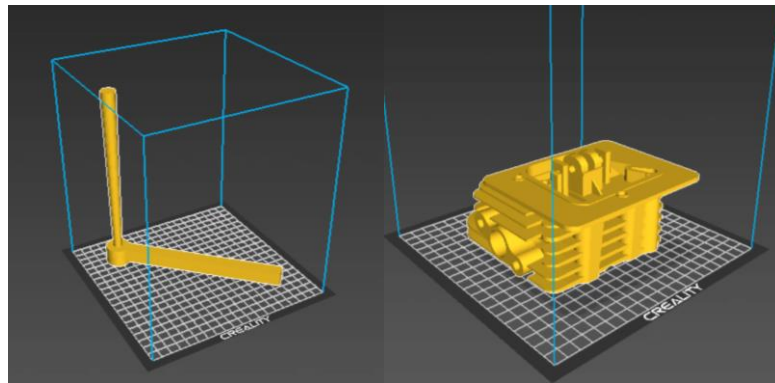
Sistema de distribución y modelo en software CAD



Utilizamos un software de impresión en 3d para obtener los modelos necesarios utilizando técnicas de manufactura aditiva para la industria automotriz (Greene, 2021). Consiguiendo moldear y posteriormente aplicamos una laca de la marca 3D LAC para alisar la superficie exterior de nuestros modelos para el moldeo. En la impresión 3D de moldes de arena permite nuevas estrategias de fabricación que reducen las emisiones

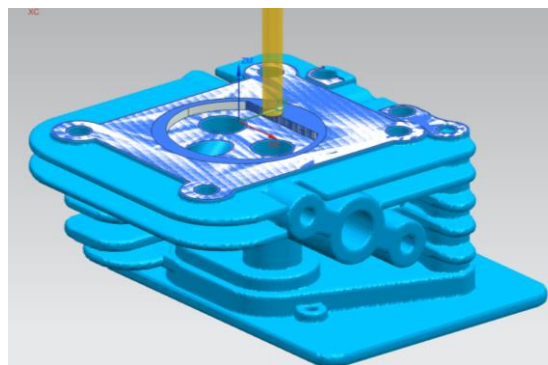
directas de CO₂ y la cantidad de metal requerida al permitir la optimización del diseño tanto del componente como del ensamblaje del molde/núcleo (Sivarupan et al., 2019). En la impresión en 3D consumimos un total de 406 gramos de material PLA y 26.3 horas de impresión.

Figura 10
Impresión en 3D de los elementos



Una vez obtenido el elemento fundido con las condiciones ya expuestas, utilizamos operaciones como un desbaste para dejar las condiciones ideales para que la junta no sufra daño. Para la cámara de combustión es necesario que cumpla con las condiciones geométricas necesarias culminando con un afinado para dejar las tolerancias para su óptimo funcionamiento. Es por ello por lo que la utilización del material adecuado nos permite controlar las velocidades, avances, así como la selección de las herramientas para que el mecanizado quede con características deseadas a través de la curva de esfuerzo vs. deformación (Tavares et al., 2021).

Figura 11
Mecanizado y obtención de códigos ISO



Para el costo de construcción que llevaría este cabezote y al tener ya la masa total de que se va a necesitar para el elemento, El costo financiero se lo representa en la siguiente tabla 4:

Tabla 4
Costos de materia prima para la fundición del cabezote

Descripción	Costo
Arena y Resina	\$ 75.00
Fundentes y aleantes	\$ 100.00
Servicios CAD	\$ 40.00
Impresión 3D	\$ 40.00
Aluminio	\$ 30.00
Mecanizado	\$45.00
Total	\$ 330.00

Conclusiones

- Para obtener los parámetros del sistema de distribución del bebedero las medidas de este son 200 mm el error de los datos es menor que el 1%, obteniendo un diámetro inferior de 7.98 mm y un diámetro superior de 13.96 mm. Estos parámetros se los realiza para una fundición en arena la cual nos sirve para las formas complejas que presenta el cabezote del motor
- El caudal del proceso con el que trabajamos es $0.1217 \frac{kg}{s}$, para el aluminio 7057, y las medidas óptimas las imprimimos en 3D con un material de PLA para obtener todas las formas que necesitamos para la fundición.
- El volumen total que vamos a manejar del sistema de distribución y el elemento a fundir es 1.21 Kg. Con lo que tenemos una relación costo beneficio bueno del proceso de cabezote.
- El proceso de mecanizado lo optimizamos con proceso de mecanizado obteniendo u tiempo total de 30 minutos por cada cabezote en la zona de cámara de combustión.

Referencias bibliográficas

2Anchundia, J. & Lindao, H. (2017). Rediseño y prototipado de un pistón de moto mediante el proceso de fundición. Guayaquil: ESPOL.

- Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador [AEADE]. (2020). Anuario 2020. <https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2022/03/Anuario-Aeade-2021/>
- Ayar M., Ayar V., & George P. (2020). Simulation and experimental validation for defect reduction in geometry varied aluminum plates casted using sand casting. *Materials Today: Proceedings*, 27, 1422-1430.
- Fisher, C., & Schweizer, C. (2021). Experimental investigation of the damage characteristics of two cast aluminum alloys. *International Journal of Fatigue*, 152, 106-357.
- Greene P. (2021). Additive Manufacturing in Automotive. *Automotive Plastics and Composites*, 1, 325-335.
- Hu L., Li Y., Zhou X., & Yuan G. (2022). Characterization of as-cast microstructure of aluminum foams by melt foaming method. *Materials Letters*, 308, 112-131.
- Khan M., Mahajani S., Jadhav G., Vishwakarma R., & Malgaonkar V. (2021). Determination of recycle potential in waste green foundry sand through spatiotemporal analysis of sand mold. *Cleaner Engineering and Technology*, Volume 5, 100-329.
- Mehta V., & Sutaria M. (2021). Effect of stirrer geometry and stirrer position on tensile strength of aluminum matrix composites (AMCs) cast in sand mold and metal mold. *Materials Today: Proceedings*, 46, 10454-10458.
- Millán F. (2016). *Fabricación y caracterización de la aleación de aluminio reciclado con adición de silicio particulado*. Core.ac.uk [en línea]. p. 21. <https://core.ac.uk/display/77278639>.
- Monroy, M. E., Arciniegas, J. L., & Rodríguez, J. C. (2013). *Propuesta Metodológica para Caracterizar y Seleccionar Métodos de Ingeniería Inversa*. *Información Tecnológica*, 24(5), 23–30.
- Pang S., WU G., LIU W., Zhang L., Zhang Y., Conrad H., & Ding W. (2015). Influence of pouring temperature on solidification behavior, microstructure, and mechanical properties of sand-cast Mg-10Gd-3Y-0.4Zr alloy. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 25, 363-374.
- Rajan A., Kailasanathan C., Stalin B., Rajkumar P., Gangadharan T., & Perumal A. (2021). Optimization of mould sand properties by mixing of granite powder using Taguchi method. *Materials Today: Proceedings*, 45, 2254-2259.

- Romero P., Arribas J., Rodriguez O., González R., & Guerrero G. (2021). Manufacture of polyurethane foam parts for automotive industry using FDM 3D printed molds. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, Volume 32, 396-404.
- Sonsino C., Breitenberger M., Krause I., Pötter K., Schröder S., & Jürgens K. (2021). Required Fatigue Strength (RFS) for evaluating of spectrum loaded components by the example of cast-aluminum passenger car wheels. *International Journal of Fatigue*, 145.
- Sivarupan T., Upadhyay M., Ali Y., El Mansori M., & Dargusch M. (2019). Reduced consumption of materials and hazardous chemicals for energy efficient production of metal parts through 3D printing of sand molds. *Journal of Cleaner Production*, 224, 411-420.
- Tavares S., Mota N., da Igreja H., Barbosa C., & Pardal J. (2021). Microstructure, mechanical properties, and brittle fracture of a cast nickel-aluminum-bronze (NAB) UNS C95800. *Engineering Failure Analysis*, 128.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



Indexaciones

