



Estandarización del proceso de moldeo por gravedad y mecanizado de dos de los productos de la línea “DELICIA”, en la empresa Groupe SEB Andean, ubicada en Rionegro

Marinela Castaño Castro

Informe de práctica para optar al título de Ingeniera de Materiales

Asesores

Ricardo Emilio Aristizábal Sierra, Doctor (PhD)

Juan Camilo Serna, Coordinador Ingeniería Industrial de Groupe SEB Andean

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería de Materiales

Medellín, Antioquia, Colombia

2022

Cita	Castaño Castro [1]
Referencia	[1] M. Castaño Castro “Estandarización del proceso de moldeo y mecanizado de dos de los productos de la línea “DELICIA”, en la empresa Groupe SEB Andean, ubicada en Rionegro”, Trabajo de grado profesional, Ingeniería de Materiales, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia, 2022.
Estilo IEEE (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Francisco Javier Herrera Builes.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCIÓN	9
II. OBJETIVOS.....	12
III. ALCANCE	13
IV. MARCO TEÓRICO	13
A. Cronograma de estandarización	13
B. Documento de estandarización.....	14
1. Ficha técnica.....	14
2. Hoja de ruta	14
3. Estándar de empaque / manual de estibado.....	15
C. Fundición por gravedad o fundición a coquilla.....	16
1. Pre calentamiento del molde.....	16
2. Vertido del metal	16
3. Liberación de la pieza.....	17
D. Máquina basculante.....	17
E. Molde de fundición	17
F. Sistema de alimentación.....	18
G. Horno de sostenimiento o de mantenimiento	18
H. Producto no conforme	18
1. Rechupes.....	18
2. Inclusiones	19
3. Poros	19

V.	METODOLOGÍA	21
A.	Realización del informe	21
1.	Planeación de la estandarización	21
2.	Toma de datos y seguimiento	21
3.	Resultados.....	21
B.	Revisión bibliográfica:	21
C.	Toma de datos en el proceso	22
1.	Hoja de ruta /mediciones de tiempos.....	22
2.	Ficha técnica / parámetros de máquina.....	23
3.	Manual de estibado / estándar de empaque	24
D.	Suministrar datos al cronograma de estandarización del área de ingeniería.....	24
E.	Verificación de los tiempos de fabricación	24
F.	Socialización de resultados	24
VI.	RESULTADOS	26
A.	Hoja de ruta /mediciones de tiempos	26
1.	Moldeo.....	26
2.	Mecanizado:.....	29
B.	Ficha técnica / parámetros de máquina	29
1.	Moldeo.....	29
2.	Mecanizado.....	29
C.	Manual de estibado / estándar de empaque	30
VII.	CONCLUSIONES	32
	REFERENCIAS	33
	ANEXOS.....	35

LISTA DE TABLAS

TABLA I CMMF Y DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS DE LA LÍNEA DELICIA	10
TABLA II COMPARACIÓN DE TIEMPOS Y BASE PARA CUERPO CALDERO OVALADO	27
TABLA III COMPARACIÓN DE TIEMPOS Y BASE PARA SKILLET	28
TABLA IV PARÁMETROS DE MÁQUINA EN MECANIZADO	30

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Imagen de referencia de los productos de la línea DELICIA	11
Fig. 2. Producto de fundición de skillet y cuerpo caldero ovalado	20
Fig. 3. Estiba con cuerpo de caldero ovalado.....	30

RESUMEN

La estandarización de un proceso es el método para definir la ruta de fabricación de un producto, establece la forma en cómo se deben ejecutar las operaciones y el tiempo que se necesita para su manufactura.

La estandarización se realiza con el propósito de que la operación se haga bajo las mismas condiciones para el mismo producto, en los mismos tiempos. Una falta de estandarización puede llevar a pérdidas, ya que, al no tenerse tiempos establecidos, se pierde la oportunidad de medir para comparar contra un estándar que garantice productividad; no se tiene repetibilidad ni reproducibilidad.

El presente trabajo es sobre la estandarización de dos productos (SKILLET y CUERPO CALDERO OVALADO) que pertenece a la línea de manufactura Delicia en la empresa *Groupe SEB Andean* e incluye la evaluación del tiempo de producción (cálculo de tiempo de ciclo), estandarización de parámetros de máquina (fichas técnicas) y estándar de empaque (manual de estibado). El seguimiento se realizó en el cronograma de estandarización de ingeniería de la empresa. De acuerdo con el estudio de tiempos realizado, se logró una reducción del tiempo del ciclo de producción entre dos unidades consecutivas conformes en el proceso de moldeo, aumentando la productividad en los turnos, lo cual fue aprobado por el departamento de calidad y producción.

***Palabras clave* — Estandarización, estudio de tiempos, métodos de trabajo, estandarización de parámetros de máquina.**

ABSTRACT

The standardization of a process is the method that defines the manufacturing route of a product, it establishes the way in which the operations must be executed, and the time needed for its manufacture.

The standardization is carried out with the purpose of making the product under the same conditions including spending the same time batch to batch. A lack of standardization can lead to losses, since, by not having established times, the opportunity to measure and compare against a standard that guarantees productivity is lost. Besides the repeatability and/or reproducibility is missed.

This work is on the standardization of two products (SKILLET and CUERPO CALDERO OVALADO) that belongs to the manufacturing line Delicia in the company *Groupe SEB Andean* and includes the assessment of production time (cycle time calculation), standardization of machine parameters (data sheets), and standard of packing (stowage manual). The follow-up was carried out in the engineering standardization schedule of the company. According to the time study carried out, a reduction in the production cycle time was achieved between two conforming consecutive units in the molding process, increasing the productivity in the shifts, which was approved by the quality and production departments.

***Keywords* — Standardization, study of times, working methods, standardization of machine parameters.**

I. INTRODUCCIÓN

Imusa es una empresa colombiana, dedicada a la fabricación de productos de aluminio y productos de plásticos para el hogar, que piensa, crea, diseña y ofrece los mejores productos para la cocina, el hogar y las instituciones, fue adquirida por la multinacional francesa *Groupe SEB Andean* en el año 2010 [1]. En Imusa, con la idea de innovar y llevar productos modernos al hogar, surge la línea DELICIA, los cuales son productos elaborados con aluminio fundido, que presentan mayores espesores y resistencia respecto a otras líneas, además de contar con antiadherente en la parte interior y antideslizante en la parte exterior, la línea cuenta con un portafolio de productos como se muestran a en la Tabla 1 (el CMMF dentro de la empresa, hace referencia al código del producto).

En la planta de Imusa, ubicada en Rionegro-Antioquia, se tienen 5 procesos, los cuales son: fundición, aluminio, plástico, antiadherente y aplicaciones (por spray y por rodillos), este trabajo está enfocado en el proceso de fundición, más específicamente en moldeo y mecanizado, en donde se funde aluminio para la fabricación de los productos. Desde el área de ingeniería industrial, se define un plan de estandarización, donde se desarrolla información sobre una hoja de ruta, en la cual se especifican las operaciones para la realización de un producto, el tiempo de cada actividad y el número de operarios, el estándar de empaque y ficha técnica del producto, donde se establecen los parámetros de máquina, los cuales incluye tiempos, velocidades, temperaturas, entre otros. Al tener los parámetros estándar, se garantiza que el producto se fabrique siempre de la misma manera independiente de los operarios en diferentes turnos.

La medición de los tiempos se realiza tomando un punto de referencia en el ciclo de producción, es decir, desde que empieza la fabricación de un producto hasta que empieza la fabricación del siguiente; para la ficha técnica se tienen en cuenta los parámetros que desde la máquina se permitan estandarizar, como tiempos de basculado o caída de la moldeadora y el tiempo de enfriamiento o solidificación, así mismo los tiempos de corte en prensa y tiempos de bordeado.

TABLA I
CMMF Y DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS DE LA LÍNEA DELICIA

CMMF	Descripción
5861028678	CUERPO SART AF SKILLET NT MB4
5861028668	CUERPO CALD AF OVALADO NT MB4
5861028672	CUERPO CALD AF COCOTTE 20CM NT MB4
5861028675	CUERPO CALD AF COCOTTE 24CM NT MB4
5860001616	CUERPO DOUBLE BURNER FUNDIDO NATURAL
5861023514	CUERPO CALD AF 14CM NT BR IMU MB4
5861028680	CUERPO CACER AF 14CM NT MB4

En la fig. 1 se observan los dos productos de la línea DELICIA



Fig. 1. Imagen de referencia de los productos de la línea DELICIA

Nota. Fuente interna *Groupe SEB Andean.*

II. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Estandarizar el proceso de moldeo por gravedad y mecanizado de los productos SKILLET y CALDERO de la línea DELICIA por medio de estudio de tiempos, diligenciamiento de ficha técnica y manual de estibado.

B. Objetivos específicos

- Establecer los estudios de tiempos, la ficha técnica y el manual de estibado para los dos productos, en el cronograma de estandarización del área de ingeniería.
- Definir los tiempos que demora el proceso de moldeo y mecanizado de los productos cuerpo skillet y cuerpo caldero ovalado de la línea DELICIA.
- Establecer los tiempos de caída o basculado de la moldeadora y los tiempos de solidificación para los datos de la ficha técnica.
- Verificar que los tiempos de fabricación cumplan con el estándar en cuanto a las unidades por hora estipuladas en la hoja de ruta.

III. ALCANCE

El alcance de proyecto es dar los estándares de los productos SKILLET y CALDERO OVALADO de la línea DELICIA en el área de fundición y mecanizado.

IV. MARCO TEÓRICO

La estandarización es el documento que describe los procesos o el conjunto de reglas que deben de seguir las personas en una empresa u organización para la realización de una tarea determinada. Es una herramienta de respaldo para guiar un trabajo y plasmar los avances que van surgiendo en el día a día [2].

La estandarización de procesos se define como la mejora del rendimiento operativo y como una reducción de costos por medio de la disminución de errores en el proceso [3]. La estandarización es importante para garantizar que el producto final sea lo que se desea, ya que, en los procesos, al depender de los operarios, se pueden presentar variaciones en la forma de fabricación del producto.

Para la estandarización, se requiere medición del trabajo, estudio de tiempos, definir parámetros de máquinas y estándar de empaque. El estudio de las operaciones realizadas durante la fabricación de un producto, permite mejorar el tiempo de ciclo de la máquina. La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida [4].

En *Groupe SEB*, para la estandarización, se utilizan los siguientes documentos:

A. Cronograma de estandarización

Archivo que recoge por planta el avance de los documentos de estandarización por referencia en un puesto de trabajo determinado y con fecha específica.

B. Documento de estandarización

Documento definido dentro del proceso de estandarización de una referencia correspondiente al área de ingeniería, puede ser: hoja de ruta (estudio de tiempos), manual de estibado, ficha técnica, hoja de proceso.

1. Ficha técnica

Documento que permite al operario o técnico realizar el ajuste de proceso en una máquina cumpliendo con los parámetros establecidos para cada referencia. En la empresa, la ficha técnica de cada producto hace referencia a los parámetros de la máquina (tiempos) para un producto determinado y no de las especificaciones del producto.

2. Hoja de ruta

Conjunto de operaciones realizadas para la fabricación de un producto, contempla el tiempo de cada actividad (en unidades/hora, para 1000 unidades) y el número de operarios.

El estudio de tiempos es la técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y cadencias de trabajo correspondientes a un producto definido, se realiza para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la operación según una norma de ejecución preestablecida [4]. Según la organización internacional del trabajo (OIT), la medición de tiempos es un conjunto de técnicas, diseñadas para determinar el tiempo, en que una persona cualificada en una actividad, necesita para desarrollarla según una norma preestablecida.

Al hacer el estudio de tiempos, se debe de tener en cuenta los suplementos de trabajo, que son los tiempos para que el operario realice paradas para recuperarse de la fatiga producida al realizar la tarea y para realizar sus actividades personales [5]. En el proceso de determinación de un estándar de tiempos, un aspecto fundamental consiste en determinar la cantidad de tiempo que necesita la persona que ejecuta una actividad para poder desarrollarla de manera continuada. Esto es, el cálculo de los tiempos adecuados para recuperarse de la fatiga experimentada por el

trabajador a la hora de realizar su actividad. Existen numerosos estudios al respecto, siendo uno de los campos de trabajo de la ergonomía, por su influencia en el rendimiento de los trabajadores y la seguridad en los puestos de trabajo. Sin embargo, en lo que se refiere a la determinación de los estándares de tiempos, la práctica más común es la aplicación de suplementos o márgenes adicionales de tiempo, añadidos a la duración de la tarea y que refleja el tiempo necesario para recuperarse de un trabajo prolongado, en el anexo 1, se puede observar la tabla suplementos.

El suplemento por descanso, tiene dos componentes principales:

- **Necesidades personales:** Casos inevitables de abandono del puesto como es, ir a lavarse las manos, ir a hidratarse, este suplemento varía entre un 5 y 7%.
- **Fatiga básica:** Es una cantidad constante y se aplica para compensar la fatiga en la ejecución del trabajo y la monotonía del mismo, normalmente se le da un valor de 4% [5].

El cálculo del tiempo por suplemento de fatiga se hace la siguiente forma:

$$\textit{Tiempo por suplemento de fatiga} = \frac{\textit{Tiempo medio} * \% \textit{ suplemento de fatiga}}{100\%} \quad (1)$$

3. Estándar de empaque / manual de estibado

Documento que brinda las pautas del cómo deben ser estibados los productos semielaborados, describiendo detalladamente el método de embalaje.

En *Groupe SEB*, cuando se desea realizar una modificación en hoja de ruta, se realiza un DMP (demanda de modificación del producto), el cual es autorizado por todas las áreas involucradas (ingeniería, calidad, producción), este documento debe de contener la información de la variación que va a generar el cambio de producto, así como el impacto según la proyección de ventas para el año en curso.

A continuación, se presentan conceptos previos para entender el proceso de fundición por gravedad y de mecanizado, procesos utilizados en la empresa para la fabricación de los productos.

C. Fundición por gravedad o fundición a coquilla

El proceso de fundición por gravedad consiste en introducir un metal en estado líquido por una cavidad con la forma del objeto a fabricar de tal manera que al solidificarse el metal se obtenga la pieza deseada con una baja porosidad, buen acabado y una exactitud dimensional, para este tipo de procesos, se suelen utilizar materiales para la fabricación de piezas con bajos y medios puntos de fusión como las aleaciones de estaño, zinc, magnesio, aluminio o aleaciones de hierro como, por ejemplo, el acero inoxidable [6]. El sistema de distribución es aquel formado por conductos que dirigen el metal fundido hasta la cavidad del molde para llenarlo. La geometría de estos sistemas dependerá fundamentalmente de la forma en la que se deba realizar el llenado del molde, siendo el llenado por gravedad, el más común utilizado en la industria [7], el diseño del sistema de alimentación o colada se vuelve crítico, ya que por este conjunto de canales o conductos es por donde viaja el metal líquido y pueden ser los responsables del daño que puede llegar a tener el material [8].

El proceso de fundición por gravedad implica tres pasos:

1. Pre calentamiento del molde

El primer paso es precalentar el molde y aplicarle un producto químico en aerosol que ayuda a retirar la pieza del molde; contribuye a enfriar la superficie de la matriz cuando se ha eliminado la parte de la aleación, este calentamiento se hace con el fin de permitir al aluminio llenar el molde uniformemente y que no se solidifique antes de tiempo.

2. Vertido del metal

La aleación fundida o colada es vertida en el molde, durante el vaciado, el metal pasa primero por el alimentador y luego por la pieza, la herramienta mecánica para verter el metal en el molde son los cucharones de acero.

3. Liberación de la pieza

La pieza es enfriada debido al efecto de disipación de calor de la matriz, así como el agente de liberación que la cubre, cuando se ha enfriado lo suficiente, la máquina abre el molde para liberar la pieza [9].

D. Máquina basculante

Es la encargada de sostener el molde a través de un sistema de amarre, el molde consta de un macho y una hembra, los cuales son sujetados por la moldeadora. La moldeadora consta de dos pistones hidráulicos, uno que es encargado de bascular el molde 90°, de una posición horizontal que es en la que recibe la colada de aluminio, pasa a una posición vertical que es donde se ha llenado el molde, es en esta posición donde se cumple el tiempo de solidificación y el otro pistón, es el encargado de abrir y cerrar el molde [10]. Este es un sistema semiautomático, el cual requiere que un operario llene el molde y sea el encargado de extraer la pieza conformada. Al ser accionada la máquina por parte del operario, se activa un control de tiempo que comienza a contar el ciclo de solidificación de la pieza.

E. Molde de fundición

Para la fundición de aluminio por gravedad, el molde se divide en dos lados, el lado del macho y el lado de la hembra, el lado de la hembra se ancla sobre el extremo fijo de la máquina basculante, y contiene la coquilla, el lado del macho es el que posee los canales de alimentación, al igual que el sistema de expulsión y recuperación, es por esto que se encuentra ubicado en la parte móvil de la máquina, que al hacer el movimiento de apertura, acciona los pines expulsores que son los que empujan la pieza para que pueda ser retirada.

F. Sistema de alimentación

El sistema de alimentación es necesario para evitar los defectos de contracción, puesto que la mayor parte de los metales cuando pasan de estado líquido a sólido disminuyen su volumen, estas contracciones volumétricas se deben evitar puesto que ocasionan defectos indeseados en la pieza, para ello se colocan sistemas de alimentación, como son las mazarotas, cuya función es evitar los defectos compensando la contracción aportando metal líquido durante el proceso [11]. El sistema de alimentación debe garantizar el rápido, continuo y completo llenado de la configuración de la cavidad del molde, debe acortar la duración del ciclo de fundición, reducir la velocidad de extracción e influir positivamente en la fundición [12].

G. Horno de sostenimiento o de mantenimiento

Es el encargado de proporcionar el calor necesario para sostener la temperatura de la colada de aluminio en el rango permitido por el proceso (870° - 910°C).

H. Producto no conforme

Producto rechazado que puede ser nuevamente utilizado como material de fundición. Un producto no conforme, se da por un defecto, los defectos surgen como consecuencia de la variación causada por la contracción de la aleación al pasar de estado líquido a estado sólido. Los defectos más comunes que se pueden observar son:

1. Rechupes

Surgen como consecuencias de fallos para compensar la contracción líquida y de solidificación, se pueden evitar mediante el uso de mazarotas, utilizando espesores constantes y uniformes.

2. *Inclusiones*

Se dan debido a las impurezas que se encuentran en el metal en el momento de la colada. Existen dos tipos de inclusiones, las naturales y las accidentales. Las naturales están formadas por óxidos y sulfuros, y las accidentales están formadas por escoria o partículas metálicas procedentes de las paredes del molde [6].

3. *Poros*

Son pequeños orificios generalmente redondeados (2-3mm de diámetro), que se producen como consecuencia de la formación de burbujas de gas y son localizados preferentemente en las zonas superficiales o subsuperficiales de la pieza [13].

En la figura 2, se puede observar la pieza SKILLET y CUERPO CALDERO OVALADO, como sale de la moldeadora, con los sobrantes de aluminio.

(a)



(b)



Fig. 2. Producto de fundición (a) skillet y (b) cuerpo caldero ovalado

Nota. Fuente propia.

Una vez retirada la pieza del molde, esta es llevada a un post proceso, el cual es requerido para obtener el producto terminado, como es el mecanizado, el cual consiste darle un acabado más favorable a la pieza o producto para tener una mejor precisión dimensional y un mejor acabado superficial en la fabricación [14], para conseguirlo, se debe de tener una profundidad y velocidad de corte determinada. En el caso de las aleaciones de aluminio, la alta velocidad de mecanizado aumenta la eliminación del metal y reduce el desarrollo de rebabas y bordes [15].

El mecanizado utilizado en *Groupe Seb*, incluye corte y bordeado, en el primero se corta el aluminio sobrante en la pieza o vaciadero y en el bordeado, realiza el acabado de los bordes.

V. METODOLOGÍA

A. *Realización del informe*

1. *Planeación de la estandarización*

El área de ingeniería, es la encargada de realizar la estandarización de los productos que se fabrican en la empresa, junto con el analista de fundición se escogieron los dos productos que necesitaban estandarización y se planteó un plan de trabajo para su realización, al ser una nueva línea, lo primero que se hizo fue hablar con planeación para saber las fechas de fabricación y poder así, llevar a cabo el informe.

2. *Toma de datos y seguimiento*

Cuando se inició la producción, se hizo un seguimiento en planta, con la toma de datos sin modificación de tiempos, nos dimos cuenta que los operarios no tenían un estándar definido, se empezó con la toma de datos en el proceso de moldeo y proceso de mecanizado, los cuales se hicieron a dos operarios diferentes, en horarios aleatorios durante el turno, luego de tomados los datos, se establecieron unos tiempos y se realizó un seguimiento para corroborar que sí se cumpliera con la calidad del producto (que no se tengan filos cortantes, espesores y diámetro definidos en el plano del producto y que no se tengan defectos).

3. *Resultados*

Se hizo una recopilación de los datos obtenidos y se escogieron los tiempos y parámetros que cumplieran con los planes de calidad y diera mayores unidades por hora de producción.

B. *Revisión bibliográfica:*

Se realizó una búsqueda bibliográfica para enriquecer el conocimiento y tener claridad sobre conceptos propios del proceso de moldeo y mecanizado, para ello, se hizo uso de la base de datos de la Universidad de Antioquia y de internet.

C. Toma de datos en el proceso

En *Groupe Seb*, en la planta de fundición, se inicia el proceso por medio de un precalentamiento de lingotes de aluminio primario, por un periodo de 24 horas bajo techo, esto previamente necesario antes de realizar la fundición del material, posterior se realiza el trasvase de la colada a una temperatura entre 870°C y 910°C, a las estaciones de moldeo, allí se cuenta con 6 estaciones cada una con 6 moldeadoras y un horno de sostenimiento, donde el vaciado se realiza por gravedad, es por esto por lo que, para la fabricación de un mismo producto, los tiempos y procesos de fabricación también deben de ser iguales.

En la empresa, cuando se desea lanzar una línea de nuevos productos, diferentes áreas como calidad, I&D, ingeniería y producción, realizan una preserie, la cual es una prueba que se hace para verificar el proceso industrial, las especificaciones técnicas del producto y la factibilidad en su fabricación antes de iniciar la producción, con base a los productos que se fabrican en la empresa, I&D proporciona los tiempos teóricos para la producción de los productos de la línea DELICIA, los cuales son tomados como base para la producción y después son estudiados por ingeniería.

De acuerdo al plan de producción de los productos de la línea, el moldeo y mecanizado, se pueden realizar el mismo día o no, cuando no es realizado el mismo día, los productos salientes de moldeo son almacenados en la zona WIP (*work in progress*) y luego son mecanizados.

Para la estandarización del proceso del SKILLET y CALDERO de la línea DELICIA, se generan los siguientes entregables:

1. Hoja de ruta /mediciones de tiempos

En la empresa, el formato de hoja de ruta ya se encuentra establecido, ver anexo 2, para su diligenciamiento, se realiza la toma de tiempos por ciclos con cronómetro, es decir, el tiempo es tomado entre dos unidades consecutivas buenas o conformes, si sale una unidad no conforme, ese tiempo no es tenido en cuenta y el operario procede a arenar o a pintar el molde para permitir que el producto pueda ser desmoldado fácilmente. Se realizó la toma de tiempos sin modificaciones y

se observó que, al no tener un estándar definido, los operarios utilizaban diferentes tiempos para la misma actividad, por eso se tomó la decisión de hacer pruebas con los tiempos y escoger los que dieran mayor productividad. Como los procesos de moldeo y mecanizado son procesos semiautomáticos (los tiempos dependen en gran medida de los operarios), la recomendación es realizar la toma de 25 tiempos con cronómetro, utilizando el método acumulativo, es decir, se pone en marcha el cronómetro al comienzo del primer elemento del primer ciclo, se anota el tiempo cuando termina el primer elemento, sin detener el cronómetro, estos tiempos se toman dos veces, preferiblemente con dos operarios distintos, durante las semanas de fabricación, ya que se tienen tres turnos, esta toma de tiempos demora aproximadamente una hora, esto con el fin de comparar los tiempos utilizados por cada operario y corroborar que sean parecidos, en caso de no ser parecidos, se evalúan los tiempos en los que se haga mayor producción en comparación con las unidades por hora que se tienen inicialmente y sean productos conformes, de acuerdo al promedio de tiempos tomados, una vez obtenidos los 25 tiempos a cada operario, se procede a diligenciar los datos en el formato de estudio de tiempos de la empresa, el cual contiene como adición los tiempos de suplemento que se presentan para un proceso en un turno de 8 horas, en un puesto de trabajo. La medición de tiempos fue realizada durante dos semanas en los turnos de la mañana y de la tarde para poder realizar el estudio a dos operarios diferentes.

2. Ficha técnica / parámetros de máquina

Para la ficha técnica, se tienen en cuenta, el tiempo de basculado o de caída de la moldeadora y el tiempo de solidificación de la colada en moldeo, y para mecanizado, los tiempos de corte en prensa y acabado en la bordeadora. Para el proceso de moldeo, se realiza la toma de 25 tiempos desde que el molde empieza la caída hasta que se encuentra en posición vertical totalmente, siendo este, el tiempo de basculado o caída, y para los tiempos de solidificación, se toma el tiempo desde el momento en que la moldeadora se encuentra totalmente vertical, hasta que se abre el molde, estos 25 tiempos tomados, deben de ser convergentes debido a que la operación es la misma; para mecanizado, se tienen en cuenta los datos del PLC (controlador lógico programable) de la bordeadora, ya que esta es la que da la cadencia, estos datos son: tiempos del carro horizontal 1 (desbarbado), retardo del carro horizontal 1 y tiempo del carro horizontal 2 (pulido) los cuales

pueden ser modificados de acuerdo a las especificaciones de calidad para cada producto (que no se tengan filos cortantes, se miden espesores y diámetro y que no se tengan defectos).

3. Manual de estibado / estándar de empaque

La altura permitida de las estibas con producto no debe superar 1.60m, las estibas miden 1.20m de largo y 1m de ancho, se verifica cuántos productos caben en esas dimensiones y se procede a diligenciar el formato, la unidad de embalaje o empaque dependerá de los niveles de altura, número de unidades por nivel y según la altura se define cantidad total por estiba, esto permite identificar y controlar el inventario en proceso.

D. Suministrar datos al cronograma de estandarización del área de ingeniería.

Al tenerse los datos tomados en el proceso, se procede a ingresar al cronograma de estandarización, diligenciar los datos que se tomaron, anexar la fecha del estudio y anotar la ubicación del archivo donde se encuentra la información que se tomó en el proceso, esto acompañado de imágenes para soportar gráficamente a los interesados.

E. Verificación de los tiempos de fabricación

Al suministrar los datos en el cronograma de estandarización, los tiempos tomados son comparados con el tiempo arrojado por SAP, este tiempo corresponde a los tomados en la preserie, si los tiempos tomados son menores a los que se tienen en la preserie, se procede a hacer un DMP (demanda de modificación del producto), lo cual es positivo para el proceso, si los tiempos tomados son mayores, se hace una serie de pruebas modificando los parámetros de máquina y si se obtienen productos no conformes con la disminución de tiempo del proceso, se realiza un DMP negativo.

F. Socialización de resultados

La ficha técnica, estudio de tiempo y manual de estibado fueron revisados y aprobados por el analista de fundición, quién es el encargado de subir estos documentos al cronograma de

estandarización de ingeniería. Una vez estandarizados los productos, se realizó una presentación al grupo de ingeniería (jefe, coordinador, analista de plásticos, analista de antiadherente y aluminio, analista de aplicaciones y analista de fundición) durante el comité de ingeniería, luego, se realizó una divulgación a los supervisores de la planta de fundición y analista de calidad. Para moldeo y mecanizado, en cada moldeadora y bordeadora, se ubicó la hoja de proceso y ficha técnica, se le hace un acompañamiento al operario por parte del supervisor de la planta para corroborar que éste cumpla con la lectura de los datos y se realiza un hora a hora para verificar las unidades por hora producidas por el operario.

VI. RESULTADOS

A. Hoja de ruta /mediciones de tiempos

1. Moldeo

El proceso fue evaluado con dos operarios con mucho tiempo en la compañía, y a los cuales se les ha observado su efectividad en la producción, de acuerdo al estudio de tiempos realizado, se logró la disminución del tiempo medio de ciclo para ambos productos, el tiempo medio de ciclo, es considerado como el tiempo en el que un operario normal debe realizar la operación sin fatigarse, una vez realizado el estudio de tiempos, se sugirió trabajar con los tiempos modificados, los cuales fueron los siguientes: para el cuerpo de caldero ovalado, se tenía un tiempo medio de ciclo de 149,3s y se disminuyó a un tiempo medio de ciclo de 133,5s y para el skillet se tenía un tiempo medio de ciclo de 150,4s y se logró llegar a un tiempo medio de ciclo de 119,5s, siendo 133,5s y 119,5s los tiempos ideales para el ciclo de producción, conservando la calidad del producto (sin filos cortantes, espesor y diámetro establecidos en plano y sin defectos).

- **Para el cuerpo de caldero ovalado:**

A este tiempo medio (133,5s tiempo estándar) con una eficiencia del 100%, se le suma el 4% de suplementos de fatiga:

De la ecuación 1.

$$\mathbf{Tiempo\ por\ suplemento\ de\ fatiga = \frac{133,5s * 4\%}{100\%} = 5,34s} \quad (1)$$

$$\mathbf{Tiempo\ por\ elemento: tiempo\ medio + tiempo\ por\ suplemento\ de\ fatiga} \quad (2)$$

$$\mathbf{Tiempo\ por\ elemento: 133,5s + 5,3s = 138,8s}$$

Con la disminución en el tiempo de ciclo, se pasó de 24 u/h a 26u/h, para un turno de 8 horas, significa un aumento de la producción de 16 unidades. El cálculo para las unidades por horas, es el siguiente:

$$Base \left(\frac{u}{h} \right) = \frac{Tiempo (s)}{Tiempo por elemento} \quad (3)$$

$$Base \left(\frac{u}{h} \right) = \frac{3600s}{138,8s} = 26 \frac{u}{h}$$

Para el cálculo de la base no se tuvo en cuenta el % suplemento, puesto que en moldeo las moldeadoras trabajan las 24 horas y cuando un operario realiza sus necesidades personales, es relevado por otro operario. En la tabla II, se observa un resumen de los tiempos de ciclos para el cuerpo caldero ovalado.

TABLA II
COMPARACIÓN DE TIEMPOS Y BASE PARA CUERPO CALDERO OVALADO

Cuerpo caldero ovalado– moldeo		
	Primera toma de tiempos	Segunda toma de tiempos
Tiempo medio de ciclo (s)	149,3	133,5
Tiempo por suplemento de fatiga (s)	5,97	5,34
Tiempo por elemento (s)	155,2	138,8
Base (u/h)	23	26

Se tomaron 25 tiempos a cada operario, la primera toma se realizó con los tiempos estipulados por SAP desde la preserie con tiempos entre 142s a 147s y al siguiente operario se le pidió que disminuyera aproximadamente 10s el tiempo de solidificación en la moldeadora y en conjunto con calidad se verificó que el producto no tuviera defectos y que fuera un producto conforme, estos tiempos variaron entre 131s a 138s.

- **Para el skillet:**

A este tiempo medio (119,5s tiempo estándar) con una eficiencia del 100%, se le suma el 4% de suplementos de fatiga:

$$\textit{T tiempo por suplemento de fatiga: } \frac{119,5s \cdot 4\%}{100\%} = 4,8s \quad (4)$$

$$\textit{T tiempo por elemento: } 119,5s + 4,8s = 124,2s \quad (5)$$

Con la disminución en el tiempo de ciclo, se pasó de 23 u/h a 29 u/h, para un turno de 8 horas, significa un aumento de la productividad de 48 unidades. El cálculo para las unidades por horas, es el siguiente:

$$\textit{Base } \left(\frac{u}{h} \right) = \frac{3600s}{124,2s} = 29 \frac{u}{h} \quad (6)$$

En la tabla III, se observa un resumen de los tiempos de ciclos para el skillet.

TABLA III
COMPARACIÓN DE TIEMPOS Y BASE PARA SKILLET

Skillet- moldeo		
	Primera toma de tiempos	Segunda toma de tiempos
Tiempo medio de ciclo (s)	150,4	119,5
Tiempo por suplemento de fatiga (s)	6,018	4,78
Tiempo por elemento (s)	156,5	124,2
Base (u/h)	23	29

2. *Mecanizado:*

Los tiempos establecidos fueron los siguientes:

En *Groupe SEB*, el corte y el bordeo de un producto se realizan seguidos, en este caso, la bordeadora es la que da la cadencia de la producción.

Para el cuerpo de caldero ovalado, se estableció un tiempo de ciclo de 33s y para el skillet 41s, tiempo mínimo en el cual el producto sale conforme a lo pedido por calidad, en un tiempo menor, el producto no es aprobado por calidad, ya que los bordes de los productos quedan con filos cortantes.

B. *Ficha técnica / parámetros de máquina*

1. *Moldeo*

Los parámetros en la moldeadora son: tiempo de caída de la moldeadora y tiempo de solidificación, para el cuerpo de caldero ovalado, se estableció un tiempo de caída de la moldeadora de 7 a 9 s, en este intervalo de tiempo, la colada alcanza a llenar el molde, y un tiempo de solidificación de 31 a 34s, intervalo de tiempo suficiente para que la colada solidifique y el cuerpo del caldero salga conforme, para el skillet se estableció un tiempo de caída de la moldeadora de 9 a 11s, en este intervalo de tiempo, la colada alcanza a llenar el molde, y un tiempo de solidificación de 70 a 73s, intervalo de tiempo suficiente para que la colada solidifique y el skillet salga conforme.

2. *Mecanizado*

En mecanizado, es de gran importancia que siempre que se cambie de referencia (producto), hacer un backup de los parámetros de la máquina, ya que, los tiempos de corte son diferentes para cada producto que se vaya a trabajar. Los parámetros de máquina utilizados en la empresa para la ficha técnica son: tiempo de retardo pisador, tiempo de desbarbe, tiempo de bordeo y retardo del carro, los cuales, para los productos analizados, se muestran en la tabla IV.

TABLA IV PARÁMETROS DE MÁQUINA EN MECANIZADO

	Tiempo retardo pisador (s)	Tiempo carro horizontal 1 (desbarbe) (s)	Tiempo carro horizontal 2 (bordeo) (s)	Retardo carro horizontal 2 (s)
CALDERO OVALADO	4,5	9,5	7	4,2
SKILLET	2,3	3,5	6	2,3

Estos parámetros definidos, son los tiempos mínimos en los cuales se logra sacar mayor producción, y donde el producto sale conforme a lo pedido por calidad (sin filos cortantes y con el diámetro y espesor establecidos en el plano del producto), para poner en marcha la producción.

C. Manual de estibado / estándar de empaque

Las estibas miden 1m de ancho x 1,20m de largo y no se debe de superar 1,60m de altura, por seguridad.



Fig. 3. Estiba con cuerpo de caldero ovalado.

Nota. Fuente propia.

En el manual de estibado para el caldero ovalado, se estableció que: a lo ancho de la estiba se deben de ubicar 4 filas de dos unidades, a lo largo, se ubican 3 filas de dos unidades, 5 niveles, separados cada uno por un cartón y por cada nivel debe de haber 24 unidades, para un total por estiba de 120 productos.

En el manual de estibado para el skillet, se estableció que: a lo ancho de la estiba se deben de ubicar 3 filas de dos unidades, a lo largo, se ubican 2 filas de dos unidades, 8 niveles, separados cada uno por un cartón y por cada nivel debe de haber 12 unidades, para un total por estiba de 96 productos.

En mecanizado no aplica manual de estibado, ya que los productos pasan directamente a una banda transportadora, para pulir las asas.

VII. CONCLUSIONES

1. Se logró de manera satisfactoria realizar la estandarización de los dos productos e incluirlos en el cronograma de estandarización de ingeniería, lo cual es de gran importancia en una empresa para evitar los productos no conformes o reprocesos, la estandarización permite esclarecer la ejecución de un proceso, contribuye a la disminución de tiempos, aumentar la productividad y produce una mayor eficiencia.
2. Con la propuesta de disminución de tiempos en moldeo, se mejoraron los tiempos de ciclo de producción para ambas referencias, el skillet, es la referencia con la mejora más representativa, de una base de 23u/h, se logra pasar a una base de 29u/h, presentando así, aumento en la producción.
3. La ficha técnica es de gran importancia en los procesos, ya que, en la empresa, la ficha está definida por parámetros de máquina y estos parámetros dependen del tiempo, por lo tanto, ayudan a la disminución o aumento del ciclo.

REFERENCIAS

- [1] «Imusa», *Imusa*, s. f. [//www.imusa.com.co/compania/](http://www.imusa.com.co/compania/)
- [2] K. Wüllenweber, D. Beimborn, y T. Weitzel, «The Impact of Process Industrialization on Business Process Outsourcing Success», *Information Systems Frontiers*, vol. 10, n.º 2, pp. 211-224, 2008, doi: [10.1007/s10796-008-9063-x](https://doi.org/10.1007/s10796-008-9063-x)
- [3] C. Mira, «La estandarización de procesos, como herramienta de mejora a la calidad de procesos administrativos», Informe de actividades profesionales para optar al título de Ingeniera Industrial, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2016. [En línea]. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/10805/Informe.pdf?sequence=1>
- [4] H. García, «Aplicación de mejora de métodos de trabajo en la eficiencia de las operaciones en el área de recepción de una empresa esparraguera», Tesis para optar el grado académico de maestro en ingeniería industrial, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo-Perú, 2016. [En línea]. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3587/TESIS%20MAESTRIA%20HUGO%20DANIEL%20GARCIA%20JUAREZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [5] A. Caso, *Técnicas de medición del trabajo*, 2da ed. España: Fundación confemetal
- [6] L. Silva M, «Estudio del proceso de fundición de aluminio por gravedad para la fabricación de herrajes eléctricos y propuesta de plan de mejoramiento en Metallan S.A.S», Trabajo de grado para optar por el título de: Ingeniera Industrial, Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, 2018
- [7] F. Plaza U, «Diseño de los sistemas de distribución en procesos de fundición por gravedad mediante un método analítico», Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, 2014. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/4345/pfc5789.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [8] J. Campbell, *Castings*, 2da ed. Inglaterra.

[9] «Gravity die casting», *Premier engineered products*, 2020. <https://diecasting.com/blog/gravity-die-casting/>

[10] P. Carrizosa Isaza, «Modelación y análisis de un molde para fundición de aluminio por coquilla», Proyecto de grado, Universidad EAFIT, 2007. [En línea]. Disponible en: repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/4483/Pablo_CarrizosaIsaza_2007.pdf?sequence=2

[11] L. Val Lacarta, «Análisis de sistemas de alimentación y simulación mediante QuikCAST del proceso de fundición por gravedad de una pieza de aluminio», Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 2018.

[12] V. Mir-Labrada, T. García H, y A. Parada, «Análisis del sistema de alimentación de un molde permanente para pistón de aluminio fundido», vol. 25, n.º 1, p. 9, 2022

[13] A. Loizaga, R. Suarez, y J. Sertucha, «Defectos metalúrgicos generados por la presencia de gases», *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, n.º 2, pp. 111-119, 2008

[14] T. Rajan R., R. Kumar, y I. Panigrahi, «Machinability behavior of Aluminium Alloys: A Brief Study», *Materials today: proceedings*, vol. 18, n.º 7, pp. 5069-5075, 2019, doi: doi.org/10.1016/j.matpr.2019.07.502

[15] B. Rao y Y. C. Shin, «Analysis on high-speed face-milling of 7075-T6 aluminum using carbide and diamond cutters», *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, vol. 41, n.º 12, pp. 1763-1781, 2001, doi: [doi.org/10.1016/S0890-6955\(01\)00033-5](https://doi.org/10.1016/S0890-6955(01)00033-5)

ANEXOS

Anexo A. % Suplementos

Sistema de suplementos por descanso porcentajes de los Tiempos Básicos¹

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por necesidades personales	5	7
B. Suplemento base por fatiga	4	4

2. SUPLEMENTOS VARIABLES

	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	4		45
B. Suplemento por postura anormal			2		100
Ligeramente incómoda	0	1	F. Concentración intensa		
incómoda (inclinado)	2	3	Trabajos de cierta precisión	0	0
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	Trabajos precisos o fatigosos	2	2
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Peso levantado [kg]			G. Ruido		
2,5	0	1	Continuo	0	0
5	1	2	Intermitente y fuerte	2	2
10	3	4	Intermitente y muy fuerte	5	5
25		9	Estridente y fuerte		
35,5		22	H. Tensión mental		
			Proceso bastante complejo	1	1
D. Mala iluminación			Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Muy complejo	8	8
Bastante por debajo	2	2	I. Monotonía		
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo algo monótono	0	0
E. Condiciones atmosféricas			Trabajo bastante monótono	1	1
Índice de enfriamiento Kata			Trabajo muy monótono	4	4
16		0	J. Tedio		
8		10	Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo bastante aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

¹ Introducción al Estudio del trabajo – segunda edición, OIT. Ejemplo sin valor normativo

27													
28													
29													
30													
CÁLCULOS	Fatiga	Posición					Participación mental				Esfuerzo (kg)		
	Tiempo de observaciones	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,000	0,00 0	0,000	0,000	0,000	0,000	
	Número de Observaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Media	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDIV /0!	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDIV /0!	#iDIV /0!	#iDI V/0!	
	Eficiencia	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100%	100 %	100 %	100%	100%	100 %	
	Tiempo normal	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDIV /0!	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDIV /0!	#iDIV /0!	#iDI V/0!	
	Índice del suplemento por fatiga	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	
	% Suplemento de fatiga	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	
	Tiempo por elemento	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDIV /0!	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDIV /0!	#iDIV /0!	#iDI V/0!	
	Frecuencia												
	Tiempo unitario	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDIV /0!	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDIV /0!	#iDIV /0!	#iDI V/0!	
	Suma de tiempos	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,000	0,00 0	0,000	0,000	0,000	0,000	
	Porcentaje de ocupación	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDIV /0!	#iDI V/0!	#iDI V/0!	#iDIV /0!	#iDIV /0!	#iDI V/0!	

TIEMPO TOTAL	0,00 0	CICLO	0,00 0	% SUPLEM GSEB	#N/A	BAS E	#iDI V/0!	% CICLO MÁXIMO	#iDI V/0!			
OPERACIÓN QUE OCUPA EL CICLO MÁXIMO							#iDIV/0!					

OBSERVACIONES:

Elaborado por		Operario	
----------------------	--	-----------------	--