



Diseño de máquina de moldes de arena para utilizar en la fundición metálica

Sand mold machine design for use in metal casting

Projeto de máquina de molde de areia para uso em fundição de metal

Víctor Patricio Pachacama-Nasimba^I
ingvictorpachacama@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6315-6641>

Carlos Stalin Ulcuango-Moreno^{II}
carsta381990@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5657-1449>

Rodrigo Manuel Passo-Guamangate^{III}
rodmrpg1989@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0979-5335>

Edilberto Antonio Llanes-Cedeño^{IV}
antonio.llanes@uisek.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6739-7661>

Correspondencia: ingvictorpachacama@gmail.com

Ciencias económicas y administrativas
Artículo de investigación

***Recibido:** 05 de julio de 2020 ***Aceptado:** 20 de agosto 2020 * **Publicado:** 01 de septiembre de 2020

- I. Ingeniero Automotriz, Universidad internacional SEK, Instituto Superior Tecnológico Siete de Octubre, Quevedo, Ecuador.
- II. Ingeniero Automotriz, Instituto Superior Tecnológico Siete de Octubre, Quevedo, Ecuador.
- III. Ingeniero Automotriz, Instituto Superior Tecnológico Siete de Octubre, Quevedo, Ecuador.
- IV. Máster en Eficiencia Energética, Doctor Dentro del Programa de Doctorado en Ingeniería Rural, Ingeniero Mecánico Automotriz, Universidad internacional SEK, Ecuador.

Resumen

La producción es compleja y abarca muchos procesos, especialmente en los productos metálicos. La conformación metálica es una de las áreas de mayor desempeño en las empresas, las cuales están determinadas por la deformación de piezas a través de innumerables técnicas. También existe el proceso de conformado por medio de la fundición, donde un metal en estado líquido es vertido en un molde para adquirir la forma de éste. La fundición es un arte que se convirtió en ciencia debido a que se rige por los parámetros de temperatura del metal líquido, morfología y composición de la arena de fundición y de las dimensiones del molde de arena. Este último debe ser fabricado con exactitud para que el producto cumpla con las exigencias de calidad, por lo que su fabricación en una máquina es la opción más factible, aunado a que si la pieza es de diseño sencillo y tiene alta demanda en el mercado. Por lo cual, el objetivo general de la investigación es analizar el diseño de una máquina de moldeo de arena para utilizar en la fundición metálica. La metodología empleada se basó en un diseño bibliográfico de tipo documental. Los resultados se basaron en el desarrollo y análisis de los distintos módulos que conforman el diseño mecánico del equipo. Como conclusión, la máquina consta de una tolva de alimentación que posee en su interior la arena previamente preparada bajo los estándares de calidad, la cual entra a la cavidad donde se formará el molde de arena gracias a la vibración y compactación producida en la mesa de trabajo; esta compactación es realizada por el movimiento del soporte de macho, que es impulsado por un sistema hidráulico conectado a un punzón, hasta el soporte de hembra, situado al extremo de la cavidad, con característica móvil con el fin de obtener el molde de arena y ser colocado en serie, listos para recibir la colada procedente del crisol con el metal líquido.

Palabras Claves: fundición; arena de moldeo; máquina; molde de arena

Abstract

Production is complex and encompasses many processes, especially for metal products. Metal forming is one of the highest performance areas in companies, which are determined by the deformation of parts through innumerable techniques. There is also the process of forming through casting, where a metal in a liquid state is poured into a mold to acquire its shape. Casting is an art that became a science because it is governed by the temperature parameters of the liquid metal, the morphology and composition of the foundry sand, and the dimensions of the sand mold. The latter must be manufactured accurately so that the product meets quality requirements, so its manufacture on a machine is the most feasible option, coupled with the fact

that the part is simple in design and is in high demand in the market. Therefore, the general objective of the research is to analyze the design of a sand molding machine for use in metal casting. The methodology used was based on a bibliographic design of the documentary type. The results were based on the development and analysis of the different modules that make up the mechanical design of the equipment. In conclusion, the machine consists of a feeding hopper that has inside the sand previously prepared under quality standards, which enters the cavity where the sand mold will be formed thanks to the vibration and compaction produced in the table of job; This compaction is carried out by the movement of the male support, which is driven by a hydraulic system connected to a punch, up to the female support, located at the end of the cavity, with a movable characteristic in order to obtain the sand mold and be placed in series, ready to receive the pouring from the crucible with the liquid metal.

Keywords: foundry; molding sand; machine; sand mold

Resumo

A produção é complexa e engloba muitos processos, especialmente para produtos de metal. A conformação de metais é uma das áreas de maior desempenho nas empresas, que é determinada pela deformação de peças por meio de inúmeras técnicas. Existe também o processo de conformação por fundição, onde um metal no estado líquido é despejado em um molde para adquirir sua forma. A fundição é uma arte que se tornou ciência porque é regida pelos parâmetros de temperatura do metal líquido, pela morfologia e composição da areia de fundição e pelas dimensões do molde de areia. Este último deve ser fabricado com precisão para que o produto atenda aos requisitos de qualidade, de forma que sua fabricação em máquina seja a opção mais viável, aliada ao fato de a peça ser simples no design e ter alta demanda no mercado. Portanto, o objetivo geral da pesquisa é analisar o projeto de uma máquina de moldagem em areia para uso na fundição de metais. A metodologia utilizada baseou-se em um desenho bibliográfico do tipo documental. Os resultados foram baseados no desenvolvimento e análise dos diferentes módulos que compõem o projeto mecânico dos equipamentos. Em conclusão, a máquina é constituída por uma tremonha de alimentação que tem dentro da areia previamente preparada dentro dos padrões de qualidade, que entra na cavidade onde será formado o molde de areia graças à vibração e compactação produzida na mesa de trabalho; Esta compactação é realizada pelo movimento do suporte macho, que é acionado por sistema hidráulico acoplado a um punção, até o suporte fêmea, localizado no final da cavidade, com característica móvel para

obtenção do molde de areia e ser colocado em série, pronto para receber o vazamento do cadinho com o metal líquido.

Palavras-chave: fundição; areia de moldagem; máquina; molde de areia

Introducción

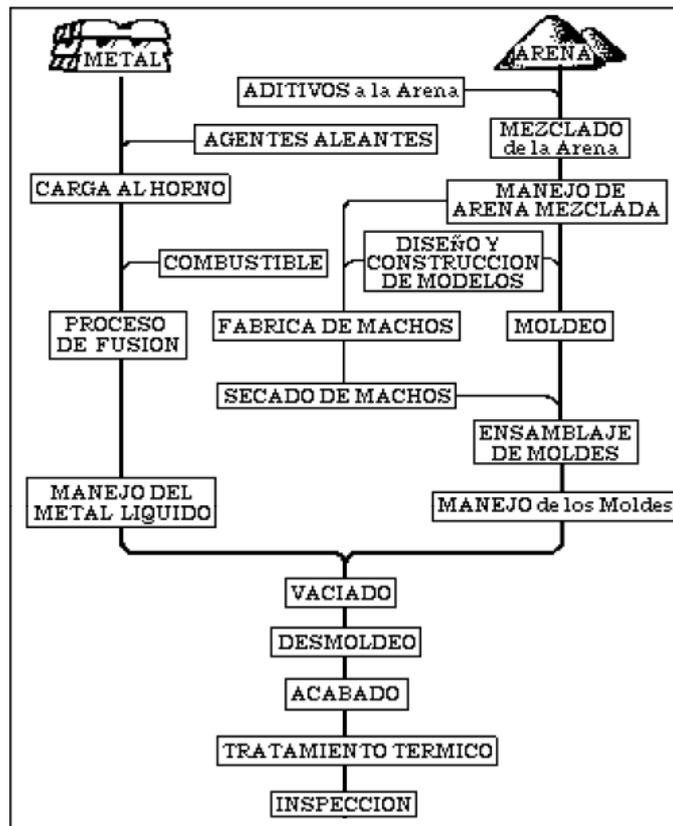
La producción es compleja y abarca muchos procesos, especialmente en los productos metálicos. La conformación metálica es una de las áreas de mayor desempeño en las empresas, los cuales están determinadas por la deformación de piezas a través de innumerables técnicas. También existe el proceso de conformado por medio de la fundición. Esta técnica precede a las técnicas de conformado metálico porque suministra, en la mayoría de las ocasiones, la materia prima para estos procesos.

La fundición metálica es una de las artes que se convirtieron en ciencia debido a los conocimientos que se generan por la forma como se convierte un material en otro utilizando temperaturas altas y un molde que contenga el baño metálico. Esta técnica fue el catalizador para transformar la era de piedra en la era de bronce. Por lo cual, la fundición es el proceso térmico de manufactura donde se procesan los metales y aleaciones a elevadas temperaturas para luego ser vaciados sobre un molde que contiene la geometría del producto a fabricar donde se le deja solidificar y enfriar (Quintero, 1998).

De la misma manera, las características del material juegan un papel importante porque con ella determinará la temperatura a utilizar en la fundición. Cada elemento tiene un punto de fusión diferente y por ende unos parámetros distintos a controlar. Mediante el colado se manufacturan muchas piezas y componentes, incluyendo cámaras, motores, cigüeñales, equipo agrícola y para ferrocarriles, tubería y acoplamiento de plomería, herramientas eléctricas, sartenes y componentes de gran tamaño para turbinas hidráulicas (Kalpakjian, 2002).

La fundición es una industria fundamental para la construcción de máquinas, y exige amplia cultura profesional, pues requiere conocimientos técnicos tan diversos como son el dibujo industrial, la mecánica de los cuerpos sólidos y fluidos, etc. (Capello, 1974). En la Figura 1 se puede observar el proceso de fundición de piezas metálicas. Cada una de las etapas presentes dentro del diagrama es fundamental para el desarrollo de las piezas. En la Tabla 1 se describen las etapas más importantes en el proceso de fundición.

Figura 1. Proceso de fundición de piezas metálicas.



Fuente: (Quintero, 1998)

Tabla 1. Etapas más importantes en el proceso de fundición

ETAPAS	CARACTERÍSTICAS
Proyecto y Diseño	El proyectista, al idear la máquina, debe darle un cuerpo resistente y duradero; calcula, por consiguiente, las diversas partes de la misma y, para transmitir su idea al constructor, realiza diseño del conjunto y los detalles de cada pieza, debidamente acotados.
Ejecución del modelo	Después de las debidas comprobaciones, el diseño pasa al modelista, si el modelo ha de ser de madera, a un mecánico especializado, si ha de construirse de metal. En colaboración con la fundición, el modelista o el mecánico construyen el modelo teniendo en cuenta el sistema de moldeo que adoptará el fundidor, el grado de contracción del metal, y los espesores de mecanización. Si la pieza ha de tener algún hueco interior, el modelista hará también la correspondiente caja de machos, almas, núcleos o noyós.
Moldeo	Una vez comprobado el modelo, pasa al moldeador, quien debe hacer el molde o forma, reproducción en negativo de la configuración y las dimensiones de la pieza que ha de ser fundida. El molde puede ser perdido o permanente. El primero se hace comprimiendo la arena de fundición del modelo colocado en el interior de la caja, después de la colada se levanta la caja y se destruye el molde para extraer la pieza. El segundo se prepara sin la ayuda de un modelo, labrando directamente en negativo la pieza en varios moldes de hierro fundido o metal,
Preparación de las arenas	Para los moldes perdidos, es necesario preparar la arena, añadiéndole las materias adecuadas para que adquiera las propiedades convenientes para el buen éxito de la colada. Estas propiedades son: permeabilidad, cohesión, refractar edad, dureza, etc.
Preparación del metal fundido	El metal se calentará a la temperatura de fusión, es decir, se reducirá del estado sólido al líquido. Esta operación puede efectuarse en un horno de combustible o en un horno eléctrico; cada tipo de horno posee sus características, sus ventajas, sus inconvenientes, sus exigencias y sus aplicaciones particulares.

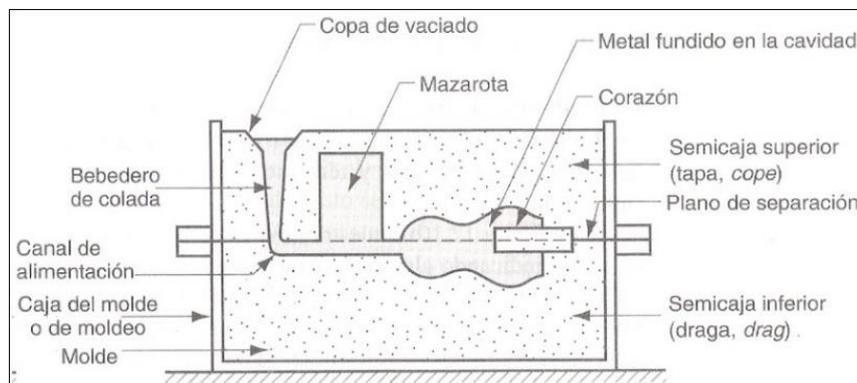
Colada	Cuando el molde esta repasado y cerrado sólidamente, de modo que resista la presión metalostática, se puede introducir ene l mismo el metal fundido a través de uno o más aberturas de colada (bebederos) previamente dispuestas en el molde.
Solidificación y enfriamiento	Después de la colada, se debe esperar que la pieza solidifique y se enfríe en el molde. Las piezas coladas en moldes de arena requieren de algunas horas más o menos, según sus dimensiones.
Desmoldeo	Cuando la pieza se ha solidificado y enfriado hasta el punto de poder manipular sin peligro, se procede al desmoldeo.
Acabado	Las piezas extraídas del molde esta áspera, tiene incrustaciones de arena y las rebabas que corresponden a las juntas de la caja o de la coquilla, y lleva unidos todavía bebederos, cargadores y mazarotas. Es necesario pulir la pieza, desprender los bebederos y los cargadores, desbastarla, limpiarla con chorro de arena, etc.
Tratamientos térmicos, recubrimientos y similares	Algunas veces, las piezas han de ser sometidas a tratamientos térmicos o ser recubiertas con materiales protectores especiales.
Mecanización	Las piezas destinadas a la construcción de alguna máquina pasan finalmente al taller para su mecanización por medio de máquinas de herramientas. Esta mecanización tiene por objeto dimensionar exactamente la pieza para que varias partes ajusten cinemáticamente y asegurar con ello el perfecto funcionamiento de la máquina.

Fuente: (Capello, 1974)

Una de las etapas más importantes dentro del proceso de fundición es el moldeo de la arena. Para ello se recurre a las características del diseño de la pieza y también la cantidad a producir. Si el diseño es fácil más la producción es en serie esta se puede realizar a través de equipos de molde, caso contrario si la pieza contiene un diseño más complejo y no requiere producción en serie, esta se puede hacer por medio del moldeo manual.

De aquí, el moldeo a mano se realiza cuando las operaciones conducentes a reproducir en la arena la forma de la pieza que se quiere obtener se efectúan en su mayor parte por medio puramente manuales (Capello, 1974). En la Figura 2 se puede detallar un molde cerrado la cual se fabricó con moldeo manual.

Figura 2. Molde cerrado la cual se fabricó con moldeo manual.



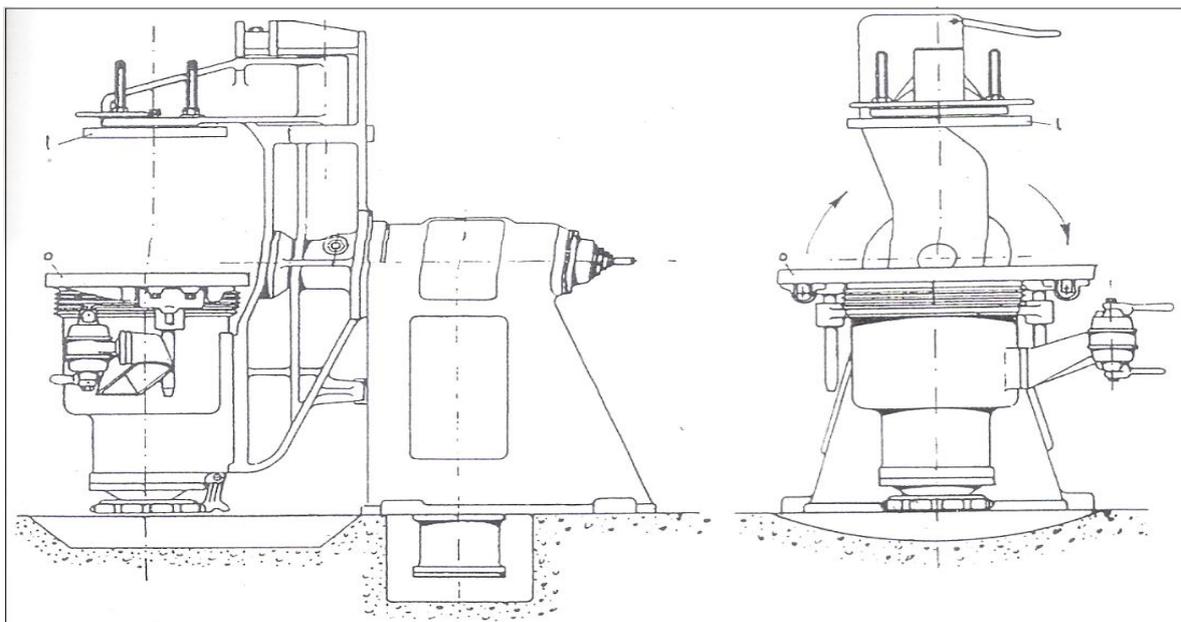
Fuente: (Groover, 1997)

Cuando la empresa fundidora se dedica a vender productos de altas demandas entonces su sistema productivo debe estar basado en líneas de producción donde los equipos pertenecientes a estas áreas deben cumplir con las funciones de reducir el tiempo de producción y aumentar la productividad. Uno de estos equipos es el que se dedica al moldeo de la arena. Además, con estas máquinas se obtienen: disminución del costo, mejoramiento sensible del producto, condiciones de trabajo bastante mejores para los operarios y posibilidades de empleo de procedimientos especiales para atacar la arena que aseguran un grado de atacado uniforme y constante (Capello, 1974).

Una máquina de gran utilidad que sigue estos parámetros es de la de tipo por vibraciones y con compresión. La operación de atacar la arena mediante la simple compresión no asegura uniformidad en el grado de la misma, es por ello que se utiliza la vibración para que la arena pueda entrar en los espacios difíciles del diseño (Capello, 1974). Estas operaciones, vibración y compactación se realizan al mismo tiempo. Este tipo de máquina se puede detallar en la Figura 3.

El equipo que se desea diseñar es de este tipo porque ayuda a mejorar la caja de moldeo dando garantía en que la arena recubre todos los espacios además ofrece una resistencia eficiente de la arena por efecto de la compresión, aunado a que las piezas a producir son de alta demanda. Es por ello, que se pretende diseñar una máquina que permita el proceso de moldeo de arena para piezas pequeñas, controlando variables y manteniendo el tiempo del proceso.

Figura 3. Máquina de moldear por vibración y compresión.



Fuente: (Capello, 1974)

Por lo tanto, el objetivo general de la investigación es analizar el diseño de una máquina de moldeo de arena para utilizar en la fundición metálica. La metodología empleada se basó en un diseño bibliográfico de tipo documental.

Método

Para desarrollar esta investigación se procedió a establecer unos objetivos específicos que tratan sobre describir la importancia de la fundición, determinar la importancia de los moldes de arena, establecer los módulos mecánicos necesario para el desarrollo de la máquina desarrollar el funcionamiento de la máquina de moldes de arena. La metodología se basó en un diseño bibliográfico de tipo documental. El diseño se fundamenta en la revisión sistemática de material documental, donde se efectúa un proceso de abstracción científica, partiendo de forma ordenada y con objetivos precisos, y el tipo se concreta en las diversas fuentes con el objeto de que garanticen confiabilidad en los resultados (Palella Stracuzzi & Martins Pestana, 2010). Las fuentes utilizadas son textos, documentos y artículos científicos publicados disponibles en la web.

Resultados

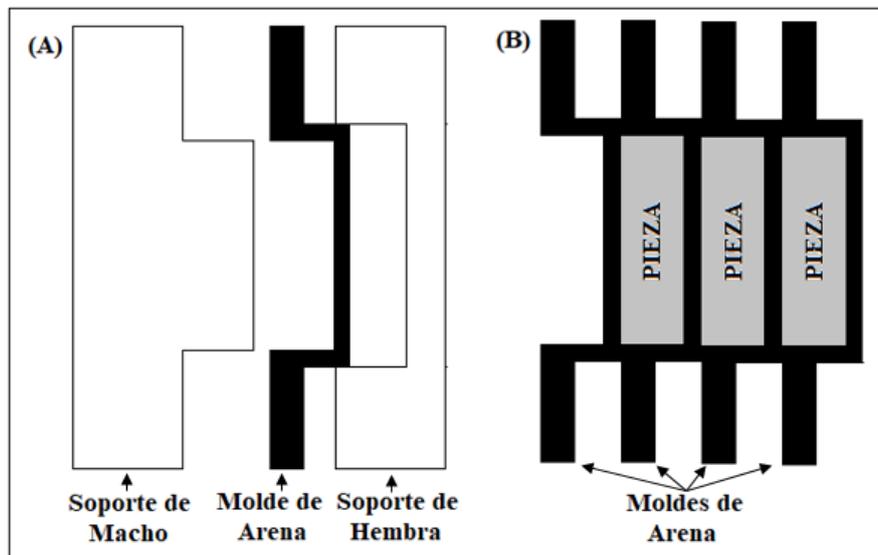
Los sistemas de producción de las empresas de fundición tienden a ser líneas de producción manuales donde el proceso de fabricación del molde de arena es realizado por un operador siguiendo las pautas de fabricación establecidas en normas internacionales. Cuando los productos aumentan en la demanda se busca la forma de adquirir tecnologías más avanzadas como la de un equipo de moldeados en arena que permite mejorar la productividad de la organización.

Estos equipos desarrollan los moldes a gran velocidad debido al diseño del producto, el cual se caracteriza por ser más sencillos, con geometrías muy simples. Esto genera mayor velocidad de producción y por ende mayor respuesta a la demanda creciente. La desventaja es que la adquisición es altamente costosa aunado a la inversión de tiempo y logística para conseguir el equipo desde el extranjero. Es por ello, que se plantea el diseño de un equipo de moldeo de arena para producir piezas sencillas con la finalidad de apoyar la tecnología y el conocimiento propio de la empresa, región y país.

Este equipo realizará el procedimiento del moldeo manual, donde se produce dos cajas de moldeo, una semicaja inferior y una semicaja superior, tal como la Figura 3, pero a diferencia de que el mismo molde de arena será ambas cajas debido a que se colocaran una seguida de la

otra proporcionando moldes en serie para que se produzca la colada secuencial. Esto se puede detallar en la Figura 4. En la Figura 5 se puede observar el diagrama de los módulos mecánicos necesarios para el desarrollo de este equipo fabricante de moldes de arena para fundición metálica.

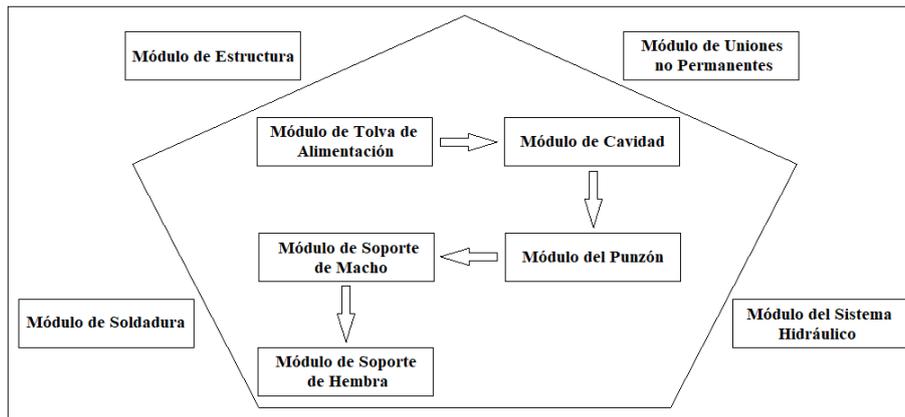
Figura 4. (A) Esquema de fabricación del molde de arena donde el soporte de macho empuja la arena hacia el soporte de hembra haciendo compactar a la forma establecida, y (B) el molde de arena obtenido se coloca en forma continua, generando así la pieza, después de la colada en serie.



Fuente: (Fressel, 2016)

El equipo consta de un módulo de tolva de alimentación donde estará la arena de moldeo lista bajo las condiciones y especificaciones necesaria para la fundición metálica. Ésta abre la compuerta para que la arena caiga a la mesa de trabajo, que la conforma como el módulo de estructura, la cual es sacudida por vibraciones para luego comprimirla a través del módulo de punzón dentro del módulo de cavidad. Al módulo de punzón está conectado el módulo de soporte de macho, que tiene la forma de la pieza a realizar, la cual empuja y compacta la arena al módulo de soporte de hembra, con la figura inversa a la del macho, que tiene un desplazamiento móvil para poder sacar el molde de arena de la máquina. A estos módulos se les añade módulos de estructura base, módulo del sistema hidráulico, módulo de soldadura y módulo de uniones no permanentes.

Figura 5. Diagrama de funcionamiento de la máquina de moldes de arena para utilizar en la fundición metálica.



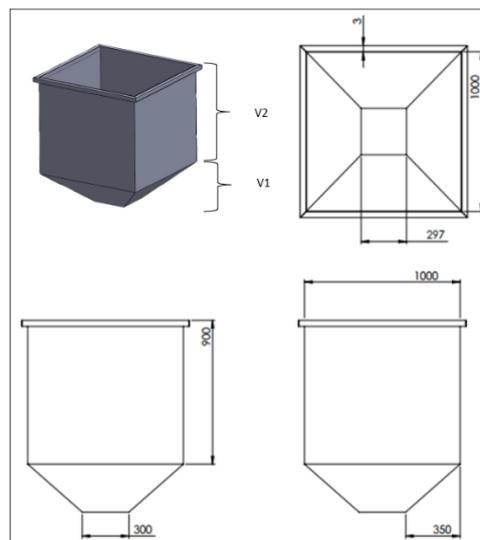
Fuente: (Fressel, 2016)

Módulo de tolva de alimentación

La tolva de alimentación contiene en su interior la arena de moldeo previamente preparada con los estándares para la fabricación de piezas metálicas por fundición. Una de las características es que el material debe ser de acero inoxidable debido a que debe tener una resistencia a la corrosión por el contacto con dicha arena húmeda.

Para los cálculos se tomaron en cuenta la cantidad de arena que permite una producción suficiente de moldes. Se obtuvieron a partir de la separación de los volúmenes, mostrados en la Figura 6. Luego se procede a encontrar el valor de peso de 14927,98N, el esfuerzo de 1,25 N/mm² y un factor de seguridad de 198,26, lo cual refleja que la tolva no va colapsar por efecto de la arena que contiene en su interior.

Figura 6. Medidas de la tolva de alimentación.

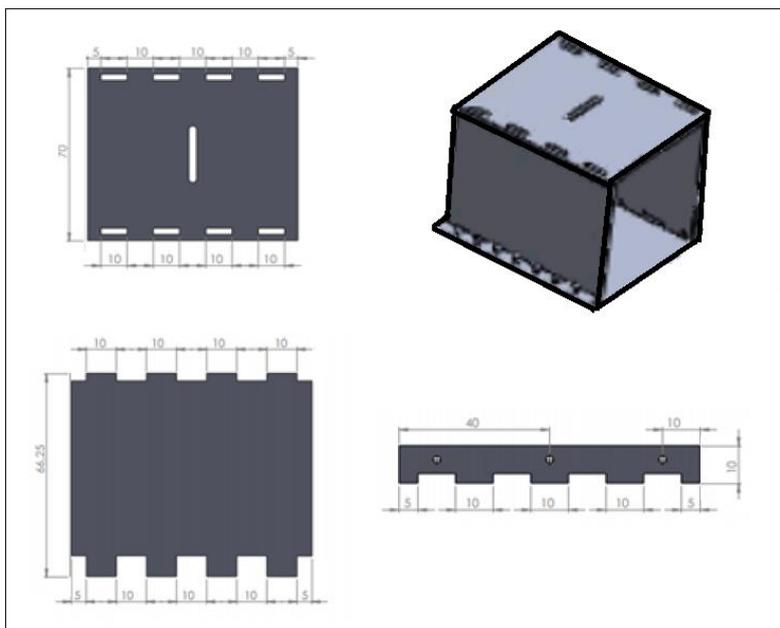


Fuente: (Fressel, 2016)

Módulo de cavidad

La cavidad también contendrá en su interior arena de moldeo, pero al momento de realizar los procesos de compactación entre el soporte macho y soporte hembra. El material a utilizar es de acero inoxidable con el fin de resistir la corrosión producto del contacto con la humedad en su interior. El factor de seguridad encontrado arroja un valor de 3,73 lo que manifiesta que no colapsara a la presión de la arena y del efecto de compactación de la misma al realizarse el conformado. En la Figura 7 se visualizan las medidas de la misma.

Figura 7. Medida de la cavidad.



Fuente: (Fressel, 2016)

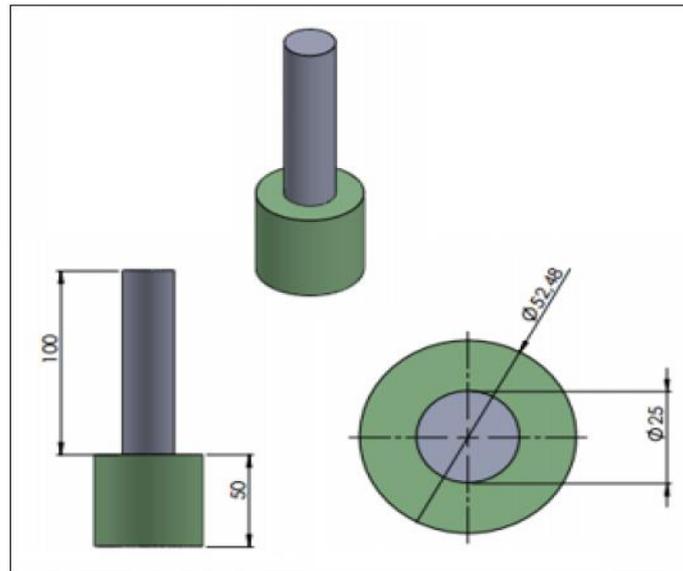
Módulo de punzón

La finalidad del punzón es la de empujar el soporte del macho hacia el soporte de hembra y así se logre compactar la arena de moldeo a la forma establecida en ambas partes. Este punzón estará conectado al sistema hidráulico que permitirá dicho movimiento. Para el calculo de la fuerza necesario para hacer ese trabajo se encuentro el área del punzón que arrojó un valor de 490,87mm² y uno esfuerzo de 49,91 N/mm². El material de este punzón es de acero AISI 1020 donde su esfuerzo de fluencia es de 205MPas, por lo que el factor de seguridad para el punzón es de 4,1 logrando resistir a los esfuerzos producto de la conformación de la arena de moldeo. En la Figura 8 se detalla las medidas del punzón.

Módulo de soporte de macho

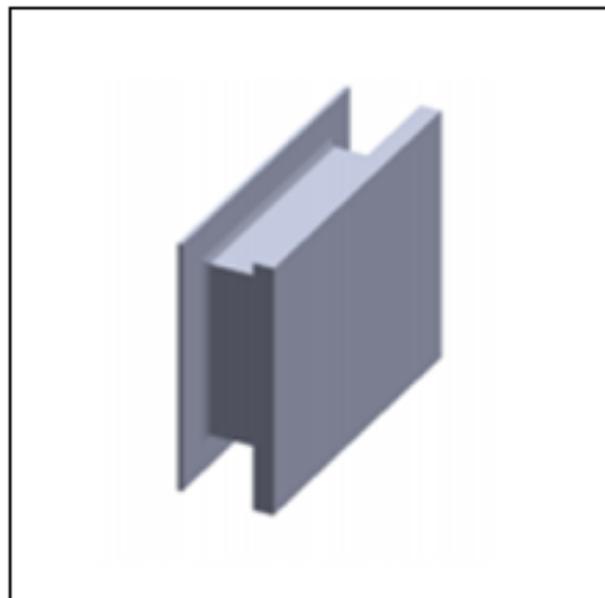
El soporte macho tendrá como características poder ejercer la presión necesaria para comprimir la arena de moldeo contra el soporte de la hembra. El material a utilizar es acero inoxidable para protegerlo de la humedad. Los cálculos arrojaron un esfuerzo de 62,23 N/mm² y un factor de seguridad de 5,46, lo que permite que no falle en su mecanismo y que tendrá una larga vida útil dentro del equipo. El soporte de macho se encuentra en la Figura 9.

Figura 8. Medidas del punzón.



Fuente: (Fressel, 2016)

Figura 9. Dimensiones del soporte macho.

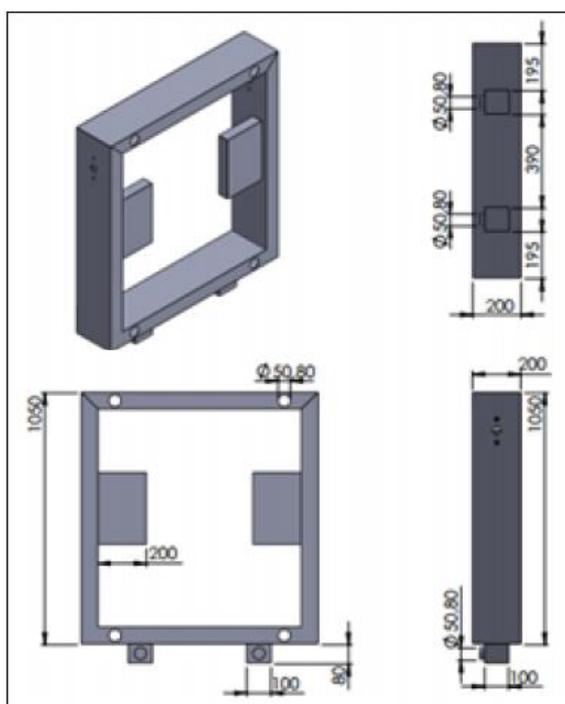


Fuente: (Fressel, 2016)

Módulo de soporte de hembra

El soporte de hembra tendrá movilidad por la mesa de trabajo con el fin de poder extraer el molde de arena ya fabricado dentro de la cavidad. Este soporte estará conformado por el marco móvil y la matriz. En el marco móvil hay énfasis en la resistencia de unas láminas que se encuentran en voladizo y que soportarán la fuerza ejecutada por el macho hacia la matriz. Estas laminas estarán adheridas mediante soldadura. De aquí se procede a analizar el esfuerzo cortante, el momento y el factor de seguridad, dando como resultado 95,33 MPas, 6850 Nm y 3,25, respectivamente. En la Figura 10 se puede observar las medidas del marco móvil para la máquina de moldes de arena.

Figura 10. Dimensiones del marco móvil.



Fuente: (Fressel, 2016)

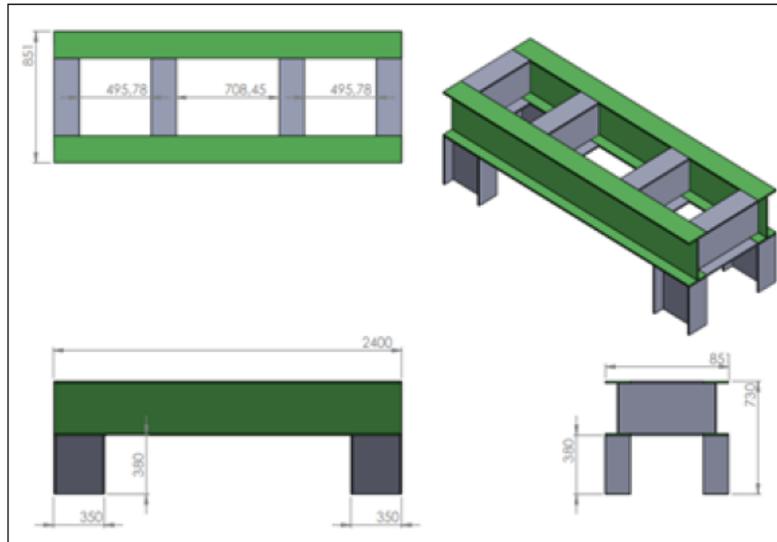
Luego, se realizan los cálculos para la matriz, la cual es de acero inoxidable, dando valores de esfuerzo cortante de 80,58 MPas y un factor de seguridad de 3,08 el cual resiste a los esfuerzos generados por la compresión de la arena y la resistencia a la humedad.

Módulo de estructura base

La estructura base será la encargada de soportar todos los elementos de la máquina, como los son los soportes macho y hembra, el marco móvil, los pistones y todos los componentes que conformaran la misma. La misma será construida en viga properca 350, la cual posee un esfuerzo cortante de 1600 Kg/cm², un esfuerzo máximo de 152,34 Kg/cm² y un factor de

seguridad de 10,5 lo que permite soportar el peso de sus componentes, así como el trabajo ejecutada en el mismo. Las dimensiones de la estructura se encuentran en la Figura 11.

Figura 11. Dimensiones de la estructura base.



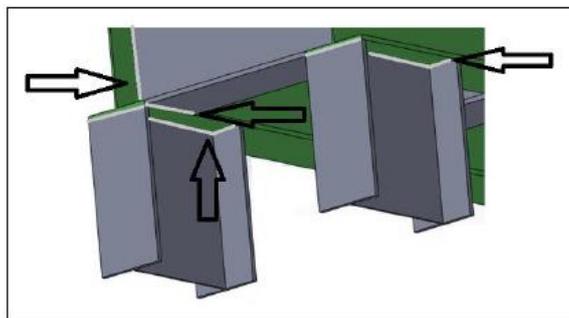
Fuente: (Fressel, 2016)

Módulo de soldadura

La soldadura es una parte del ensamblaje de la máquina y el tipo a utilizar es el fillet. Estas son concentradores de tensiones y por ende deben analizarse. Están comprendidas desde la unión de las partes que comprenden la estructura de la mesa, la caja donde se hará la compactación, y todas las demás uniones por medio de soldadura. El electrodo a utilizar es el E-7018, el cual presenta excelente resistencia a la tracción con el fin de soportar los esfuerzos presentes en estos puntos críticos.

El área de la garganta tiene como resultado 1683,54 mm², un esfuerzo cortante en dicha área de 44,276 MPas y un factor de seguridad de 8,81 lo que permite que la soldadura no fallará ante el trabajo realizado en la estructura base. Estos cálculos se basaron en los lugares críticos de la máquina, que a consideración eran los más óptimos para el estudio de la misma. Esto se puede detallar en la Figura 12.

Figura 12. Puntos críticos de análisis en la estructura base.

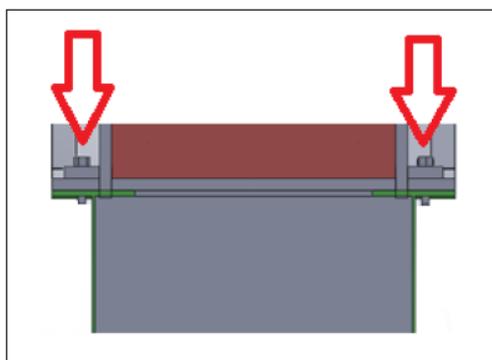


Fuente: (Fressel, 2016)

Módulo de las uniones no permanentes

El propósito del tornillo está en sujetar dos o más partes. La carga de sujeción intentara estirar o alargar el tornillo, si la tuerca no se afloja, la tensión en el tornillo permanece como la fuerza de precarga, como se muestra en la Figura 13. Los cálculos arrojaron que la rigidez del perno es de 7,23 MLibF/pulg, un factor de carga para tres pernos de 0,89 y un factor de seguridad de 1,89 lo que indica el sistema de adhesión no fallara ante los trabajos realizados en la máquina de moldes de arena.

Figura 13. Esquema de las uniones no permanentes.

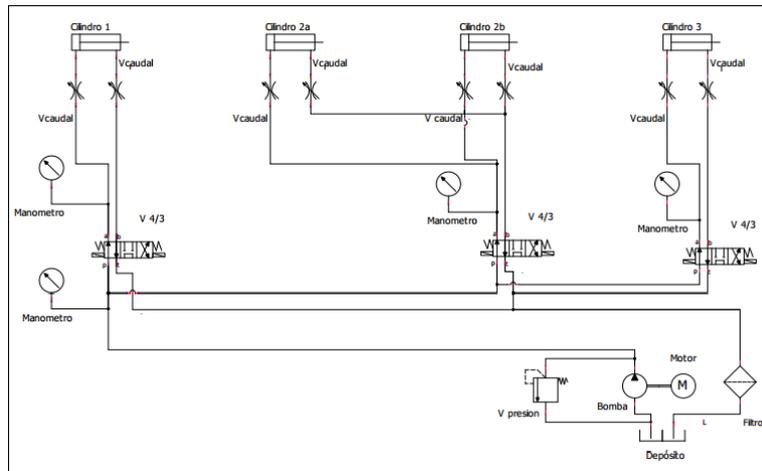


Fuente: (Fressel, 2016)

Módulo de sistema hidráulico

Este módulo es el encargado de poder desplazar el punzón con el soporte de macho hacia el soporte de hembra y poder compactar a arena de moldeo en los moldes requeridos por la empresa. Los cálculos estaban determinados por el caudal que arrojó un valor de 13,6 gal/min, una velocidad del líquido de 5,29 m/seg y una bomba con potencia de 19,2 Hp, la cual tendrá una presión de entrada de 2500psi y una presión de salida de 2000psi. En la Figura 14 se muestra el plano del sistema hidráulico que utilizará la máquina.

Figura 14. Plano del sistema hidráulico.

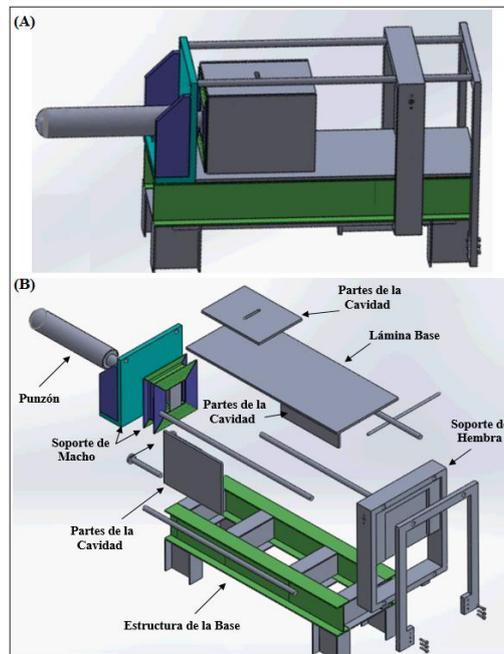


Fuente: (Fressel, 2016)

Diseño de la máquina de moldes de arena

Después de realizados los análisis y los cálculos pertinentes sobre los módulos establecidos para la máquina de moldes de arena, se procede a realizar la maqueta de la máquina con sus partes más importantes, tal como se describe en la Figura 15.

Figura 15. (A) Diseño del área de trabajo de la máquina de moldes de arena y (B) partes que la conforman.



Fuente: (Fressel, 2016)

Discusión y conclusiones

Una de las partes más importantes dentro del conformado es la de poder crear piezas que puedan servir a las necesidades imperantes de la sociedad. Existen muchas operaciones como laminación, forjado, extrusión, trefilado, embutido y doblado. También destaca la técnica de fundición, donde un metal en estado líquido es vertido en un molde para adquirir la forma de éste. La fundición es un arte que se convirtió en ciencia debido a que se rige por los parámetros de temperatura, morfología y composición de la arena de fundición y de las dimensiones del molde de arena.

Una parte importante en la fundición metálica es el molde de arena. Dependiendo del diseño este se puede realizar a través del moldeo manual o moldeo por máquina. Si el diseño es complicado y exigente, aunado a que su producción es poca, se recomienda realizarlo manualmente con el fin de buscar garantizar los detalles de la pieza sin importar el tiempo de producción. Ahora, si la pieza es de diseño sencillo y tiene alta demanda en el mercado entonces se deben bajar los tiempos de producción, lo cual da la garantía de realizar a través de una máquina.

La accesibilidad de esta máquina es bastante compleja por sus altos costos y de toda la logística que amerita que llegue al puesto de trabajo. Esto a consecuencia de que se fabrican en otros países apoyando así las tecnologías fabricadas en dichas latitudes. Estas desventajas se convierten en fortalezas porque se decide apoyar la generación de conocimientos y tecnologías propias al diseñar una máquina que produzca moldes de arena con diseño sencillos.

El diseño consta de una tolva de alimentación que posee en su interior la arena previamente preparada bajo los estándares de calidad. Esta entra a la cavidad donde se formará el molde de arena gracias a la vibración y compactación producida en la mesa de trabajo. La compactación es realizada por el movimiento del soporte de macho, que es impulsado por un sistema hidráulico conectado a un punzón, hasta el soporte de hembra situado al extremo de la cavidad. Este último es móvil para poder obtener el molde de arena con el diseño de la pieza en su interior y colocado en serie, listos para recibir la colada procedente del crisol con el metal líquido.

Referencias

1. Capello, E. (1974). Tecnología de la fundición. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili, S. A. .
2. Fressel, R. (2016). DISEÑO DE UNA MÁQUINA PRODUCTORA DE MOLDES PARA TAMBORES DE FRENO CORSA REFERENCIA 434. Carora, Venezuela: Trabajo de

investigación de la asignatura Tecnología de Manufactura del Departamento de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Nacional Experimental Politecnica Antonio José de Sucre.

3. Groover, M. P. (1997). Fundamentos de Manufactura Moderna. Materiales, procesos y sistemas. México, D. F.: Prentice -Hall Hispanoamericana S. A.
4. Kalpakjian, S. (2002). Manufactura, ingeniería y tecnología. México, D.F.: Editorial Pearson.
5. Palella Stracuzzi, S., & Martins Pestana, F. (2010). Metodología de la investigación cuantitativa. Caracas, Venezuela: FEDUPEL, Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
6. Quintero, O. (1998). PRINCIPIOS DE LA TECNOLOGIA DE FUNDICION. Caracas, Venezuela: Manuscrito realizado en el Departamento de Ciencia de los Materiales de la Universidad Simón Bolívar.

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).