



Solidificación por templado de la fundición del aluminio para piezas por moldeo en arena sílicea para la materia de procesos de fabricación como práctica del aprendizaje basado en el modelo por competencias en la Ingeniería Industrial.

Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan.

Luis Antonio Pereda Jiménez¹, Sandra Melina Rodríguez Valdez², Juan Carlos Pacheco³, Eduardo González Amayo⁴, Socorro Maceda Dolores⁵.

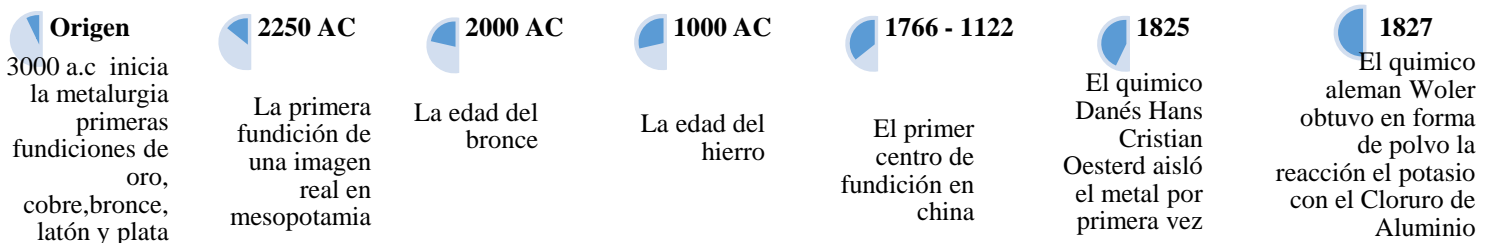
¹Maestro en Educación, México, lapjimenez@hotmail.com, ²Ingeniera Bioquímica, México, melina_rv@hotmail.com, ³Maestro en Ciencias, México, juanpama_1@hotmail.com, ⁴Ingeniero En Electrónica, amayo_edu@hotmail.com, ⁵Ingeniera Industrial, México, soco-smd@hotmail.com.

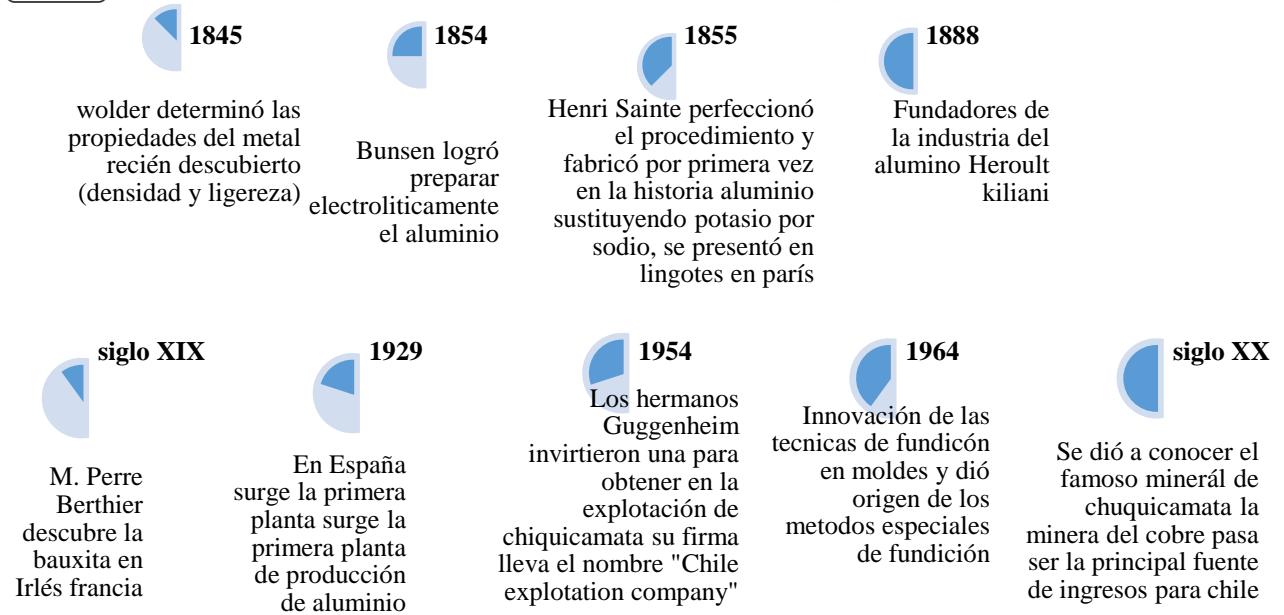
Resumen. En la formación del ingeniero Industrial, se requiere desarrollar los procesos identificando el aprendizaje en los sistemas de manufactura, se requiere una preparación a través de la práctica del moldeo y fundición, que puede ser la obtención del acero de algún material en la ingeniería, esta va a ser específicamente una aleación no ferrosa o en su defecto el aluminio. El estudiante actualmente se desenvuelve en este modelo por competencias identificaremos algunas de ellas para determinar logros del aprendizaje basado en el moldeo y solidificación del aluminio. Antes de iniciar en la contextualización haremos un preámbulo teórico del moldeo, taller de fundición, material y templado. De tal manera que también se desarrolle la hoja de práctica, el layout de trabajo provisional, la identificación de actividades de enseñanza aprendizaje y propuestas encaminadas para determinar las necesidades que se requieren para que la materia tenga desarrollo dentro de los temas de atención para el aprendizaje y cumplimiento del objetivo.

Palabras Clave: fundición, Modelo por competencias, práctica.

Abstrac. An Industrial Engineer's formation requires him to develop processes identifying learning in manufacturing systems, a preparation through practicing molding and casting is required, obtaining steel in engineering, this will be specifically nonferrous alloy of by default aluminum. The student currently develops in a model by competences, some of which will be identified to determine the achievements of learning based in molding and aluminum solidification. Before initiating in contextualization we will make a theoretical preamble of molding, foundry, material and tempering. Developing, as well, a worksheet, a provisional work area layout, identification of activities for teaching, learning and proposals yield to determine course necessities, to attain development within topics of attention for learning and accomplishment of objectives.

Antecedentes (línea del tiempo)





Introducción.

La materia de procesos de fabricación se imparte en el cuarto semestre de la carrera de ingeniería Industrial, podemos hacer referencia del proceso que se desarrolla en forma virtual a través del siguiente link, <http://www.ahmsa.com/proceso-de-fabricacion-del-acero>, sin embargo un medio para alcanzar a comprender en forma práctica y sencilla este proceso es a través de la obtención del modelo y fundición del aluminio, considerando que la temperatura que se requiere alcanzar para fundir este metal es de 600°C, pero además de considerar el proceso para la fundición y templado, es necesario desarrollar la práctica e incorporarla en el manual de prácticas que se encuentra en el laboratorio de usos múltiples.

El docente debe propiciar lo siguiente, según (Tecnológicos, 2014): “Desarrollo de la capacidad para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y fomentar la interacción entre los estudiantes, tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como área de oportunidad para la construcción de nuevos conocimientos”, basados en el modelo por competencias, que aunque la materia inicialmente se atiende el tema de la obtención del acero, en la segunda unidad permite diferenciar las aleaciones ferrosas y no ferrosas, para atenderlas de forma distintas, y en la tercera unidad se requiere incluir el tema de cambio de forma. Las competencias identificadas en este programa son las siguientes, Genéricas y Específicas; las genéricas se subdividen en instrumentales (Capacidad de análisis y síntesis, capacidad de organizar y planificar, conocimientos básicos de la carrera, comunicación oral y escrita, habilidades básicas de manejo de la computadora, habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas, solución de problemas, toma de decisiones), Interpersonales (Capacidad crítica y autocrítica, trabajo en equipo y habilidades interpersonales) y Sistémicas (Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, habilidades de investigación, capacidad de aprender, capacidad de generar nuevas ideas (creatividad), habilidad para trabajar en forma autónoma, búsqueda del logro).

El estudio sobre un proceso requiere la identificación del proceso de manufactura; el que se atiende, aquí es el siguiente: Operaciones de procesamiento: proceso de formado, de mejora de propiedades y de superficies. En estas se incluye, la fundición por moldeado, el procesamiento de partículas, procesos de deformación y procesos de materiales.

Por tanto es conveniente delimitar el tema al que se le denomina fundición por moldeado, que no solo es un tema ya investigado, sino es un proceso que requiere técnica-práctica y análisis del resultado del proceso. El proceso de formado, es cuando se aplica calor o fuerzas mecánicas, de tal forma que el material sufra algunos cambios. Especialmente el moldeado consiste en calentar y obtener un semifluido que enfría y se va solidificando para obtener la forma geométrica de la pieza.

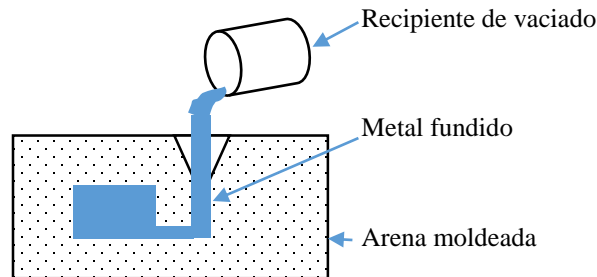


Fig. 1 Vaciado de metal.

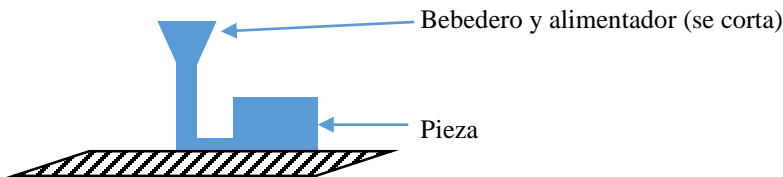


Fig. 2 Se debe dejar que la pieza se enfríe, después se retira el molde.

Las herramientas y equipo de producción para este proceso, no se requiere algo específico y la herramienta especial (función), es el molde (cavidad para el metal fundido). El sistema de producción se divide en dos, las instalaciones de producción y los sistemas de apoyo de manufactura. El primero que describe el equipo y la distribución o arreglo físico del mismo. El segundo, se refiere a la forma en que se administra la producción y se resuelven los problemas dentro de una fábrica, estos tienen que ver con la logística y el manejo de materiales, cubriendo estándares de calidad.

Materiales para fabricar modelos.

Los materiales tienen propiedades físicas, para el aluminio y el hierro que son los que vamos a analizar, térmicas (calor y específico y conductividad), volumétricas (Densidad, expansión térmica y fusión), eléctricas (resistividad y conductividad).

Material	Densidad, ρ		Coeficiente de expansión térmica, α		Punto de fusión T_m		Calor específico Cal/g °C ^a o Btu/lbm °F	Conductividad térmica	
	g/cm ³	lb/in ³	°C °F ⁻¹ X10 ⁻¹⁰	X10 ⁻⁶	°C	°F		J/s mm °C	Btu/hr in °F
Aluminio	2.70	0.098	24	13.3	660	1220	0.21	0.22	9.75
Fierro	7.87	0.284	12.1	6.7	1539	2802			
cobre	8.97	0.324	17	9.4	1803	1981	0.092	0.40	18.7
Material	Resistividad		Coeficiente de expansión térmica, α		Punto de fusión T_m		Calor específico Cal/g °C ^a o Btu/lbm °F	Conductividad térmica	
			°C °F ⁻¹ X10 ⁻¹⁰	X10 ⁻⁶	°C	°F		J/s mm °C	Btu/hr in °F
Aluminio	2.70	0.098	24	13.3	660	1220	0.21	0.22	9.75
Fierro	7.87	0.284	12.1	6.7	1539	2802			
cobre	8.97	0.324	17	9.4	1803	1981	0.092	0.40	18.7

Tabla 1. Propiedades físicas, térmicas, volumétricas y eléctricas. (P., 2007)

Moldes, medidas y tipos.

El tipo de material que puede utilizar para fabricar modelos especialmente puede ser de madera en los que se recomienda: Teca, Árbol de la vida, Árbol de sal, Caoba, Sisu, Cedro, Nogal, Pino.

Sin embargo no es el único material que se puede usar, también está: el metal, hierro fundido, bronce, aluminio y sus aleaciones, acero, metal blanco, plásticos, yeso y la cera.

Las cajas del moldeo, pueden ser las siguientes:

- caja simple: es de metal y se retira del molde apisonado, una vez que se logra la solidificación de la fundición.
- caja cónica de deslizamiento: costados cónicos con un ángulo de 4° que sirve para la extracción de la carga, tiene una tapa de hoja retráctil que se acciona con una leva.
- caja de cierre rápido: ideal para fundiciones masivas, consta de una bisagra en una esquina y un sujetador en la esquina diagonal opuesta, sirve para la producción masiva de pequeñas fundiciones.
- caja de moldeo de madera. es para producción grande en pequeñas cantidades, en los extremos tiene manijas. Los extremos se encuentran juntas para evitar la fuga de arena moldeada.

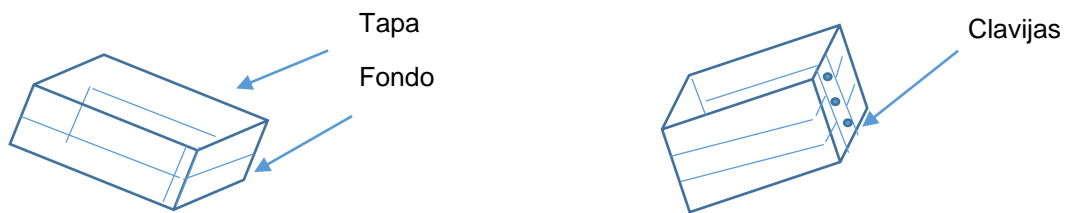


Figura 3. Cajas de moldeo

Arena sílicea. Aunque existen algunas arenas refractarias para realizar el proceso tales como la magnesita, zirconio, silimanita, olivina y grafito/carbón, nosotros utilizaremos la sílicea, debido a algunas razones:

- Material refractario que no se funde ni se suaviza.
- Moldeo fácil
- Poroso o permeable y permite el escape de los gases del metal fundido.
- Se puede ocupar repetidamente.
- Es barata.
- Inmune a los metales fundidos
- No decae.

Existen tipos de arena, que son la arena natural, la arena sintética y la arena arcillosa; es importante también conocer los tipos de grano que se especifica a continuación.

- Granos redondos. Pobre resistencia de aglutinamiento, demasiados granos de este tipo producen desgaste, roturas y escamas, posee mayor capacidad de flujo.
- Granos angulares. Se forman al romper rocas o mediante la congelación, tienen resistencia de aglutinante, menor capacidad de flujo y menor permeabilidad que los granos redondos.
- Granos Subangulares: resistencia y menor permeabilidad.

d) Granos compuestos. Se genera cuando dos o más granos se pegan, no se recomiendan.



Figura 4. Granos de arena, a) redondos, b) angulares, c) subangulares, d) compuestos.

Crisol.

Se puede usar un crisol de acero o de material especial, depende mucho del tipo de material que se va a fundir. Puede ser de carburo de silicio y grafito. El proveedor termimex ubicado en la ciudad de Puebla proporciona los diferentes tipos:

Clave	Tipo de crisol	Características
BU 300	Crisol de grafito	Capacidad de 300 Kg de Aluminio.
BU600IM	Crisol de grafito	En horno eléctrico de mantenimiento.
TPXO 587	Crisol de grafito de silicio	Temperatura de más de 1000°C.
AX 600	Crisol de grafito de silicio	Temperaturas hasta 1000°C.
AXY 200	Crisol de grafito de silicio	Operaciones de Extremado estres

Tabla 2. Tipos de crisol.

Las temperaturas alcanzadas, van de los 400 hasta los 1500°C. Para materiales de zinc, aluminio, bronce, plata, níquel y hierro. Por último este mismo proveedor maneja distintas formas depende mucho de la necesidad y del tamaño de la fundición.

Herramienta de moldeo.

- a) Pala para llenar la caja de moldeo,
- b) Barra niveladora para eliminar los excedentes,
- c) Criba 8, 10 y 12 para la arena,
- d) Punta de ventilación que sirve permitir el escape de los gases,
- e) Paletas de hierro y madera (acabado, extremo cuadrado, acorazado) sirven para superficies planas, hacer uniones, reparar moldes y dar forma,
- f) Acicaladores que sirven para dar forma después de extraer el modelo (de corazón y de hoja, cuadrado y de corazón, cuchara y perla),
- g) Varillas de levantamiento,
- h) Apisonadores de piso, punta, de mano y ariete,
- i) Hisopo (pequeña brocha para aplicar agua),
- j) Tornillo de extracción.
- k) Alisadores y acicaladores de esquina.

El tipo de fundición que se utiliza es la conocida como fundición hueca, aunque se puede mencionar que existen distintas, tales como:

- a) fundición a presión,
- b) fundición de presión de vacío,
- c) fundición centrífuga,
- d) fundición de revestimiento.
- e) fundición continua y
- f) fundición de baja presión.

La fundición hueca consiste en vaciar el metal fundido al molde y tenerlo ahí hasta que solidifique posteriormente se le quita los residuos de arena.

Cajas de moldeo de práctica.

Se diseñaron y elaboraron las siguientes cajas de moldeo como se pueden ver en la figura 5, son hechas de madera de pino para la práctica.

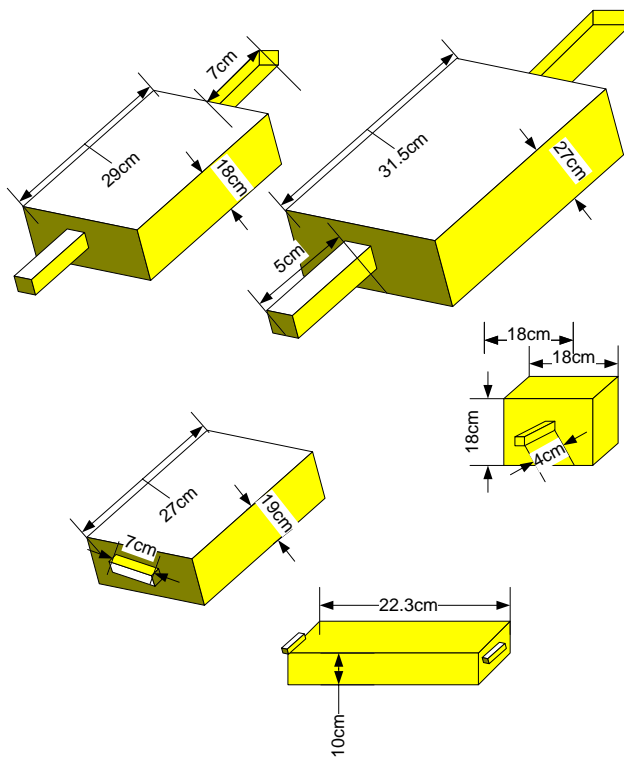


Figura 5. Cajas de moldeo para práctica

Práctica.

Se diseñó una hoja de práctica en donde se recaba la siguiente información.

PRÀCTICA NO. _____ FECHA: _____



PROCESO: MOLDEO () FUNDICIÓN ()

ELABORAN: _____

Materiales:

- 1) Arena silicea () _____ kg
- 2) Agua () _____
- 3) Tubos () _____
- 4) Apisonador () _____
- 5) cernidor () _____
- 6) caja () _____
- 7) aluminio () _____
- 8) carbón () _____
- 9) compresora () _____
- 10) Electricidad () _____
- 11) otro () _____

Procedimiento. Seleccionar caja de moldeo, cernir arena, agregar pieza dentro de la caja, agregar arena y apisonar en la caja hembra. Voltar caja, colocar caja macho, poner tubos de respiración y vertido, agregar arena y apisonar, separar macho y quitar pieza a duplicar. Colocar nuevamente la caja macho.

Para proceso de fundición: agregar carbón al horno o gas, colocar crisol, agregar aluminio, tomar tiempo de fundición, verter sobre el modelo.

Tiempo de fundición del aluminio: _____

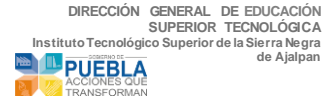
Observaciones: _____

Conclusión: _____

Recomendaciones: _____

Área de trabajo.

Actualmente las actividades se han desarrollado en un laboratorio de usos múltiples en el que se encuentran mesas de trabajo para actividades de química, física, alimentos y más, por no contar con un taller de fundición de manera provisional se tiene este lugar, sin embargo se desarrolla una propuesta en torno a esta necesidad.



Catedrático: Mtro. Luis Antonio Pereda Jiménez
Carrera: Ingeniería Industrial
Semestre: Cuarto

Primera Unidad: Conocer los diferentes procesos tecnológicos con los que se obtienen los diferentes tipos de acero y los productos obtenidos de este.	PORCENTAJES DE EVALUACIÓN		INSTRUMENTO	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA	30	investigaciones	Rúbrica	
Explicar el proceso de obtención del fierro y el acero, desde su extracción hasta su producción.	30	práctica	Lista de cotejo	Investigar la diferencia entre los materiales ferrosos y no ferrosos.
Utilizar videos representativos de los procesamientos de extracción y transformación.	30	Propuesta PI	Rúbrica	Conocer la operación de un alto horno y de un horno de aceración.
Explicar la diferencia entre un material ferroso y no ferroso.	10	asistencia	Lista de asistencia	Aplicar diversas pruebas para identificar las características y propiedades que se obtienen en la elaboración de los diferentes aceros.
Explicar las características y propiedades de los materiales para la obtención del arrabio ó hierro de primera fusión.				Intercambiar y argumentar las ideas acerca de los materiales ferrosos.
Conocer el funcionamiento de los diferentes hornos de aceleración y el acero que se obtiene de ellos.				Resolver problemas que permitan la integración del contenido de la asignatura en el estudiante para su análisis y solución.

TOTAL 100

Segunda Unidad: Se abordan tratamientos térmicos, sus generalidades, conceptos, clasificación y efectos de cada uno de ellos en los materiales ferrosos para su aplicación en superficies de productos sometidos a grandes esfuerzos.	PORCENTAJES DE EVALUACIÓN		INSTRUMENTO	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA	30	investigaciones	Rúbrica	
Explicar los diferentes tipos de tratamientos térmicos de los materiales ferrosos y no ferrosos.	30	práctica de fundición	Lista de cotejo	Propiciar actividades de investigación, selección y análisis de distintas fuentes de información.
Explicar la importancia de los tratamientos termoquímicos de los materiales.	30	examen de conocimientos	examen	Realizar pruebas de tratamiento térmico del temple empleando aire, agua, aceite y elabora las características que se obtienen en cada uno de los tipos de temple practicado.
Organizar a los alumnos para que en coordinación se construya un horno y realizar las pruebas correspondientes con aleaciones no ferrosas y de ser posible con aleaciones ferrosas.	10	asistencia	Lista de asistencia	Construir un horno para realizar el tratamiento termoquímico utilizando carbón a una pieza de metal y realizar pruebas para conocer las diferencias con una pieza de metal al cual no se le aplico tratamiento termoquímico.
				Realizar investigación, selección y análisis en distintas fuentes de información respecto a los aceros. Intercambiar y argumentar las ideas acerca de los materiales ferrosos.

Tercera Unidad: Se analizan los diferentes procesos que se aplican a los materiales, los cuales modifican	PORCENTAJES DE EVALUACIÓN		INSTRUMENTO	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA	30	fundición y formación de pieza	Rúbrica	
Explicar normas en los sistemas de producción. Solicitar proyectos de innovación tecnológica.	30	reporte fotográfico	Lista de cotejo	Conocer las características y propiedades de las arenas para la fundición de piezas y elaboración de corazones, los diferentes procesos de fabricación y las mejoras de las propiedades que cada uno de ellos otorga a los productos fabricados.
Explicar las características y propiedades de las arenas para la fundición de piezas y las mejoras que proporciona a los productos elaborados.	30	investigación	Rúbrica	Elaborar un producto manufacturado utilizando el proceso de forjado del herrero, y analizar las características del proceso aplicado que otorgó al material.
Explicar el proceso de forja	10	asistencia	Lista de asistencia	Construir un pequeño horno para la fundición de metales no ferrosos utilizando las técnicas de moldeo para elaborar una pequeña pieza.
Fundir aluminio.				Elaborar piezas de diferentes formas geométricas.
Realizar práctica de formado en un torno de la región.				Elaborar un árbol de diferentes secciones transversales circulares o una pieza de forma geométrica utilizando maquinaria convencional (torno, cepillo, fresador, etc.).

Cuarta Unidad: Comprende los diferentes tipos de materiales usados en la manufactura, como son los materiales plásticos y cerámicos que se analizan, según sus propiedades modificadas por los procesos tecnológicos aplicados en ellos, se obtendrán productos conformes, duraderos y de calidad que satisfagan las necesidades de los usuarios.	PORCENTAJES DE EVALUACIÓN		INSTRUMENTO	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA	30	investigaciones	Rúbrica	
Conocer procesos de manufactura de plásticos y cerámicos, para empresas de la región.	30	Reporte de visita	Lista de cotejo	Conocer las características y aplicación de los maquinados por chorro de agua y chorro abrasivo sus ventajas y limitaciones, los efectos y propiedades de los productos obtenidos por el proceso de chorro abrasivo.
Explicar los tipos de ensamble de materiales.	30	producto	Rúbrica	Investigar el origen y características de los procesos especiales de producción.
Explicar las ventajas que tienen en los procesos de chorro abrasivo.	10	asistencia	Lista de asistencia	Realizar investigación, selección y análisis en distintas fuentes de información respecto a los materiales termo fraguantes. Intercambiar y argumentar las ideas acerca de los materiales

Objetivo General del curso: Analizar e interpretar el funcionamiento de los hornos, así como las materias primas utilizados para la obtención del hierro y el acero, conocer y optimizar los procesos empleados y conocer los tratamientos térmicos aplicados a los materiales ferrosos, los procesos que cambian la forma de los materiales, la composición, el uso de los materiales plásticos y cerámicos de los procesos.

Resultados.

Se enlista a continuación algunas necesidades para el desarrollo en la materia, algunas se lograron concretar y otras son propuestas en el proceso de enseñanza, lo que permitirá desarrollar posteriormente prácticas complementarias para la formación del ingeniero industrial en el modelo educativo que actualmente se desarrolla, las cuales son:

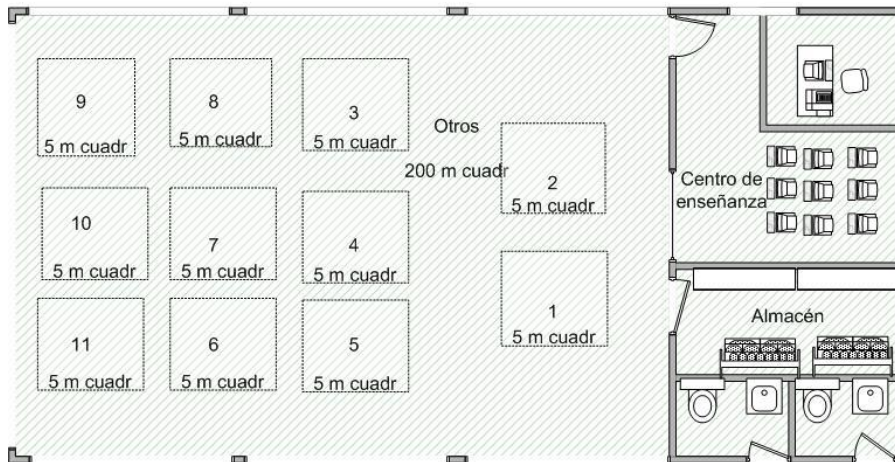
- 1) Obtener la duplicación de piezas.



Figura 7. Mariposa de aluminio.

- 2) Incluir la implementación de las cinco eses para el moldeo y fundición, con medición a través de la auditoría en el laboratorio de usos múltiples.
- 2) La necesidad del diseño de un horno convencional.
- 3) Lograr el diseño de un taller de fundición.

TALLER DE FUNDICIÓN



SECCIONES DE UN TALLER DE FUNDICION.

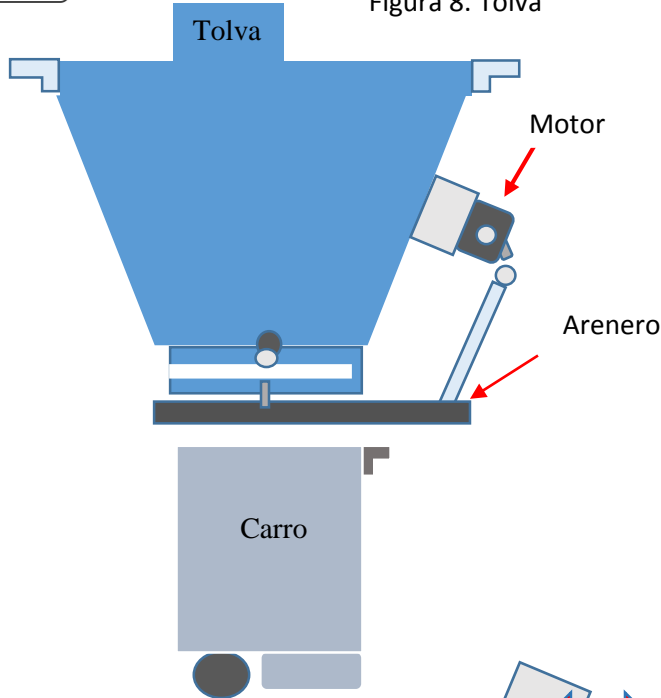
- 1.- Taller de fabricación de modelos.
- 2.- Preparación y mezcla.
- 3.- Sección de moldeo.
- 4.- Sección de fabricación de machos.
- 5.- Ensamble y manejo de moldes.
- 6.- Taller de fusión.
- 7.- Colada
- 8.- Sección de sacudido.
- 9.- Desbarbado y acabado.
- 10.- Taller de tratamiento térmico.
- 11.- Inspección.

Línea de investigación:
 Procesos de manufactura.
 200 m cuadrados.
 10 m X 20 m
 Distribución por célula
 Sin escala.

Figura 7. Propuesta del Taller de fundición.

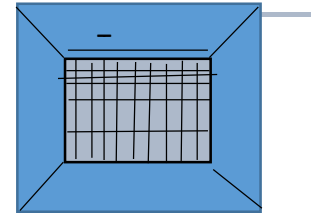
- 3) Obtener la medición del tiempo en el moldeo para la eficiencia y control del proceso.
- 4) Ideas para la mejora del proceso. Solo se incluye la propuesta de la tolva que requiere el desarrollo del prototipo.

Figura 8. Tolva



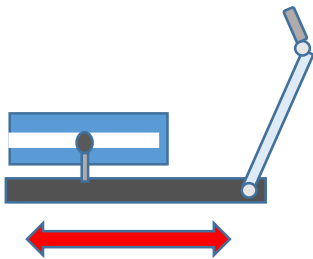
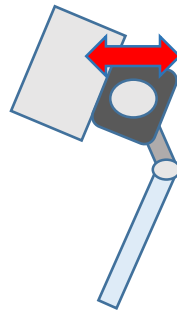
La arena caerá en la tolva que estará unida a un arenero, que se moverá de forma izquierda a derecha, impulsada por un motor.

Así refinara la arena, que caerá automáticamente en un contenedor de arena

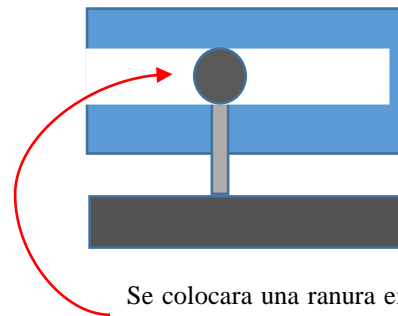


La tolva está unida a un arenero, que servirá y facilitara el refinado de la arena.

Se colocara un motor del tipo de lavadora el cual genera movimientos de izquierda a derecha que impulsara al arenero por medio de una palanca.



El arenero se moverá de izquierda a derecha impulsada por un motor de manera que refinara la arena.



Se colocara una ranura en la base de la tolva donde se insertara una rueda que facilitara el movimiento del arenero y que sostendrá al mismo.



Se coloca una especie de arnés para que se pueda retirar el arenero y vaciar los residuos de arena.

5) Diseño de ArtCAM, en el que se puede realizar el devastado de la pieza en CNC (Control Numérico por Computadora)

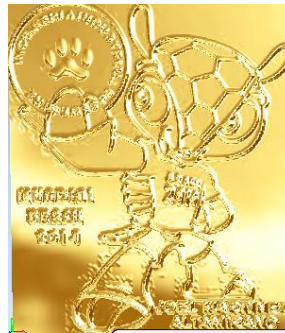
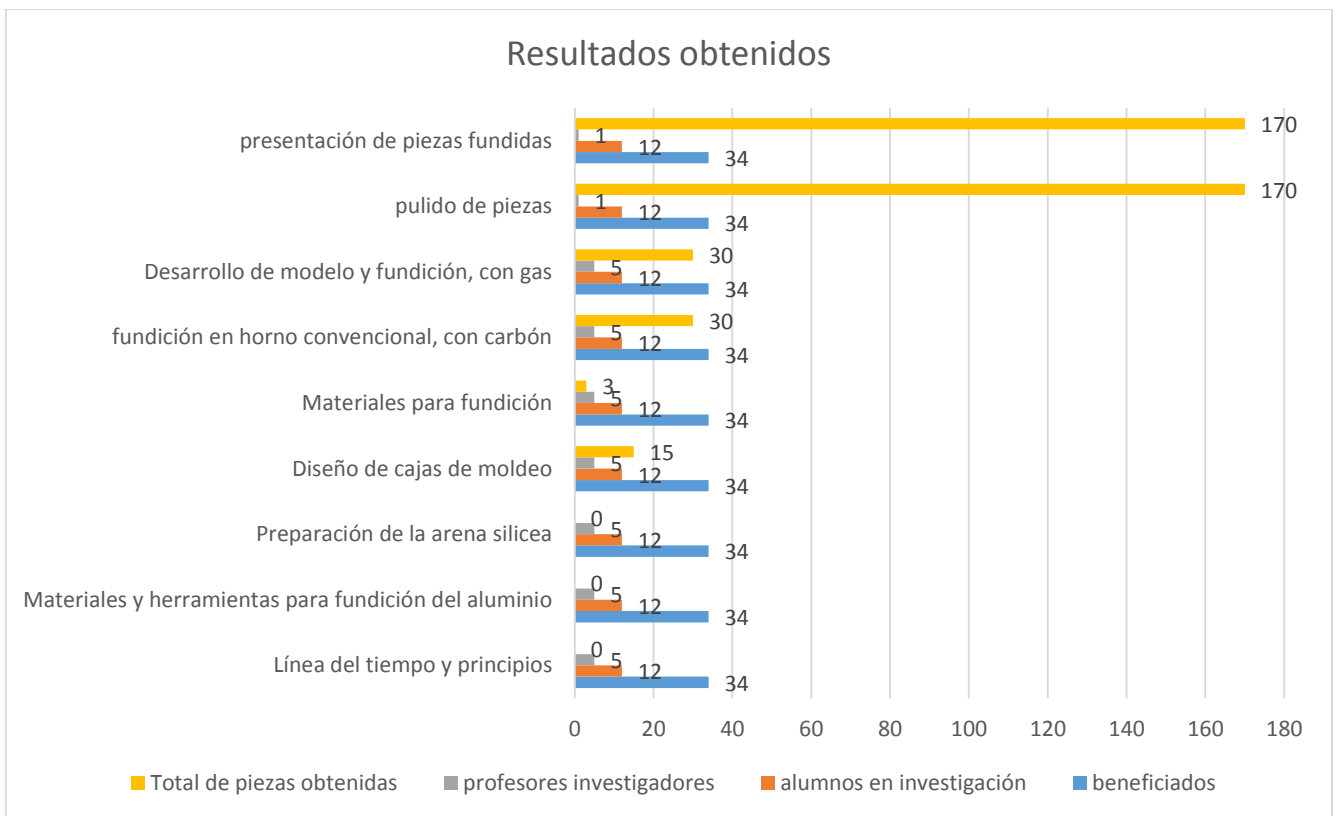


Figura 9. Diseño en ArtCAM para Control Numérico.

6) Resultado de prácticas.



Gráfica 1. Resultado en prácticas.

Conclusión.

El tecnológico tiene siete años de apertura, no se cuenta con los equipos y la inversión destinada para el desarrollo de estas actividades, sin embargo el entusiasmo de los estudiantes y la práctica necesaria nos lleva a desarrollar herramienta y práctica indispensable para obtener beneficios educativos en el aprendizaje. El uso de



laboratorio fomenta una enseñanza más activa, reflexiva, y sobre todo, el desarrollo del trabajo en equipo, ya que nos permite analizar conceptos (aprender a decir), desarrollar procedimientos, habilidades, estrategias, destrezas, procesos, tareas (saber hacer) y fomentar actitudes, valores, normas (saber ser). Esto favorece la identificación de su vocación en el área de experimentación y coadyuva a profundizar el aprendizaje teórico metodológico de la asignatura.

Referencia Bibliográfica.

Amstead, B., Phillip, F., & Myron, L. (1981). *Procesos de manufactura*. México: Compañía Editorial Continental.

Askeland, D., & Phulé, P. (2004). *Ciencia e Ingeniería de los Materiales*. México: International Thomson editores s.a de c.v.

Ballou, R. (2004). *Logística Administración de la Cadena de Suministro*. Edo. México: Pearson Educación.

C.V., A. H. (12 de 11 de 2013). *Altos Hornos de México S.A.B. de C.V.* Obtenido de Altos Hornos de México S.A.B. de C.V.: <http://www.ahmsa.com/>

corporation, M. (15 de 11 de 2013). *Microsoft corporation*. Obtenido de Microsoft corporation: <http://office.microsoft.com/es-mx/visio/pagina-principal-de-visio-2010-FX010048786.aspx>

DeGarmo, E., Black, J., & Kohser, R. (2002). *Materiales y procesos de fabricación*. Barcelona: editorial Reverté.

F., S. J. (2010). *Introducción a la ciencia de materiales para ingenieros*. Madrid: Pearson.

Ingenierías, E. C. (2014). *Curso de procesos de Manufactura*. Bogotá: Ingeniería Industrial.

Kalpakjian, S., & Schmid, S. (2002). *Manufactura Ingeniería y Tecnología*. México: Pearson Educación.

P., G. M. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna*. México: Mc Graw Hill.

S., B. H. (2007). *Procesos de manufactura*. México, D.F.: Mc Graw Hill.

Smith, W., & Hashemi, J. (2006). *Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales*. México: Mc Graw Hill.

Termimex. (02 de 02 de 2014). *Termimex*. Obtenido de Termimex: <http://www.termimex.com.mx/>