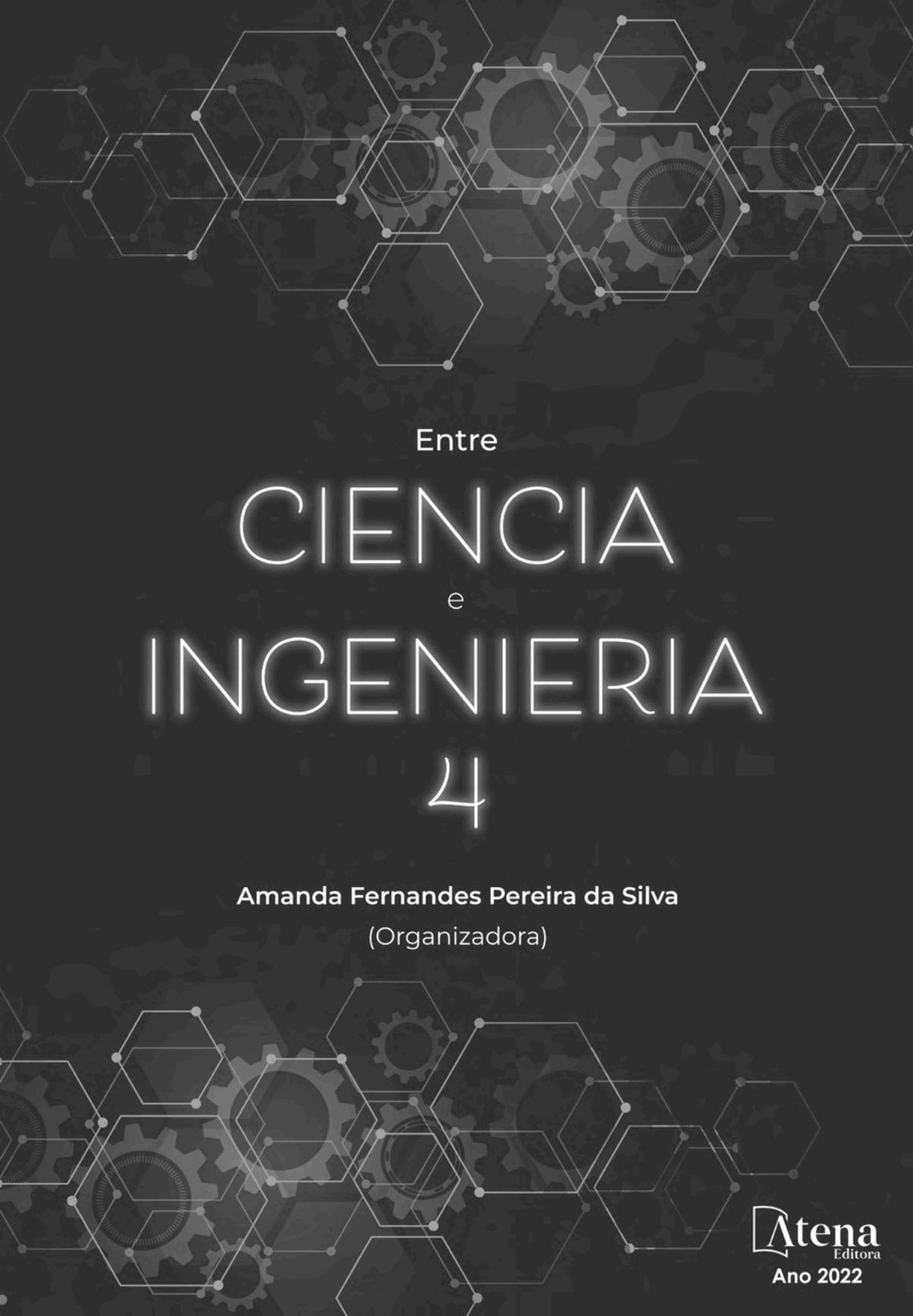
The background of the cover is a deep blue color. It is decorated with a pattern of glowing light blue hexagons and interlocking gears of various sizes. Some hexagons have small dots at their vertices, and some gears have teeth. The overall aesthetic is technical and futuristic.

Entre
CIENCIA
e
INGENIERIA
4

Amanda Fernandes Pereira da Silva
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2022



Entre

CIENCIA

e

INGENIERIA

4

Amanda Fernandes Pereira da Silva
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Amanda Fernandes Pereira da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E61 Entre ciencia e ingenieria 4 / Organizador Amanda Fernandes Pereira da Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0586-3
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.863221910>

1. Ciencia. 2. Ingenieria. I. Silva, Amanda Fernandes Pereira da (Organizador). II. Título.

CDD 501

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A coleção “Entre Ciencia e Ingenieria 4” é uma obra que compreende os processos sob os quais se desenvolve, aplica e divulga a ciência, tecnologia e a inovação. Seu objetivo consiste em difundir trabalhos científicos que abrange diversos campos da Ciência e Engenharia que compõem os capítulos.

O volume abordará de forma categorizada e clara pesquisas e publicações com o objetivo central de analisar processos que possam ser utilizáveis em projetos e/ou trabalhos futuros. Além disso, apresenta uma análise ao desenvolvimento de temáticas que envolvem a saúde pública e coletiva, área das engenharias e ciência.

Desta forma, esse material se torna bem interessante por constituir temas, conhecimentos acadêmicos desenvolvidos e discutidos por diversas instituições de ensino e pesquisa do país e fora do país. Por isso, para necessária compreensão comum e explicitar trabalhos de forma altamente eficaz, a Atena Editora é capaz de oferecer e difundir a transferência de conhecimento com os mais debates centrados da liderança da ciência e engenharia com esta mais nova coleção.

Amanda Fernandes Pereira da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ACTIVIDAD ANTI-CHIKUNGUNYA DE LOS ACEITES ESENCIALES DE PLANTAS PERTENECIENTES A LAS FAMILIAS VERBENACEAE, PIPERACEAE, POACEAE, LAMIACEAE, LAURACEAE Y MYRTACEAE: ESTUDIOS DE DOCKING MOLECULAR

Liliana Amparo Betancur-Galvis

Orlando José Jiménez Jarava

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8632219101>

CAPÍTULO 2..... 24

CATALYTIC PYROLYSIS OF WASTE EXPANDED POLYSTYRENE TO OBTAIN STYRENE

Gerardo Pérez-Bravo

José Luis Contreras Larios

Jorge Francisco Rodríguez

Beatriz Zeifert

Tamara Vázquez Rodríguez

Jesús Eduardo Estrada Pérez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8632219102>

CAPÍTULO 3..... 37

EL GÉNERO Y SU IMPACTO EN EL NIVEL DE BURNOUT DE LOS DIRECTIVOS DE MIPYMES DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN EL ESTADO DE SONORA

Jesús Martín Cadena Badilla

Arturo Vega-Robles

Agustín Mejías Acosta

Joaquín Vásquez Quiroga

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8632219103>

CAPÍTULO 4..... 53

ESTUDIO SOBRE LA APLICABILIDAD DE LOS RESIDUOS EN LA PRODUCCIÓN DE GEOPOLÍMEROS PARA USO EM HORMIGÓN

Laryssa Oliveira Bento

Thamila Barroso de Moura Alves

Amanda Fernandes Pereira da Silva

Crisnam Kariny da Silva Veloso

Alisson Rodrigues de Oliveira Dias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8632219104>

CAPÍTULO 5..... 62

ANÁLISIS MORFODINÁMICO DEL RÍO SINÚ ANTES Y DESPUES DE LA OPERACIÓN DE URRÁ I

Germán Vargas Cuervo

David Leonardo Valbuena Gaviria

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8632219105>

CAPÍTULO 6..... 80

MEJORA DE PROCESO APLICANDO HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA

Esteban Rubio Ochoa
Laura Isela Padilla Iracheta
Jaime Eduardo Trejo Aguirre
Irving Torres Quezada
Jesús Eduardo Ramírez Delgado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8632219106>

CAPÍTULO 7..... 92

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ESTRUCTURA MÓVIL ENFOCADA A UN ROBOT DE RESCATE

Martha Isabel Aguilera Hernández
Juan Antonio Algarín Pinto
Daniel Medina Romero
Manuel Ortiz Salazar
José Luis Ortiz Simón
Raúl Francisco Aguilera Hernández
Gustavo Rojo Velázquez
Daniel Olivares Caballero

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8632219107>

CAPÍTULO 8..... 110

PROYECTO MERCURIO CERO. REMOCIÓN DE MERCURIO MEDIANTE ELECTROCOAGULACIÓN, EN MUESTRAS DE AGUA DEL RÍO ARZOBISPO CUENCA MEDIA

Luis Eduardo Peña Prieto
Adriana Alméciga Gómez
Rafael Meza Benitez
Xiomara Jiménez Muñoz
Johanna Bonilla

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8632219108>

CAPÍTULO 9..... 123

REDUCTION OF WORKPLACE ACCIDENT RATES USING MATHEMATICAL STATISTICAL MODELS

Ramón A. Pons Murguía
Eulalia M. Villa González Del Pino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8632219109>

CAPÍTULO 10..... 130

SYSTEM MODELING RESEARCH PROJECT OF STUDENT'S GRADE POINT AVERAGE

Juan Carlos González-Castolo
Silvia Ramos-Cabral
Sara Catalina Hernández-Gallardo
Manuel Prieto-Méndez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.86322191010>

SOBRE A ORGANIZADORA.....	145
ÍNDICE REMISSIVO.....	146

CAPÍTULO 6

MEJORA DE PROCESO APLICANDO HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA

Data de aceite: 03/10/2022

Esteban Rubio Ochoa

Instituto Tecnológico de Chihuahua/
Departamento de Posgrado e Investigación
Chihuahua, México
<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-2422-5234>

Laura Isela Padilla Iracheta

Instituto Tecnológico de Chihuahua/
Departamento de Metal-Mecánica
Chihuahua, México
<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-9410-1691>

Jaime Eduardo Trejo Aguirre

Instituto Tecnológico de Chihuahua/
Departamento de Metal-Mecánica
Chihuahua, México
<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0003-3989-8025>

Irving Torres Quezada

Instituto Tecnológico de Chihuahua/
Departamento de Metal-Mecánica
Chihuahua, México

Jesús Eduardo Ramírez Delgado

Instituto Tecnológico de Chihuahua/
Departamento de Metal-Mecánica
Chihuahua, México

RESUMEN: La reducción de costos es una prioridad en las empresas, las cuales desean obtener mayores utilidades. En este trabajo se realizó un estudio en un proceso de fundición el

cual tenía un sistema de enfriamiento para sus piezas por medio de aire, se procedió a mejorar este proceso cambiando el sistema por otro más eficiente empleando técnicas de enfriamiento basadas en la transferencia de calor para así agilizar la producción y obtener los objetivos tales como: reducción del tiempo de producción, reducción de costos, mejorar la calidad y aplicar las herramientas de manufactura esbelta; todo esto da como resultado un mayor margen de utilidad para la empresa.

PALABRAS CLAVE: Costos, fundición, mejora, eficiencia, reducción.

PROCESS IMPROVEMENT APPLYING LEAN MANUFACTURING TOOLS

ABSTRACT : Cost reduction is a priority for businesses in order to attain higher margin. In this work, a study was conducted in a smelting process which had a cooling system for the parts by air, it was proceeded to improve this process, changing the system to a more efficient one using cooling techniques based on heat transfer to streamline production and obtain the objectives such as: reducing production time, cost reduction, improve quality and the implementation of manufacturing techniques; all these results in a better margin for the company.

KEYWORDS: Costs, foundry, improvement, efficiency, reduction.

1 | INTRODUCCIÓN

La reducción los gastos en las empresas, la reducción de presupuestos y la idea de generar mayor utilidad, ha llevado a la industria

a mejorar sus procesos de producción al máximo, esto quiere decir que se desea producir lo más posible con el menor costo y el menor tiempo de fabricación para generar mayores utilidades a la empresa. Todo esto lleva a aplicar las técnicas de calidad para alcanzar dichos objetivos tales como 5's, KANBAN, OEE, MRP, entre otras muchas herramientas que hoy en día ya se aplican en la mayoría de las empresas de manufactura intensiva.

Este trabajo demuestra como mediante el uso de estas técnicas se mejora un proceso que tiene una cierta eficiencia y que con la aplicación de los estándares de calidad, diseño e ingeniería se logra mejorar gracias al cambio del sistema de enfriamiento.

2 | DESARROLLO

2.1 Planteamiento del problema

La necesidad de implementar mejoras continuas en los procesos, lleva a buscar áreas de oportunidad. Durante un estudio en nave 4 se descubre la oportunidad de mejorar el proceso de enfriamiento de los productos de fundición. Ya que el problema detectado es que las piezas recién fundidas puestas a enfriar a la intemperie con ayuda de ventiladores, tardan un cierto tiempo para poder trabajar el siguiente proceso en ella. Es por esto que en el intento de la reducción del tiempo de enfriamiento y por consecuente la reducción de costos lleva a la necesidad de buscar un proceso más eficiente de enfriamiento, basado en técnicas de transferencia de calor más rápidas que permita recortar el tiempo producción.

Esto llevó a pensar en un sistema ergonómico y eficaz, y se tomó como decisión implementar sistemas de enfriamiento mediante agua.

Los sistemas de enfriamiento por agua dan un método de trabajo estandarizado, eficaz y más seguro para no tener variaciones en las actividades de cada operador.

2.2 Revisión de conceptos

En cuanto al propósito de este trabajo; será de apoyo para cualquier analista, revisar los siguientes conceptos.

2.2.1 Manufactura esbelta

Manufactura esbelta o ágil (Lean Manufacturing), también llamado Manufactura de clase mundial o Sistema de Producción Toyota (Ohno, 1988), es un sistema que se basa principalmente en la eliminación de desperdicios o exesos, entendiendo a estos como todas aquellas actividades que no agragan valor pero sí costo o trabajo.

2.2.2 Planeación agregada

También llamada programación agregada, busca determinar los volúmenes y los tiempos de producción para un futuro intermedio. Los analistas buscan determinar la mejor forma de satisfacer la demanda ajustando los índices de producción, los niveles

de inventario, y otras variables controlables. En general, el objetivo de la planeación agregada es minimizar los costos para el periodo de planeación como reducir los niveles de inventarios.

Las decisiones de programación estudian el problema de ajustar la producción a las fluctuaciones en la demanda. La planeación agregada forma parte de un sistema más amplio, el programa maestro de producción que proporciona información a los sistemas de planeación de requerimientos de materiales (MRP, *material requirements planning*) (Heizer & Render, 2004).

2.2.3 *Justo a tiempo*

En algunos sistemas de producción, los inventarios existen “por si acaso” algo sale mal. Es decir, se usan sólo en caso de que ocurra alguna variación en el plan de producción. En tal caso, el inventario “adicional” puede cubrir las variaciones o los problemas. Las buenas tácticas de inventarios requieren “justo a tiempo” y no “por si acaso”. El inventario justo a tiempo es el inventario mínimo necesario para que un sistema funcione perfectamente. Con un inventario justo a tiempo, el volumen exacto de bienes llega en el momento en que se necesita. Se puede decir que el inventario justo a tiempo es parte de la producción esbelta (Ohno, 1988).

2.2.4 *Las 5'S*

- Organización. - Significa retirar de la estación de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones de producción o de oficina.
- Orden. - El orden puede definirse como la Organización de los elementos necesarios de modo que sean de uso fácil y etiquetarlos para que se encuentren y retiren fácilmente.
- Limpieza. - La limpieza significa lavar los suelos, limpiar la maquinaria, y en general, asegurar que todo permanece limpio en la fábrica.
- Limpieza. - Estandarizada. - Difiere de la Organización, Orden y Limpieza. Y es el estado que existe cuando mantienen los tres primeros pilares.
- Disciplina. - Significa convertir en habito el mantenimiento apropiado de los procedimientos correctos. (5S PARA TODOS 5pilares de la fábrica visual, 1996)

2.2.5 *Valor agregado*

Entendemos como desperdicio toda aquella acción que no aumenta valor al producto, entonces el valor agregado son todas aquellas acciones que van logrando acercar al producto con todas aquellas especificaciones del cliente. En otras palabras, Villaseñor (2007: 56-6) “El valor agregado es el tiempo de los elementos de trabajo que actualmente

transforman los productos en lo que desea el cliente y está dispuesto a pagar”.

2.2.6 Los 8 desperdicios

A continuación, se mencionan los desperdicios en sus 8 grandes clasificaciones según el principio de manufactura esbelta:

T- Transporte. - Se refiere al transporte de productos y herramientas dentro de las instalaciones de la empresa, ya que con esto es probable que se corra el riesgo de dañar los antes mencionados.

I- Sobre inventario. - El sobre inventario de piezas son todo aquel almacén de producto en proceso o terminado que exceden la demanda del cliente, además los sobre inventarios conllevan defectos o problemas ocultos como tiempos largos de entrega de los proveedores, material obsoleto o dañado, etc.

M- Movimiento. - Este desperdicio se refiere a los movimientos innecesarios por parte del personal de un punto a otro dentro de la empresa, tales como caminar, voltear, buscar, etc. Todos estos movimientos no representan un valor más para el proceso, por el contrario, supone una pérdida e ineficiencia en el proceso.

W- Espera. - Es la pérdida de tiempo de un trabajador o una máquina por esperar a que otro trabajador u otra máquina terminen con el proceso que le antecede a éste. En suma, se refiere a que la espera puede ser el tiempo que se pierde cuando un trabajador espera a otro trabajador que termine su proceso o que la máquina termine de realizar su operación.

O- Sobreproducción. - La sobreproducción es producir más de lo que el cliente demanda, más rápido de lo que se requiere o antes de lo requerido, esto quiere decir que el producto se debe almacenar generando costos para su almacenamiento.

O- Sobreproceso. - Significa realizar actividades que no requieren hacerse o que suponen un proceso incorrecto para el producto. Esto quiere decir que se agrega una actividad extra al proceso que no es necesario para el cliente, también se refiere a que se realiza una actividad que posteriormente será imperceptible pues otro proceso mejorará el producto o eliminará ese trabajo.

D- Defectos. - Al hablar de un defecto se entiende que el producto pueda dirigirse hacia 2 caminos; uno de ellos es llevar el producto hacia el SCRAP (*desperdicio*) logrando con esto volver a fabricar el producto para cubrir los requerimientos del cliente.

S- Subutilización de habilidades/conocimiento. - No siempre se aprovecha el conocimiento y/o la experiencia con la que cuenta el personal de una empresa y si se utiliza solo es en una parte y no en su 100%. Esto causa que los procesos tarden más tiempo en llegar a su madurez, por otra parte, desde el punto de vista humano, el desperdicio de talento o la falta de comunicación para expresarlo genera desmotivación del personal (Wallace J. Hopp, 2008).

2.2.7 Los 4 principios de la producción esbelta

Existen 4 principios de la producción esbelta que se deben conocer, cada uno de estos principios es importante para que una organización funcione adecuadamente bajo el principio JIT (*Justo a Tiempo*).

Principio de flujo. - Este principio busca la reducción del tiempo de paso (el cual es el tiempo en donde dicho producto tarda en pasar por todo el proceso, desde la materia prima hasta el producto terminado), a través de la combinación de procesos y la reducción de lotes.

Principio del TAKT. - Como lo describe el escritor Alberto Villaseñor Contreras en su libro “Manual de Lean Manufacturing, guía básica”; de la información que se tenga de la demanda del cliente, se debe determinar el takt time o el ritmo de producción que marca el cliente. “Takt” es una palabra en alemán que significa “ritmo”. Entonces, esto quiere decir que el takt time marca el ritmo de lo que el cliente está demandando, al cual la compañía requiere producir su producto con el fin de satisfacerlo.

Principio de jalar. - Jalar se refiere al método de producción en el cual no se produce una sola pieza hasta que el cliente así lo ha solicitado, con esto se evita la sobreproducción y al mismo tiempo no se tiene una subproducción pues se cuenta con la información correcta del cliente.

Cero defectos. - El principio de cero defectos es orientado hacia tener una calidad al 100% tanto en los productos, procesos, áreas de trabajo y ambiente laboral.

Para llegar obtener un principio de cero defectos en los productos, se utilizan algunas herramientas como lo son; la prevención de fallas, reconocimiento de fallas, retroalimentación de fallas y corrección de fallas.

2.2.8 Kanban

Son tarjetas que se adhieren a los contenedores con cantidad de piezas estándar. Cuando un contenedor se ha llenado, la información de la tarjeta se captura y se almacena en el sistema de manejo de información interna de la empresa. (Ohno, 1988).

2.2.9 TPM

Un poderoso sistema para prevenir las fallas en los equipos es el TPM o Mantenimiento Total Productivo, el cual se basa en mantener los equipos disponibles para su producción y que involucra a todo el personal de la empresa desde la gerencia hasta los operadores de dicho equipo.

El TPM es programado dependiendo de la demanda de producción, esta actividad consiste en brindarle mantenimiento a la máquina o equipo con la que se trabaje sin que exista una necesidad aparente de corregir alguna anomalía. El mantenimiento se realiza justamente para prevenir la descompostura de la máquina causada por la falla de una

pieza o refacción del equipo a causa del exceso de trabajo o por los periodos tan largos de producción. (Press, 1996)

2.2.10 OEE

Overall Equipment Effectiveness por sus siglas en inglés o en su traducción al español “efectividad total de los equipos”, es una herramienta indispensable de las empresas, pues es mediante ésta con la que las empresas pueden conocer la capacidad con la que están usando su equipo para producción, además la empresa tiene capacidad de hacer negocios con esta herramienta, pues de esta manera conoce la capacidad que tiene y la producción que puede realizar cuando el cliente le demanda cierta producción.

El OEE se compone básicamente de 3 factores que evalúan diferentes zonas y en conjunto éstas 3 son las que conforman el OEE; las cuales son disponibilidad, rendimiento y calidad.

2.2.11 SMED

Single Minute Exchange of Die, lo cual significa cambiar las herramientas en un solo dígito de minuto, así que esto debe de demorar menos de 10 minutos.

Este cambio rápido de herramientas se utiliza para disminuir el tiempo muerto y además para que el equipo sea flexible en cuanto al cambio de producto se refiere, pues con esto se evita tener una inversión alta causada por la compra de equipo o máquinas diferentes para cada producto y por ende se reduce el espacio a utilizar en la planta y la transportación de equipo. (Shingo, 1983)

2.2.12 Transferencia de calor por convección

Es bien conocido que una placa de metal caliente se enfriará más rápidamente cuando se coloca delante de un ventilador que cuando se expone al aire en calma. Se dice que el calor se ha cedido hacia fuera de la placa y al proceso se le llama transferencia de calor por convección. El término convección proporciona al lector una noción intuitiva en lo referente al proceso de transferencia de calor; sin embargo, esta noción intuitiva debe ampliarse para permitir que se llegue a un tratamiento analítico adecuado del problema. Por ejemplo, se sabe que la velocidad a la que el aire pasa sobre la placa influye evidentemente en el flujo de calor transferido. Pero ¿influye el enfriamiento de forma lineal, es decir, si se duplica la velocidad, se duplicará el flujo de calor? Cabría sospechar que el flujo de calor puede ser diferente si la placa se enfría con agua en vez de con aire, pero, de nuevo ¿cuánto sería esa diferencia? Por ahora, se esboza el mecanismo físico de la transferencia de calor por convección y se muestra su relación con el proceso de conducción.

Conductividades térmicas aparentes de un material aislante típico para temperaturas criogénicas: (a) aislantes multicapa; (b) polvos opacos; (c) fibras de vidrio; (d) polvos; (e) espumas, polvos y fibras según la Referencia 1 [1 Btu in/h·ft²·°F = 144 mW/m·°C].

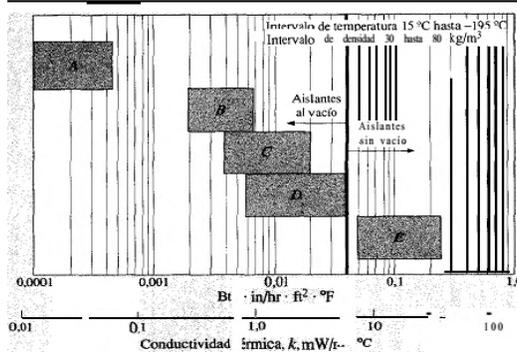


Figura 1.1

Considérese la placa caliente mostrada en la Figura 1.1. La temperatura de la placa es T_p y la temperatura del fluido es T_∞ . La velocidad de la corriente aparece como se muestra, reduciéndose a cero en la placa como resultado de la viscosidad. Como la velocidad de la capa de fluido en la pared es nula, en este punto el calor sólo puede ser transferido por conducción. Así, la transferencia de calor podría calcularse haciendo uso de la ecuación de la conductividad térmica del fluido y el gradiente de temperaturas del fluido en la pared. Entonces, ¿por qué si el calor fluye por conducción en esta capa se habla de transferencia de calor por convección y se necesita tener en consideración la velocidad del fluido? La respuesta es que el gradiente de temperaturas depende de la rapidez a la que el fluido se lleva el calor; una velocidad alta produce un gradiente de temperaturas grande, etc.

Así pues, el gradiente de temperaturas en la pared depende del campo de velocidades, y en el análisis posterior se desarrollarán expresiones que relacionan las dos magnitudes. Sin embargo, se debe recordar que el mecanismo físico de la transferencia de calor en la pared es un proceso de conducción. Para expresar el efecto global de la convección, se utiliza la ley de Newton del enfriamiento:

$$q = hA(T_p - T_\infty) \dots\dots (Ec. 1.1)$$

Aquí el flujo de calor transferido se relaciona con la diferencia global de temperaturas entre la pared y el fluido, y el área A de la superficie. La magnitud h se denomina coeficiente de transferencia de calor por convección, y la Ec. (1.1) es la ecuación que lo define. Para algunos sistemas puede hacerse un cálculo analítico de h .

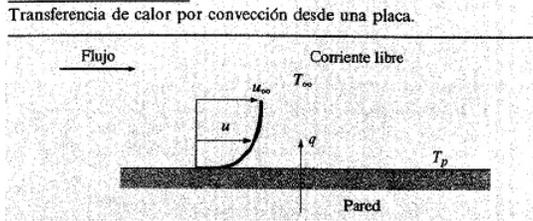


Figura 1.2

En situaciones complejas debe determinarse experimentalmente. Algunas veces, al coeficiente de transferencia de calor se le denomina conductancia de película, a causa de su relación con el proceso de conducción en una capa de fluido delgada y estacionaria en la superficie de la pared. De la ecuación (1.1) se deduce que las unidades de h son vatios por metro cuadrado y por grado Celsius, cuando el flujo de calor se expresa en vatios. (Holman, 1998).

3 | RESULTDOS

OEE vs EFICIENCIA

El funcionamiento normal del proceso de producción de la empresa fundidora de aluminio se muestra en la figura 1.3, el cual nos indica de una manera sencilla el flujo de proceso que lleva cada una de las piezas fundidas y el cual nos dice que después de fundida la pieza pasa al siguiente proceso que es el enfriamiento para finalmente darle el acabado final.



Figura 1.3 Flujo Operativo

Como ya se ha explicado anteriormente, el OEE se evalúa con 3 factores; disponibilidad, rendimiento y calidad. Mientras tanto la eficiencia es la razón de la cantidad de horas de pieza buena producidas por día entre la cantidad de horas de máquina requerida, lo cual se explica a continuación:

$OEE = (Disponibilidad)(Rendimiento)(Calidad)$	$Eficiencia = \frac{Horas\ de\ pieza\ buena}{Horas\ requeridas} \times 100\%$
--	---

Horas requeridas: son las horas disponibles, es decir, el total de horas programadas en el rol de turnos, menos la cantidad de horas programadas por paro de máquina por.; Una máquina cuenta con 24 horas diarias disponibles, sin embargo, el KANBAN muestra que se tiene una producción por encima de lo requerido por el cliente, así que se programa un paro de máquina de 8 horas, es decir, la máquina estará requerida 16 horas.

Horas de pieza buena: es la cantidad de horas que se fabricaron piezas con una calidad del 100%, es decir, con cero defectos divididas entre el estándar del producto; La máquina 'X' produce diariamente 500 piezas del producto 'Y' pero de las 500 piezas, 50 piezas presentan defectos, estas 50 piezas se deben restar pues representan SCRAP y representan un desperdicio, pues se deben volver a fabricar 50 piezas para satisfacer la demanda, por lo tanto, se tienen 450 piezas buenas.

Dicho producto posee un estándar o una capacidad de producción de 100 piezas/hr, al hacer la división de 450 piezas buenas entre el estándar de 100 piezas/hr, resultan 4.5 horas de pieza buena.

Horas pieza SCRAP: es la cantidad de horas que representa la cantidad de piezas de SCRAP resultantes de la producción de un producto en base en esto se dividen las 50 piezas de SCRAP entre el estándar del mismo producto (100 piezas/hr), es decir que se tiene un total de 0.5 Hrs. SCRAP.

Entonces al tener en una máquina, un turno de producción de 24 horas (horas disponibles), 16.5 horas de pieza buena, con un total de 22 horas requeridas y 0.5 hrs SCRAP, la manera de calcular la eficiencia sería la siguiente:

$$Eficiencia = \frac{16.5 \text{ Hrs pieza buena}}{22 \text{ Hrs requeridas}} \times 100\% = 75\%$$

Mientras que el cálculo para obtener el OEE sería de la siguiente manera:

Disponibilidad: Es la cantidad de horas según lo programado en el rol de turnos, menos todos los tiempos en que estuvo detenida la máquina, entre las horas disponibles, se tuvo un tiempo muerto de 3.5 horas por mantenimiento correctivo, es decir, existió una falla y se necesitó la ayuda de algún técnico para corregir la falla, entonces el cálculo sería el siguiente:

$$Disponibilidad = \frac{\text{Horas disponibles} - (\text{Horas disponibles} - \text{Horas requeridas}) - \text{Tiempo muerto}}{\text{Horas disponibles}}$$

$$= \frac{24 - (24 - 22) - 3.5}{24} = 0.7708$$

Rendimiento:

$$= \frac{\text{Hrs pieza buena} + \text{Hrs pieza scrap}}{\text{Hrs disponibles} - (\text{Hrs disponibles} - \text{Hrs requeridas}) - \text{Tiempo muerto}}$$

$$= \frac{16.5 + 0.5}{24 - (24 - 22) - 3.5} = 0.9189$$

Calidad:

$$= 1 - \frac{\text{Hrs pieza scrap}}{\text{Hrs pieza buena} + \text{Hrs pieza scrap}};$$
$$= 1 - \frac{0.5}{16.5 + 0.5} = 0.971$$

Por lo tanto, el cálculo del OEE sería de la siguiente forma:

$$OEE = \text{Disponibilidad}(0.7708) \times \text{Rendimiento}(0.9189) \times \text{Calidad}(0.971) = 0.6877$$

Por ende, se tiene un resultado de OEE del 68.77%

$$\text{Eficiencia} = 75\% \text{ vs } OEE = 68.77\%$$

El OEE será siempre más bajo que el resultado de la eficiencia, puesto que el OEE nos refleja el estado real de la utilización de nuestro equipo, sin tiempos muertos, y sin defectos. Mientras que la eficiencia nos muestra la capacidad que se tuvo para producir en un tiempo planeado específicamente para producción.

Mejora del proceso

La actividad de mejora no solo para el departamento de manufactura fundición, sino que se trata de una actividad de mejora para toda la planta. Esta actividad es el análisis, diseño, fabricación e implementación de las tinas de enfriamiento.

Las actividades a mencionar a continuación se desarrollan como una prueba piloto en la máquina #16, la cual es de una capacidad de 640 toneladas.

Primeramente, esta máquina contaba con una resbaladilla y 2 ventiladores para el enfriamiento de las piezas producidas; durante el proceso el operador debería acumular un total de entre 10-12 piezas antes de retirar la primera ya que esta es la que tenía un mayor tiempo en enfriamiento.

La implementación de tina de enfriamiento en dicha maquina a dado como resultados una excelente mejora; aunque se cuenta con una resbaladilla de menor dimensión la cual facilita el desplazamiento de la pieza hacia la tina de enfriamiento. al momento de extracción de la pieza se activa un contador mediante un PLC SIEMENS (configurado con programa logo) el cual da el tiempo suficiente para que la pieza se posicione en la tina de enfriamiento, una vez estando en la tina sobre una charola se genera un desplazamiento vertical haciendo que la pieza se sumerja en agua o alguna sustancia especifica durante un tiempo corto en el cual se enfría, posteriormente sube y el operador toma la pieza continuando el proceso, dando lugar a mayor tiempo entre operador-pieza durante el cual la pieza se puede examinar más a fondo y por lo tanto obteniendo una pieza de mayor calidad.

Los resultados obtenidos a través de las mejoras realizadas al proceso de enfriamiento de las piezas son los siguientes.

Mes	Hrs. Maq. Req.	Piezas Buenas	% Eficiencia	de OEE
Enero	359	269.06	74.95	65.73%
Febrero	677.5	556.37	82.12	70.03%
Marzo	702.5	574.72	81.81	69.93%
Abril	565.7	464.06	82.03	67.25%
Mayo	531.3	412.8	77.7	62.60%
Junio	620	479.92	77.41	72.63%
Julio	519	429.56	82.77	72.28%
Agosto	499.6	364.36	72.93	68.18%
Septiembre	552	396	71.74	78.65%
Octubre	480.3	362.26	75.42	78.30%
Noviembre	468.5	380.29	81.17	78.20%
Diciembre	433	403.59	93.21	57.25%
Total	6408.4	5093.02	79.47	

Tabla 1.1 Resultados después de la mejora

4 | CONCLUSIONES

En conclusión, este proceso de producción logro mejorarse gracias al cambio realizado en el proceso de producción, al cambiar el sistema de enfriamiento de las piezas recién fundidas, pasando de un sistema de enfriamiento con ventiladores a lo que es hoy un sistema de enfriamiento por tinas con agua, teniendo a la misma en circulación para mantener el agua a una temperatura que no afecte en un choque térmico a las piezas. Se colocó una tina de enfriamiento en el área de fundición, con el fin de tener flujo de una sola pieza, detectar fallas a tiempo, mejorar y tener un proceso más eficiente.

Con esto se obtuvieron los siguientes beneficios:

- Se incorpora una charola de fácil de extracción para facilitar la limpieza general de la tina, con esto se obtiene el lugar un área más limpia y se contribuye con las 5's.
- Se adapta un indicador de temperatura para regular el ambiente ideal de enfriamiento de la pieza.
- Se ahorran esfuerzos diarios al operador.
- Se cuenta con un recirculador de agua, en cual ayuda a un bajo consumo.
- Se implementa un sistema de nivelador de agua, manteniendo constante su nivel.
- Fue diseñada con un alto nivel de seguridad protegiendo al operador de cual-

quier tipo de accidentes.

- Medias estándar para el fácil manejo del operador.
- Dimensiones apropiadas para diversos productos.
- Se logra mantener una temperatura de operación constante entre 35 y 45 °C.

REFERENCIAS

Holman, J. P. (1998). *Transferencia de calor*. España: Mc Graw Hill.

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System*. Tokyo, Japan: Productivity, Inc.

Press, P. (1996). *TPM Four Every Operator*. Portland, Obregon : The Japan Institute Of Plant Maintenance.

S. Kalpakjian, S. S. (2008). *Manufactura, Ingeniería y Tecnología*. Pearson Prentice Hall.

Shingo, S. (1983). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Tokyo, Japan: Productivity Press.

Villaseñor, A. (2007). *Manual de Lean Manufacturing*. Limusa.

Wallace J. Hopp, M. L. (2008). *Factory Physics*. New York: Mc Graw Hill.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Academic performance 130, 142, 143
Aceites esenciales 1, 2, 5, 7, 20, 21
Acoplamiento molecular 1, 4, 11
Activación alcalina 55
Agua residual 110, 111, 115, 117, 120, 121

C

Catalytic pyrolysis 24, 25, 26, 28, 30, 31, 32
Chikungunya 1, 2, 3, 21, 22
Coagulación 110, 119
Compuestos cementosos 55
Concreto 53, 55, 61, 105, 145
Costos 80, 81, 82, 83, 117, 120, 121
Cultivo celular 3, 5, 6

E

Educational research 130
Eficiencia 51, 80, 81, 87, 88, 89
Electrocoagulación 110, 111, 112, 113, 115, 116, 117, 118, 121, 122
Estabilidad mecánica 92

F

Floculación 110, 119
Fundición 80, 81, 89, 90

G

Género 37, 38, 39, 40, 42, 44, 46, 48, 49, 52
Geología 62, 63, 64, 65, 67, 77, 79
Geomorfología 62, 63, 64, 65, 66, 69, 77, 78, 79
Geopolimerización 55, 56
Geopolímeros 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61
Grados de libertad 92, 94, 96, 100, 107, 108

I

Instrumento MBI 37, 45

L

Logistics models 123

M

Materiales alternativos 53

Mejora 80, 81, 89, 90, 130

Mercurio 110, 111, 115, 116, 117, 121, 122

MIPYMES 37, 38, 39, 40, 41, 42, 45, 46, 48, 49, 51, 52

Morfodinámica 62, 71, 72, 73

Multivariate statistics 123

N

Nivel de Burnout 37, 39, 40, 42, 44, 45, 46, 48, 49

P

Performance improvement 123

Polymer 25, 26, 36

Polystyrene 24, 25, 26, 35, 36

Protocol formal description 130

R

Recycling 24, 25, 36

Reducción 4, 5, 6, 13, 62, 74, 75, 80, 81, 84, 112, 118

Regression models 123, 127, 131, 143

Rio Sinú 62, 65, 66, 67, 77, 78, 79

Robot de rescate 92, 93, 94, 96, 100, 101, 106, 108

S

Safety and Health Audits 123

Síndrome de Burnout 37, 39, 40, 42, 49

Sistemas mecánicos 92

Styrene 24, 25, 27, 30, 31, 35, 36

V

Virus 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 11, 12, 13, 19, 20, 21, 22

W

Waste 24, 25, 35, 36, 54

Workplace accidents 123, 129



Entre

CIENCIA

e

INGENIERIA

4

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 



Entre

CIENCIA

e

INGENIERIA

4

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 