

ISSN 2523-6806

Volumen 3, Número 10 — Abril — Junio - 2019

# Revista de Operaciones Tecnológicas



## **ECORFAN-Taiwan**

### **Editor en Jefe**

BARRERO-ROSALES, José Luis. PhD

### **Directora Ejecutiva**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

### **Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

### **Diseñador Web**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

### **Diagramador Web**

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

### **Asistente Editorial**

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

### **Traductor**

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

### **Filóloga**

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

**Revista de Operaciones Tecnológicas**, Volumen 3, Número 10, de Abril a Junio - 2019, es una revista editada trimestralmente por Ecorfan-Taiwán. Taiwan, Taipei. YongHe district, ZhongXin, Street 69. Postcode: 23445. WEB: [www.ecorfan.org/taiwan](http://www.ecorfan.org/taiwan), [revista@ecorfan.org](mailto:revista@ecorfan.org). Editor en Jefe: BARRERO-ROSALES, José Luis. PhD. ISSN: 2523-6806. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática Ecorfan. ESCAMILLA-BOUCHÁN, Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 30 de Junio del 2019.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Centro Español de Ciencia y Tecnología.

# **Revista de Operaciones Tecnológicas**

## **Definición del Research Journal**

### **Objetivos Científicos**

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Ingeniería y Tecnología, en las Subdisciplinas de sistemas de producción, propiedades mecánicas, transmisión de datos, estandarización de procesos, ingeniería industrial, materiales compuestos, análisis cinemático, estudio cinético, generador de energía, procesos industriales y tecnológicos.

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

### **Alcances, Cobertura y Audiencia**

Revista de Operaciones Tecnológicas es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Taiwan, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de sistemas de producción, propiedades mecánicas, transmisión de datos, estandarización de procesos, ingeniería industrial, materiales compuestos, análisis cinemático, estudio cinético, generador de energía, procesos industriales y tecnológicos con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ciencias de Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

## **Consejo Editorial**

MAYORGA - ORTIZ, Pedro. PhD  
Institut National Polytechnique de Grenoble

DECTOR - ESPINOZA, Andrés. PhD  
Centro de Microelectrónica de Barcelona

CASTILLO - LÓPEZ, Oscar. PhD  
Academia de Ciencias de Polonia

HERNANDEZ - ESCOBEDO, Quetzalcoatl Cruz. PhD  
Universidad Central del Ecuador

FERNANDEZ - ZAYAS, José Luis. PhD  
University of Bristol

HERRERA - DIAZ, Israel Enrique. PhD  
Center of Research in Mathematics

NAZARIO - BAUTISTA, Elivar. PhD  
Centro de Investigacion en óptica y nanofisica

CERCADO - QUEZADA, Bibiana. PhD  
Intitut National Polytechnique Toulouse

CARBAJAL - DE LA TORRE, Georgina. PhD  
Université des Sciences et Technologies de Lille

AYALA - GARCÍA, Ivo Neftalí. PhD  
University of Southampton

## **Comité Arbitral**

CORTEZ - GONZÁLEZ, Joaquín. PhD  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

CRUZ - BARRAGÁN, Aidee. PhD  
Universidad de la Sierra Sur

CASTILLO - TOPETE, Víctor Hugo. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

GONZÁLEZ - LÓPEZ, Samuel. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

CASTAÑÓN - PUGA, Manuel. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

ARROYO - FIGUEROA, Gabriela. PhD  
Universidad de Guadalajara

GONZÁLEZ - REYNA, Sheila Esmeralda. PhD  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

BARRON, Juan. PhD  
Universidad Tecnológica de Jalisco

ARREDONDO - SOTO, Karina Cecilia. PhD  
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

BAEZA - SERRATO, Roberto. PhD  
Universidad de Guanajuato

BAUTISTA - SANTOS, Horacio. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

## **Cesión de Derechos**

El envío de un Artículo a Revista de Operaciones Tecnológicas emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Taiwan considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.

## **Declaración de Autoría**

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

## **Detección de Plagio**

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

## **Proceso de Arbitraje**

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homólogo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

## **Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación**

### **Área del Conocimiento**

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de sistemas de producción, propiedades mecánicas, transmisión de datos, estandarización de procesos, ingeniería industrial, materiales compuestos, análisis cinemático, estudio cinético, generador de energía, procesos industriales y tecnológicos y a otros temas vinculados a las Ciencias de Ingeniería y Tecnología

## **Presentación del Contenido**

Como primer artículo presentamos, *Cálculo de la generación de entropía a partir del Proceso de Temperatura Promedio en un sistema de refrigeración por compresión mecánica de vapor con R-134<sup>a</sup>*, por RANGEL-ROMERO, Carlos, ROJAS-GARNICA, Juan Carlos, HERNÁNDEZ-LAZCANO, Ricardo y MORENO-GUZMÁN, Javier Andrey, con adscripción en la Universidad Tecnológica de Puebla, como segundo artículo presentamos, *Análisis de control de inventarios en la microempresa Muelles Melecio*, por OLVERA-MONTOYA, Ana Luisa, ESPINOSA-RODRÍGUEZ, Marcela y CALDERÓN-GONZÁLEZ, Giuliana, con adscripción en el Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra, como tercer artículo presentamos, *Incremento en disponibilidad y control de almacén mediante un análisis del historial de mantenimiento*, por GONZALEZ-ZARAZUA, Roberto Aldo, SAN MIGUEL-IZA, Sandra Maria, MARTINEZ-FALCON, Francisco Javier y BELTRAN-GONZALEZ, Elsa, con adscripción en la Universidad Tecnológica de la Región Centro de Coahuila, como último artículo presentamos, *Evaluación de los factores de riesgo ergonómico en puestos de trabajo*, por MARTÍNEZ-SOTO, Ma. Trinidad, ESTRADA-FONSECA, María Isabel y GONZÁLEZ-LÓPEZ, Andrés Eduardo, con adscripción en el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato.

## Contenido

Artículo	Página
<b>Cálculo de la generación de entropía a partir del Proceso de Temperatura Promedio en un sistema de refrigeración por compresión mecánica de vapor con R-134a</b> RANGEL-ROMERO, Carlos, ROJAS-GARNICA, Juan Carlos, HERNÁNDEZ-LAZCANO, Ricardo y MORENO-GUZMÁN, Javier Andrey <i>Universidad Tecnológica de Puebla</i>	1-8
<b>Análisis de control de inventarios en la microempresa Muelles Melecio</b> OLVERA-MONTOYA, Ana Luisa, ESPINOSA-RODRÍGUEZ, Marcela y CALDERÓN-GONZÁLEZ, Giuliana <i>Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra</i>	9-13
<b>Incremento en disponibilidad y control de almacén mediante un análisis del historial de mantenimiento</b> GONZALEZ-ZARAZUA, Roberto Aldo, SAN MIGUEL-IZA, Sandra Maria, MARTINEZ-FALCON, Francisco Javier y BELTRAN-GONZALEZ, Elsa <i>Universidad Tecnológica de la Región Centro de Coahuila</i>	14-18
<b>Evaluación de los factores de riesgo ergonómico en puestos de trabajo</b> MARTÍNEZ-SOTO, Ma. Trinidad, ESTRADA-FONSECA, María Isabel y GONZÁLEZ-LÓPEZ, Andrés Eduardo <i>Instituto Tecnológico Superior de Irapuato</i>	19-23

## Cálculo de la generación de entropía a partir del Proceso de Temperatura Promedio en un sistema de refrigeración por compresión mecánica de vapor con R-134a

### Calculation of entropy generation from the Average Temperature Process in a mechanical vapor compression refrigeration system with R-134a

RANGEL-ROMERO, Carlos†\*, ROJAS-GARNICA, Juan Carlos, HERNÁNDEZ-LAZCANO, Ricardo y MORENO-GUZMÁN, Javier Andrey

Universidad Tecnológica de Puebla

ID 1<sup>er</sup> Autor: Carlos, Rangel-Romero / ORC ID: 0000-0003-4879-4228, CVU CONACYT ID: 894477

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Juan Carlos, Rojas-Garnica / ORC ID: 0000-0002-2261-587X, CVU CONACYT ID: 66417

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Ricardo, Hernández-Lazcano / ORC ID: 0000-0003-1142-2930, CVU CONACYT ID: 920171

ID 3<sup>er</sup> Coautor: Javier Andrey, Moreno-Guzmán / ORC ID: 0000-0002-3510-2213, CVU CONACYT ID: 266302

DOI: 10.35429/JTO.2019.10.3.1.8

Recibido 10 de Marzo, 2019, Aceptado, 30 de Junio, 2019

#### Resumen

El Proceso de Temperatura Promedio (PAT) está modelado por una ecuación que se emplea para calcular el incremento de energía necesaria para el ciclo de refrigeración, que es equivalente a la degradación de energía que corresponde a la producción de entropía. Este trabajo muestra experimentalmente que el incremento de entropía, tomando en cuenta los procesos de transferencia de calor que ocurren en la temperatura de condensación y en la temperatura de evaporación entre el sistema de refrigeración y el medio ambiente, están relacionados directamente con las caídas de presión presentadas en la tubería de succión y en el proceso de compresión, así como también las pérdidas de calor que existen entre los componentes principales y el medio ambiente. A partir de este desarrollo se evalúa el comportamiento del ciclo de refrigeración para así obtener un criterio de mínima generación de entropía en los componentes principales. Se muestran resultados analíticos así como también experimentales utilizando el refrigerante R-134a.

**Proceso de temperatura promedio, Entropía, Transferencia de calor**

#### Abstract

The Average Temperature Process (PAT) is modeled by an equation that is used to calculate the increase in energy needed for the refrigeration cycle, which is equivalent to the energy degradation that corresponds to the production of entropy. This work shows experimentally that the increase in entropy, taking into account the processes of heat transfer that occur in the condensation temperature and in the evaporation temperature between the mechanical vapor compression refrigeration system and the environment, is directly related to the falls of pressure presented in the suction pipe and in the compression process, as well as the heat losses that exist between the main components (evaporator, compressor, condenser and expansion throttling) and the environment. From this development, the behavior of the refrigeration cycle is evaluated in order to obtain a minimum entropy generation criterion in the main components. Analytical as well as experimental results are shown using R-134a refrigerant.

**Average temperature process, Entropy, Heat transfer**

**Citación:** RANGEL-ROMERO, Carlos, ROJAS-GARNICA, Juan Carlos, HERNÁNDEZ-LAZCANO, Ricardo y MORENO-GUZMÁN, Javier Andrey. Cálculo de la generación de entropía a partir del Proceso de Temperatura Promedio en un sistema de refrigeración por compresión mecánica de vapor con R-134a. Revista de Operaciones Tecnológicas. 2019. 3-10: 1-8

\* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: carlos.rangel@utpuebla.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Actualmente los sistemas de refrigeración tienen una gran aplicación en el sector doméstico, comercial e industrial y representan una fracción importante del consumo de energía a nivel mundial por lo que es necesario hacer frente al incesante aumento de consumo de energía debido a la escasez de fuentes y recursos renovables. Un sistema de refrigeración por compresión mecánica de vapor debe estar enfocado al ahorro energético. Para tal fin debe contar con equipos eficientes, el empleo del refrigerante adecuado que contribuya a un menor calentamiento global y a la destrucción de la capa de ozono y una operación correcta de los equipos principales del sistema de refrigeración como son el evaporador, compresor, condensador y válvula de expansión.

Es por ello que se hace necesario crear una cultura de ahorro energético que permita hacer uso de los recursos existentes de la mejor forma posible. El campo de la refrigeración no es ajeno a ello. Por lo que es indispensable optimizar de la manera más eficiente posible estos sistemas.

Existen diversos parámetros que deben estar claros a la hora de realizar una evaluación a los componentes del sistema de refrigeración, por ejemplo el método más empleado para realizar una evaluación de energía al sistema de refrigeración es el cálculo de las irreversibilidades originadas en cada componente principal de los sistemas de refrigeración, y con este análisis se conoce la situación y condiciones en su real dimensión, como pueden ser, la cantidad a ahorrar y las caídas de presión en las tuberías y la transferencia de calor que existe entre el refrigerante y el medio ambiente, la fricción del refrigerante al fluir por los componentes, solo por mencionar algunas, lo cual requiere una medición o evaluación constante en los componentes para así esbozar de manera más real y exacta el consumo de energía y optimizar de esta manera los procesos termodinámicos.

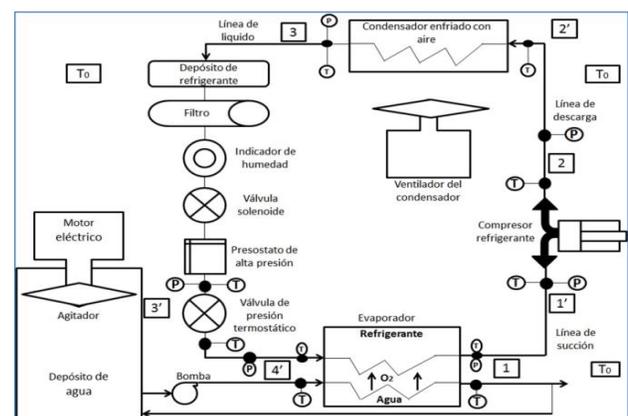
En este trabajo se presenta un análisis sobre el Proceso de Temperatura Promedio (PAT) en el evaporador y compresor, el cual está relacionado con el incremento de entropía lo que genera un aumento en el consumo de energía para que se produzca el proceso de refrigeración.

Los factores que provocan la generación de entropía en los componentes de un sistema de refrigeración por compresión mecánica de vapor pueden ser originados a causa de la transferencia de calor a través de una diferencia finita de temperaturas, la expansión libre, la mezcla de dos gases, entre otras más. Las causas que originan la entropía para nuestro estudio son la fricción, la expansión y compresión de no cuasiequilibrio y la transferencia de calor, las cuales se toman en cuenta en el desarrollo de las contribuciones individuales en la generación de la entropía del sobre el evaporador y condensador, dentro del modelo teórico implementado a una metodología experimental la cual fue desarrollada en el Laboratorio de Ingeniería Térmica e Hidráulica Aplicada (LABINTHAP) de la SEPI-ESIME-ZACATENCO-IPN.

## Metodología

### Sistema de Refrigeración Experimental por Compresión Mecánica de Vapor

El sistema de refrigeración que se usó para realizar este trabajo se muestra en forma esquemática en la figura 1. Como se muestra en la figura 1, el agua del depósito a enfriar circula a través del evaporador, en donde el refrigerante R-134a absorbe el calor del agua, disminuyendo así la temperatura del agua, para este trabajo, el flujo de masa de agua que se hace circular por el evaporador es de 0.5 l/s, posteriormente se toman lecturas de temperatura y presión del refrigerante mediante termopares y transductores de presión colocados en las entradas y salidas del evaporador, del compresor, y de la válvula de expansión. Cada prueba tiene una duración de 2 horas, la cual se repitió 3 veces para validar los resultados.



**Figura 1** Componentes principales de un sistema de refrigeración por compresión mecánica de vapor

Fuente: *Elaboración Propia*

Durante el desarrollo de los experimentos se tomaron lecturas de temperaturas y presiones del refrigerante en cada entrada y salida de los diferentes elementos que componen el sistema experimental de refrigeración. Para el agua, se verificaron los flujos y sus temperaturas a la entrada y salida del evaporador, así como su temperatura en el depósito de agua.

También se midieron los parámetros eléctricos necesarios para calcular la potencia suministrada al compresor, y que son: diferencia de potencial, corriente eléctrica, potencia activa y potencia aparente. Estos instrumentos de medición, tanto termopares y transductores de presión se encuentran ubicados a la entrada y salida del evaporador, compresor, condensador y válvula de expansión termostática.

Las características técnicas de la unidad condensadora son las siguientes: corresponde al modelo Friomold UF-300M que es enfriado por un ventilador accionado por un motor trifásico de 3 HP, cuenta con compresor MYCOM E-50, con presostato cuyo rango de operación -0.5 a 6 kg/cm<sup>2</sup> y, dos manómetros, uno de succión con rango de operación de 0 a 6 Bar y otro de descarga con rango de operación de 0 a 16 Bar.

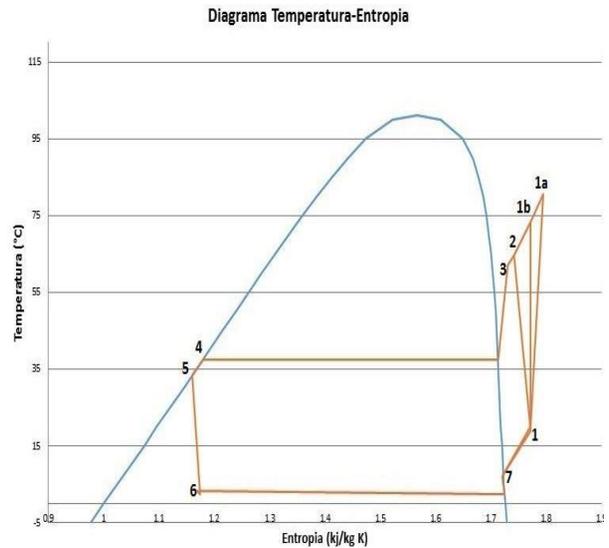
Se colocaron termopares en la entrada y salida de cada uno de los componentes del sistema. Son de la marca Omega CO3-T de cobre constatan, con un rango de medición de temperatura de -185 a 298 °C.

También se colocaron tres transductores de presión con sensor de cerámica para el lado de baja presión y otros tres para el lado de alta presión, todos de la marca Hauser con rango de operación de 0 a 6 Bar para los de baja presión y de 0 a 16 Bar para los de alta presión.

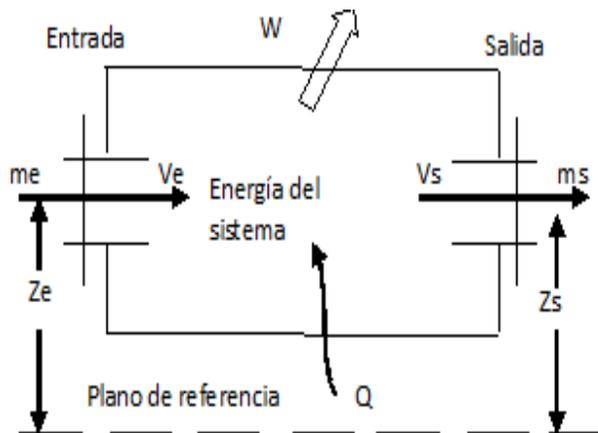
Con los datos obtenidos de temperatura y presión del refrigerante se obtienen diferentes variables termodinámicas, entre las cuales están la entropía, la entalpía y el volumen específico. Con estos se grafica el ciclo real de refrigeración en un diagrama T-s, como se muestra a continuación.

**Método de Evaluación de la generación de entropía en los Sistemas de Refrigeración**

La segunda ley de la termodinámica establece el sentido de dirección de los procesos de transferencia de energía y muestra cuando una transformación de energía es posible, mientras que la primera ley de la termodinámica únicamente proporciona información sobre la conservación de la energía en las transformaciones de una forma a otra. A través de la aplicación de la primera y segunda leyes de la termodinámica se calculan los flujos de energía y la generación de entropía. La entropía se genera por la transmisión de calor entre el refrigerante y el medio ambiente, por la fricción debido a la circulación del refrigerante, las caídas de presión y por fricción mecánica. El esquema general se muestra en el gráfico 1.



**Gráfico 1** Diagrama de Temperatura-Entropía de un ciclo de refrigeración real  
*Fuente: Elaboración Propia*



**Figura 2** Flujo de energía en un sistema abierto. *Fuente: Elaboración Propia*

### Ecuaciones Aplicables al Análisis Energético

La primera ley de la termodinámica es la ley de la conservación de la energía y se emplea en el análisis de los sistemas de ingeniería donde se involucran procesos de transferencia de calor y trabajo. Esta primera ley proporciona una técnica para el análisis energético, pero no describe la forma en que fluiría la energía.

La segunda ley de termodinámica da una dirección a los procesos de transferencia de energía y establece que siempre que se transfiere energía, el nivel de disponibilidad de la misma no puede conservarse, y aparte de ella tiene que reducirse a un nivel inferior. Al combinar esta segunda ley con la primera se obtiene información necesaria para analizar los procesos de transmisión energética y cuantificar la entropía que ocurre en el proceso.

La aplicación de estas leyes permite definir la eficiencia con que un proceso en un sistema abierto, como es el caso de la refrigeración, aprovecha la energía suministrada. El comportamiento energético desde el punto de vista de conservación de la energía, así como el uso de energía que den cada parte componente de un sistema de refrigeración, se analizan aplicando los principios del sistema termodinámico abierto. A través de la aplicación de la primera y segunda ley de termodinámica, se calculan los flujos de energía y la generación de entropía. El esquema general del sistema abierto se muestra en la figura 2, y las ecuaciones correspondientes a la primera y segunda leyes se expresan como sigue:

#### Primera ley de la termodinámica

$$\left[ \begin{array}{l} \text{suma de energías} \\ \text{de entrada al sistema} \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{l} \text{suma de energías} \\ \text{de salida del sistema} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{l} \text{variación de la energía en el sistema} \end{array} \right]$$

Considerando el caso de un solo flujo de masa con una entrada y una salida, el balance de energía se expresa por la siguiente ecuación:

$$m_e \left( h + \frac{v^2}{2} + gz \right)_e - m_s \left( h + \frac{v^2}{2} + gz \right)_s + Q - W = \left[ m_f \left( u + \frac{v^2}{2} + gz \right) - m_i \left( u + \frac{v^2}{2} + gz \right) \right]_{sist} \quad (1)$$

Para el flujo permanente y despreciando los cambios de energía cinética y potencial, el flujo de masa a la entrada y a la salida permanece constante y la variación de energía en el sistema es nula, por la ecuación (1) se escribe:

$$\dot{m}(h_e - h_s) + \dot{Q} - \dot{W} = 0 \quad (2)$$

La ecuación de la primera ley de la termodinámica para un sistema que intercambia calor y trabajo con los alrededores se reduce a:

$$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m}(h_s - h_e) \quad (3)$$

Esta ecuación establece el balance de energía para el compresor al que se le suministra una potencia mecánica; en tanto que, para el evaporador, el condensador, la válvula de expansión y las tuberías de alta y baja presión, que están en contacto con el medio ambiente (alrededores) y a los que no se le suministra trabajo ( $\dot{W}_m=0$ ), el balance de energía es:

$$\dot{Q} = \dot{m}(h_s - h_e) \quad (4)$$

#### Segunda ley de la termodinámica

$$\left[ \begin{array}{l} \text{transferencia de} \\ \text{entropía por} \\ \text{transmisión de} \\ \text{calor al sistema} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{l} \text{suma de entropías} \\ \text{de entrada al sistema} \\ \text{con la masa} \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{l} \text{suma de entropías} \\ \text{de salida del sistema} \\ \text{con la masa} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{l} \text{generación de} \\ \text{entropía en el} \\ \text{sistema} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{l} \text{variación de} \\ \text{entropía en} \\ \text{el sistema} \end{array} \right]$$

Para el caso de un flujo de masa de entrada y un flujo de masa de salida, el balance de entropía queda expresado por:

$$\int_{rev} \frac{\delta Q}{T} + m_e s_e - m_s s_s + I = (s_f - s_s)_{sist} \quad (5)$$

Para el flujo permanente, la variación de entropía en el sistema es cero y el flujo de generación de irreversibilidades, a partir de la ecuación (5) queda como:

$$\dot{I} = \dot{m}(s_s - s_e) - \int_{rev} \frac{\delta Q}{T} \quad (6)$$

Por otra parte, para obtener la generación de entropía (irreversibilidades) para cada uno de los componentes del sistema de refrigeración, se aplica la ecuación de la segunda ley de la termodinámica.

$$\Delta S_{gen} = \dot{m}(s_s - s_e)_{sist} + \frac{\dot{Q}_{alr}}{T_{alr}} \quad (7)$$

Donde el término  $\dot{m}(s_s - s_e)_{sist}$  representa el cambio de entropía del sistema, debido a la irreversibilidad en el interior de este, aunque no exista transferencia de calor hacia el sistema durante el proceso.

Y el término  $\frac{\dot{Q}_{alr}}{T_{alr}}$  representa el flujo de entropía térmica sobre los componentes del sistema; una transferencia de calor que cruza los puntos de su frontera a diferentes temperaturas.

Al sustituir la ecuación (4) en la (5), se obtiene la ecuación de generación de entropías en función de las entalpías.

$$\Delta \dot{S}_{gen} = \dot{m}(s_s - s_e) - \frac{h_s - h_e}{T_{alr}} \quad (8)$$

Donde la temperatura de los alrededores es igual a la temperatura del medio ambiente.

$$T_{alr} = T_o$$

Sustituyendo en la ecuación (8)

$$\Delta \dot{S}_{gen} = \dot{m}(s_s - s_e) - \frac{h_s - h_e}{T_o} \quad (9)$$

Pero al considerarse una sola corriente de entrada y salida se obtiene la ecuación de irreversibilidad.

$$\dot{I} = T_o(s_s - s_e)_{sist} - \frac{h_s - h_e}{T_o} \quad (10)$$

Y de una manera general la irreversibilidad es:

$$\dot{I} = T_o(\Delta S_{sist} + \Delta S_{alr}) \quad (11)$$

Esta última ecuación es la ecuación general de un sistema abierto, que ubica a un fluido en movimiento y en el que existe producción de calor y realiza trabajo

### Proceso de Temperatura Promedio (PAT)

Si las contribuciones individuales en la producción de entropía se pueden identificar experimentalmente, ¿por qué la necesidad de definir y trabajar con un PAT? Si el único objetivo es determinar el coeficiente de operación (COP) en condiciones de operación particulares, entonces, de hecho, el PAT es una variable innecesaria. Sin embargo, una vez que se intenta realizar diagnósticos en los procesos de evaporación y condensación, o predecir el rendimiento del proceso de compresión en diferentes condiciones de operación, o evaluar mejoras de COP que derivan de la disminución de una fuente de irreversibilidad, entonces, la necesidad de un PAT preciso se vuelve esencial para realizar procesos de optimización.

El PAT es un parámetro que muestra una ponderación por partes correctamente ponderada de temperaturas medidas a lo largo de caminos no isotérmicos. Cuando el PAT se multiplica por la producción de entropía en un proceso dado, se obtiene el trabajo potencial perdido.

$$PAT = \frac{\text{trabajo de potencia perdido}}{\text{producción de entropía}} \quad (12)$$

No habría problema en igualar PAT en un proceso no isotérmico conocido si se conocieran las distribuciones temporales y espaciales de las propiedades termodinámicas en la ruta del proceso de refrigeración. En situaciones prácticas, sin embargo, se relaciona con el sistema termodinámico como un proceso que puede ser probado desde el exterior en donde solo necesitan conocerse la temperatura de evaporación y la temperatura de condensación. En términos de variable termodinámica medible, el PAT viene dado por:

$$PAT = \frac{\int_{entrada}^{salida} dH}{\int_{entrada}^{salida} \frac{dH}{T}} \quad (13)$$

Para enfriadores mecánicos, recordando la ecuación, también se puede expresar como:

$$PAT = \frac{\int_{entrada}^{salida} dH}{\int_{entrada}^{salida} dS - \Delta S_{int}} \quad (14)$$

Es importante mencionar que el PAT es la relación entre el cambio de entalpía y el cambio de entropía en el proceso, lo que a menudo se denomina temperatura promedio entrópica.

Temperatura media  $T_{ab}$

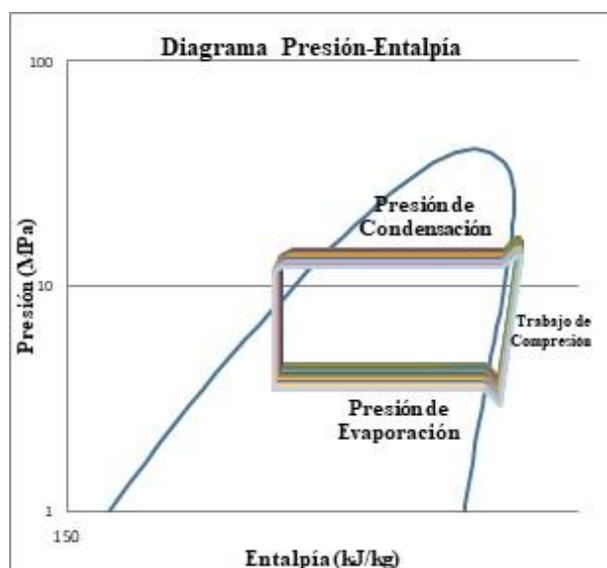
$$T_{ab} = \frac{\int_{entrada}^{salida} dH}{\int_{entrada}^{salida} dS} \quad (15)$$

El PAT puede calcularse fácilmente a partir de las propiedades termodinámicas del refrigerante si se conocen las presiones y temperaturas locales en las entradas y salidas. Por ejemplo, para un intercambio de calor puramente sensible (y sin disipación interna) desde la temperatura inicial  $T_i$  hasta la temperatura final  $T_f$ , la ecuación (15) se reduce a la expresión familiar de logaritmo medio.

$$PAT = \frac{T_f - T_i}{\ln \frac{T_f}{T_i}} \quad (16)$$

## Analisis de resultados

Una vez obtenidas las variables termodinámicas se procede a graficar mediante un ciclo real de refrigeración de Presión-Entalpía la evolución del ciclo termodinámico con respecto al tiempo, tal como muestra el gráfico 2.

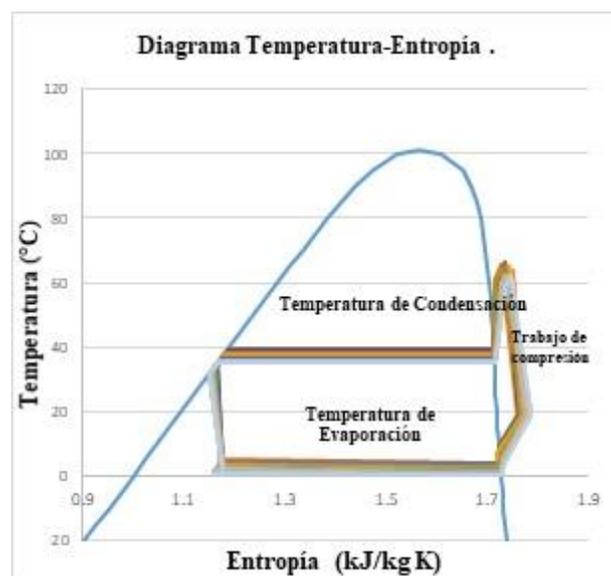


**Gráfico 2** Diagrama del ciclo real de refrigeración

Fuente: Elaboración Propia

Es importante mencionar que la presión de evaporación tiende a variar con respecto al tiempo conforme la temperatura del agua disminuye, mientras la variación de la presión de condensación no es tan evidente y esto se debe a que en un proceso de compresión existe un proceso de enfriamiento lo que permite que la diferencia de la temperatura del refrigerante con respecto a la temperatura ambiente no sea tan grande. Este proceso de enfriamiento se muestra en el gráfico 3, así como también se ve reflejado que el trabajo de compresión tiende a disminuir a causa del enfriamiento.

Es importante mencionar que el análisis se realizó a una misma carga térmica para fundamentar el comportamiento del refrigerante a las mismas condiciones.



**Gráfico 3** Diagrama Temperatura- Entropía de un ciclo real con enfriamiento

Fuente: Elaboración Propia

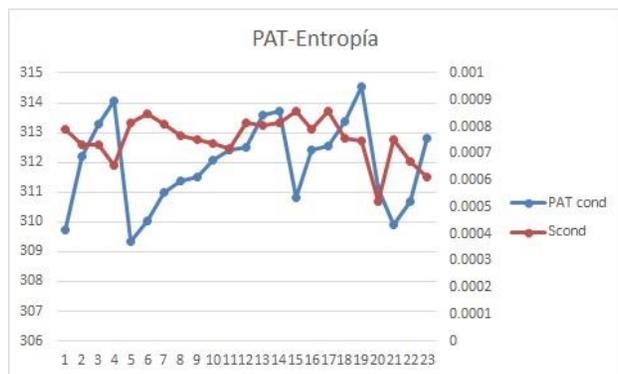
En el gráfico 4 se muestra el comportamiento del PAT del condensador y el evaporador y se tiene que la tendencia es la misma, esto se debe a que conforme la temperatura del espacio a enfriar disminuye, también hace lo mismo la presión del evaporador y obliga a la presión del condensador que haga lo mismo.



**Gráfico 4** Comportamiento del PAT del evaporador y condensador

Fuente: Elaboración Propia

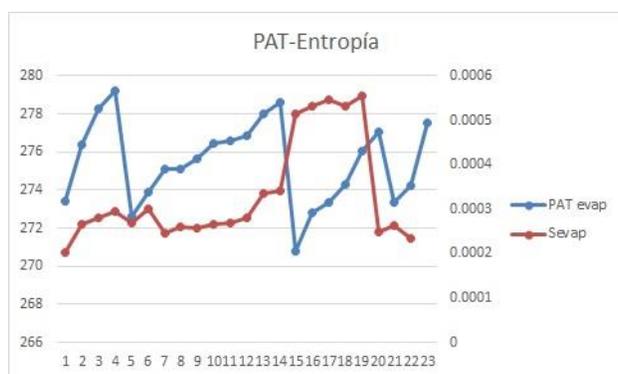
En el gráfico 5 se muestra que, en una comparación del PAT del condensador con respecto a la entropía generada en el mismo componente, la tendencia no se comporta de la misma manera como en el gráfico 4 y esto se debe a la transferencia de calor, que existe entre el refrigerante y el medio ambiente, y a las caídas de presión que existen cuando fluye a través de este.



**Gráfico 5** Comparación del PAT con respecto a la entropía generada en el condensador

Fuente: *Elaboración Propia*

En el gráfico 6 se muestra un comportamiento de gran interés, ya que nos indica que cuando el PAT aumenta la generación de entropía disminuye y el flujo de refrigerante aumenta, lo que es un punto por considerar en cuestiones de diseño para encontrar un punto de optimización durante el proceso de refrigeración.



**Gráfico 6** Comparación del PAT con respecto a la entropía generada en el evaporador

Fuente: *Elaboración Propia*

## Conclusiones

El *PAT* para la disipación interna en un condensador puede entenderse por razones físicas simples y es que el calor generado por la disipación interna crea un mayor requisito de rechazo de calor en el condensador  $T_{cond}$ . Por lo tanto, el valor promedio del proceso en el condensador es el *PAT* apropiado, pero el valor de la generación de entropía tiende a aumentar. Para el evaporador, el *PAT* para la disipación interna estará compuesto por las debidas construcciones ponderadas por entropía, es decir que el *PAT* está relacionado con la generación de la entropía en un orden inverso, es decir que cuando el *PAT* aumenta la entropía disminuye, y por el contrario, cuando el *PAT* disminuye la generación de entropía aumenta.

## Referencias

- [1] Beenon W L, Pham H M. Vapor-injected scroll compressor. *ASHRAE Journal*, 2003, 45(4): p. 22-27
- [2] Cho H, Chung J T, Kim Y. Influence of liquid refrigerant injection on the performance of an inverter-driven scroll compressor. *International Journal of Refrigeration*, 2003, 26: p. 87-94
- [3] Ding Y J, Chai Q H, Ma G Y, et al. Experimental study of an improved air source heat pump. *Energy Conversion and Management*, 2004, 45: p. 2393-2403
- [4] Kondo S., Takizawa K., TokuhashK. i, Effects of temperature and humidity on the flammability limits of several 2L refrigerants, *J. Fluor. Chem.* 2012; 144: 130–136.
- [5] Qiu G., Meng X., Wu J., Density measurements for 2,3,3,3-tetrafluoroprop-1-ene (R1234yf) and trans- 1,3,3,3-tetrafluoropropene (R1234ze(E)), *J. Chem. Thermodyn.* 2013; 60: 150–158.
- [6] X Meng., Qiu G., Wu J., AbdulagatoI M. v, Viscosity measurements for 2,3,3,3-tetrafluoroprop-1-ene (R1234yf) and trans-1,3,3,3-tetrafluoropropene (R1234ze(E)), *J. Chem. Thermodyn.* 2013; 63: 24–30.
- [7] Di Nicola G., Brandoni C., Di Nicola C., Giuliani G., Triple point measurements for alternative refrigerants, *J. Therm. Anal. Calorim.* 2012; 108: 627–631.
- [8] Fukuda S., Kondou C., Takata N., Koyama S., Low GWP refrigerants R1234ze(E) and R1234ze(Z) for high temperature heat pumps, *Int. J. Refrig.* 2013; 40: 161–173.
- [9] Xu S X, Ma G Y, Working performance of R-32 two-stage compression system in domestic air-conditioner, *Energy and Buildings* 2015; 93: 324-331.
- [10] Yang M, Wang B L, Li X T, Shi W X, Zhang L, Evaluation of two-phase suction, liquid injection and two-phase injection for decreasing the discharge temperature of the R32 scroll compressor, *International Journal of Refrigeration* 2015; 59: 269-280.

[11] Dutta A., Yanagisawa T., Fukuta M., An investigation of the performance of a scroll compressor under liquid refrigerant injection, *International Journal of Refrigeration* 2001; 24: 577-587.

[12] Cho H., Chung J T, Kim Y., Influence of liquid refrigerant injection on the performance of an inverter-driven scroll compressor, *International Journal of Refrigeration* 2003; 26: 87-94.

[13] Navarro E., Redon A., Gonzalvez-Macia J., Martinez-Galvan I O, Corberan J M, Characterization of a vapor injection scroll compressor as a function of low, intermediate and high pressures and temperature conditions, *International Journal of Refrigeration* 2013; 36: 1821-1829.

## Análisis de control de inventarios en la microempresa Muelles Melecio

### Inventory control analysis at the Muelles Melecio microenterprise

OLVERA-MONTOYA, Ana Luisa†\*, ESPINOSA-RODRÍGUEZ, Marcela y CALDERÓN-GONZÁLEZ, Giuliana

*Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra. Tecnológico Nacional de México*

ID 1<sup>er</sup> Autor: Ana Luisa, Olvera-Montoya / ORC ID: 0000-0001-5922-674X, Researcher ID Thomson: X-2907-2018, CVU CONACYT ID: 953288

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Marcela, Espinosa-Rodríguez / ORC ID: 0000-0001-9874-3432, Researcher ID Thomson: X-3049-2018, CVU CONACYT ID: 523175

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Giuliana, Calderón-González / ORC ID: 0000-0003-2670-6004, Researcher ID Thomson: X-3088-2018, CVU CONACYT ID: 953348

DOI: 10.35429/JTO.2019.10.3.9.13

Recibido 10 de Marzo, 2019, Aceptado, 30 de Junio, 2019

#### Resumen

La administración de un inventario implica decir qué cantidad de material se necesita y cuándo colocar los pedidos, recibir, almacenar y llevar el registro, ya que el principal objetivo es mantener los costos bajos y conservar suficientes productos terminados para las ventas. El inventario representa una de las inversiones más importantes de las empresas con relación al resto de sus activos, ya que son fundamentales para las ventas e indispensables para la optimización de las utilidades. La investigación "Análisis de control de inventarios en la microempresa Muelles Melecio" se pretende analizar el manejo de inventarios en la microempresa Muelles Melecio. Para conocer los procedimientos empleados por la organización se lleva a cabo la aplicación del instrumento, compuesto de preguntas relacionadas con administración de los inventarios y análisis integral costo beneficio. y finalmente el análisis descriptivo de control de inventario en la microempresa. El tipo de investigación que sigue este proyecto es de tipo no experimental y descriptiva. El diseño que se utilizará corresponde al transeccional, consistiendo en recolectar datos en un solo momento, en un tiempo único. Se tiene como propósito obtener un análisis del manejo y control del inventario en la microempresa Muelles Melecio.

**Administración de Inventarios, Microempresa, Costo**

#### Abstract

The administration of an inventory implies saying how much material is needed and when to place orders, receive, store and keep the record, since the main objective is to keep costs low and keep enough finished products for sales. The inventory represents one of the most important investments of the companies in relation to the rest of their assets, since they are fundamental for the sales and indispensable for the optimization of the utilities. The research "Analysis of inventory control in the Muelles Melecio microenterprise" is intended to analyze the management of inventories in the Muelles Melecio microenterprise. To know the procedures used by the organization, the application of the instrument is carried out, consisting of questions related to inventory management and comprehensive cost-benefit analysis. and finally the descriptive analysis of inventory control in the microenterprise. The type of research that follows this project is non-experimental and descriptive. The design that will be used corresponds to the transeccional, consisting of collecting data in a single moment, in a single time. Its purpose is to obtain an analysis of the management and control of the inventory at the Muelles Melecio microenterprise.

**Inventory Management, Microenterprise, Cost**

**Citación:** OLVERA-MONTOYA, Ana Luisa, ESPINOSA-RODRÍGUEZ, Marcela y CALDERÓN-GONZÁLEZ, Giuliana. Análisis de control de inventarios en la microempresa Muelles Melecio. Revista de Operaciones Tecnológicas. 2019. 3-10: 9-13

\* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: anolvera@itess.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

La administración del inventario es un tema central para evitar problemas financieros en las organizaciones, es un componente fundamental en la productividad de una empresa, ya que es el activo corriente de menor liquidez que manejan y que además contribuye a generar rentabilidad. El inventario es el conjunto de mercancías o artículos que tiene la empresa para comerciar, permitiendo la compra y venta o la fabricación para su posterior venta, en un periodo económico determinado. Su propósito fundamental es proveer a la empresa de materiales necesarios para su continuo y regular desenvolvimiento. tiene un papel primordial en el funcionamiento del proceso de producción que permite afrontar la demanda.

Se debe mantener un nivel adecuado de inventario, ya que, si se mantienen inventarios demasiados elevados, el costo de mantenimiento será elevado implicando problemas financieros a la empresa. Es decir, elevados niveles de inventario implican recursos financieros inmovilizados que pueden ser utilizados en actividades más productivas para la empresa, además de convertirse en obsoletos en poco tiempo hasta llegar a dañarse. Por el contrario, si se mantiene un nivel bajo de inventario, habrá que hacerse más pedidos al año, aumentándose dichos costos. Adicionalmente, no se atendería satisfactoriamente a la demanda, ocasionando a su vez, pérdida de clientes, disminución de ventas y reducción de las utilidades.

Por lo tanto, se requiere del uso de diferentes técnicas de inventario, a fin de determinar su nivel óptimo y así disminuir los costos totales implicados en el inventario y optimizar las utilidades. Los inventarios se hayan con frecuencia en espacios como pueden ser; almacenes, patios, pisos de las tiendas, equipo de transporte y en los estantes de tiendas de menudeo. Tener estos inventarios disponibles para los clientes puede costar, al año, entre 20 y 40% de su valor. Por lo tanto, administrar cuidadosamente los niveles de inventario tiene un buen sentido económico. (Ballou, 2004)

Salvatierra, es una región agrícola y de tipo comercial en su mayoría. Una microempresa posee características que la diferencia de las demás. Según Nacional Financiera Banca de Desarrollo (2008), el número de trabajadores esta en un rango de hasta 10 y ventas anuales de hasta \$4 millones.

La microempresa “Muelles Melecio” inicio actividades hace más de 30 años en la ciudad de Salvatierra, Gto. Siendo su principal actividad la venta e instalación de muelles y suspensiones a cualquier tipo de vehículo. Actualmente cuenta con 6 trabajadores, sus principales clientes se ubican en la ciudad de Salvatierra y Celaya.

La microempresa cuenta un almacén de materia prima pero no tiene ningún sistema que le ayude a calcular cuándo y cuánto es lo óptimo a pedir para no generar costos de almacenamiento y no detener actividades por faltantes para la producción.

La microempresa realiza los pedidos de materia prima cada mes, para realizar el pedido se revisa visualmente el área de almacén para ver que hace falta, si durante el periodo falta materia prima o algún insumo para la compostura de algún carro es conseguido con el proveedor en la ciudad de Celaya Gto, y esto genera atrasos en la entrega o pérdida del cliente, ya que puede varias de horas a días la entrega de los vehículos.

A pesar de que existen diversos métodos para el manejo de inventarios elaborados por especialistas y probados en condiciones reales, muchas empresas no los utilizan sea por desconocimiento, negligencia o por suponer, equivocadamente, que hacerlo sería costoso.

El empleo de métodos deficientes puede llegar a poner en riesgo la supervivencia de las empresas, particularmente de tamaño micro. Un sistema de inventario es el conjunto de políticas y controles que vigilan los niveles del inventario y determinan aquellos a mantener, el momento en que es necesario reabastecerlo y qué tan grandes deben ser los pedidos. (Aquilano, Jacobs y Robert, 2009)

El estudio de análisis de caso se realizó con el fin de detectar las deficiencias en la administración de inventarios, La falta de un control interno de inventario hace que existan productos obsoletos, perdidas físicas por ende monetarias que afectan la rentabilidad de la empresa. Con el análisis de control de inventarios servirá para una toma de decisión acertada.

## Objetivos

### Objetivo General

Analizar el manejo de control de inventario en la microempresa “Muelles Melecio”

### Objetivos Específicos

- Aplicar el instrumento, compuesto de preguntas que incluyan cuantas relacionadas y administración de los inventarios.
- Hacer un análisis de la administración del inventario en la microempresa.
- Entregar el análisis al dueño de la empresa.

## Metodología de la Investigación

### Tipo de Investigación

Se identifican dos tipos de diseños, el transeccional y el longitudinal en la investigación no experimental. El diseño que se utilizará corresponde al transeccional, consistiendo en recolectar datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (Hernández *et al.*, 2010).

#### – Investigación descriptiva

Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos.

Tamayo y Tamayo (2013), señalan concretamente que este tipo se fundamenta no sólo en la descripción, sino además en el registro, análisis e interpretación del fenómeno o acontecimiento.

El enfoque de este trabajo es mixto, puesto que la problemática para obtener la información del sistema es cualitativa, por observación directa y entrevistas con directivos y trabajadores, y cuantitativa, por la información obtenida con el arreglo de la información proporcionada.

Para comenzar con la investigación se agendó una cita con el dueño de la microempresa para explicarles el motivo por el cual se iba a realizar la investigación y los posibles beneficios que se podrían obtener con los resultados.

#### – Métodos Teóricos

El instrumento de recolección de datos utilizado está compuesto por cuatro apartados de los cuales cada uno de ellos contiene una batería de preguntas, el primer apartado se enfoca a control de inventario, el segundo administración de los inventarios, apartado tres técnicas de administración de inventarios y por último análisis integral costo-beneficio. El número de preguntas de cada apartado son, ocho, cuatro, ocho y cinco, respectivamente.

Según Fernández (2005), la escala de Likert es una escala psicométrica utilizada principalmente en la investigación de mercados para la comprensión de las opiniones y actitudes de un consumidor hacia una marca, producto o mercado meta. Sirve principalmente para realizar mediciones y conocer el grado de conformidad de una persona o encuestado hacia determinada oración afirmativa o negativa.

Dentro de los aspectos considerados en la escala se determinó usar la alternativa, donde los puntos son los siguientes:

- 1 Si cumple
- 2 No cumple
- 3 Cumple parcialmente

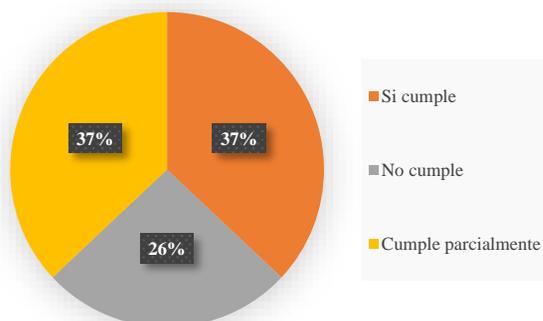
Para la presente investigación se tomó la microempresa “Muelles Melecio” de la Ciudad de Salvatierra. El instrumento fue aplicado al dueño de la microempresa. Posteriormente, se hizo el compilado de datos para analizarlos, después elaborar las gráficas y entregar conclusiones al dueño.

## Resultados

A continuación, se presentan los resultados de la investigación haciendo uso del instrumento:

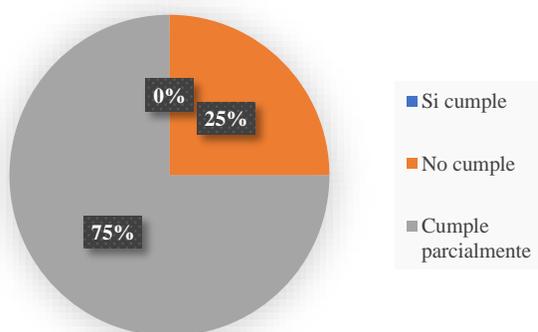
El primer apartado corresponde a Control de Inventario en Almacén. Algunas de las preguntas que se le hicieron al dueño fueron, si se conoce la cantidad de inventario en almacén, se tiene algún control de la mercancía vendida, se conocen los costos asociados al producto no vendido, entre otras cuestiones evaluadas. En la gráfica 1, se puede observar que el 26% no cumple con un control adecuado de inventario de almacén. El 37% indica que, si cumple y también parcialmente con registros, revisiones, control e identificación física de inventario que se maneja en almacén.

CONTROL DE INVENTARIO EN ALMACÉN

**Gráfica 1** Cantidad de inventario en almacénFuente: *Elaboración Propia*

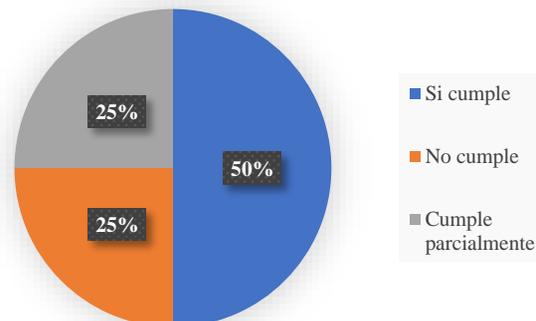
En el apartado 2, se refiere a la Administración de los Inventarios, este apartado se enfoca a la satisfacción del cliente y de la demanda y también si identifican si el producto se vuelve obsoleto al pasar algún tiempo, también muy importante si identifican el tiempo que se quedan sin mercancía. Se pudo identificar que el 75% corresponde a que se tiene una administración de inventario parcialmente dentro de la microempresa. Pero dicha información por lo general no está registrada en un sistema. Y se obtuvo un 0% que si cumplen con una Administración correcta de los inventarios. A continuación, se presenta la gráfica 2, con los datos antes mencionados.

ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIO

**Gráfica 2** Administración de inventarioFuente: *Elaboración Propia*

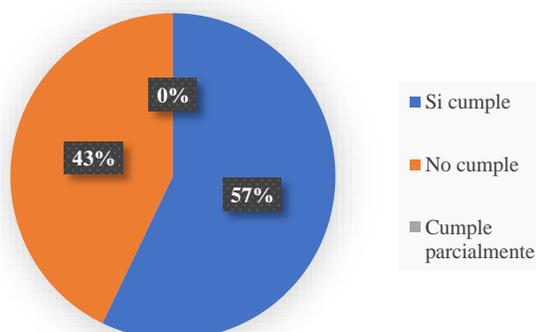
En la gráfica 3, se muestra que el 50% de la microempresa SI cumple con Técnicas de Administración de Inventarios, las preguntas estaban enfocadas a si manejan alguna técnica de control, saben las cantidades correctas y optimas en los pedidos, identifican los costos asociados de mantener el inventario y manejan la metodología JIT.

TÉCNICAS DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS

**Gráfica 3** Técnicas de administración de inventarioFuente: *Elaboración Propia*

En el apartado 4, se enfoca al Análisis Integral Costo-Beneficio, El 43% no cumple con un análisis de costo, contra un 57% que si cumple, este apartado se enfoca a la parte económica, inversión, compras, etc. Los porcentajes se pueden apreciar en la gráfica 4.

ANÁLISIS INTEGRAL COSTO-BENEFICIO

**Gráfica 4** Análisis integral costo-beneficioFuente: *Elaboración Propia*

## Conclusiones

La administración de inventarios es una responsabilidad clave de operaciones debido a que afecta seriamente los requerimientos de capital, los costos y el servicio al cliente.

Para la mayoría de las empresas, la inversión en el inventario representa una suma importante. Como esta inversión es tan grande, las prácticas administrativas que den como resultado ahorros en un pequeño porcentaje de los valores del inventario total, representan grandes ahorros en dinero. (Heredia.2013)

La Administración de Inventarios no son muy utilizados en la microempresa “Muelles Melecio”.

La microempresa “Muelles Melecio” de tienen conocimiento de los inventarios, pero no manejan correctamente la Administración de los inventarios ya que no manejan registros exactos de artículos en existencia ni de venta y no tienen una base de datos para realizar pronósticos. La forma de hacer nuevas cantidades de pedidos a los proveedores es de forma empírica o a la experiencia, acorde a la temporada o a la demanda. También se identificó que no manejan algún sistema informático que les ayude a pronosticar ventas y a manejar inventarios.

El control del inventario es importante para la producción de varias maneras. Primero, el inventario debe ser lo bastante grande para equilibrar la línea de producción. Segundo, los inventarios de materias primas, productos semiterminados y productos terminados absorben la holgura cuando fluctúan las ventas o los volúmenes de producción. Además, esto conduce a una tercera razón de importancia, los inventarios tienden a proporcionar un flujo constante de producción, lo que facilita la programación. Finalmente, la Administración de inventario conduce a producir y comprar en lotes de tamaño económico. (Meana,2017)

Para que la microempresa mantengan su competitividad, es necesario definir una metodología que les permita estimar las políticas de control de inventarios de productos terminados y materia prima a lo largo de la cadena de abastecimiento, considerando la naturaleza de la demanda y los tiempos de suministro. (Olvera,2018)

### Agradecimiento

Agradezco al Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra por las facilidades para la elaboración del artículo. Y a la microempresa “Muelles Melecio” de la ciudad de Salvatierra, Gto.

### Referencias

Aquilano, Nicolas. J., Jacobs, Robert. F., & Chase, Richard B. (2009). ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES. Producción y Cadena de Suministros. Duodécima edición. México, D.F.: MCGRAW-HILL.

Gitman, L. (1986). Fundamentos de la Administración Financiera. Tercera edición. México: Harla

Heredia, N (2013) Gerencia de Compras. La nueva estrategia competitiva. Bogotá, Colombia. Ecoe ediciones.

Hernández Sampieri, R., Fernández C., C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill.

Hamid Noori, Russell Radford (1997). Administración de operaciones y producción: calidad total y respuesta sensible rápida. McGraw-Hill.

Meana, P (2017) Gestión de los inventarios. Madrid España. Editorial, Cimapress.

Nacional financiera Banca de Desarrollo. (2008). Recuperado el 24 de Enero de 2017, de <http://www.nafin.com.mx>

Pueblos de México. (21 de Febrero de 2016). Obtenido de [http://www.pueblosmexico.com.mx/pueblo\\_mexico\\_ficha.php?id\\_rubrique=523](http://www.pueblosmexico.com.mx/pueblo_mexico_ficha.php?id_rubrique=523)

OLVERA MONTOYA, Ana Luisa, ESPINOSA-RODRIGUEZ, Marcela y RAMOS-AGUILAR, Maribel (2018), Gestión de inventarios en las microempresas de Salvatierra, Gto. Revista de Planeación y Control Microfinanciero. revista@ecorfan.org.

Ross, S., Westerfield, R. y Jordan, b. (2006). Fundamentos de finanzas corporativas. Séptima edición. México: Editorial McGraw-hill.

Tamayo y Tamayo, Mario. (1997). El Proceso de la Investigación científica. México: Editorial Limusa S.A.

Tamayo, M. T. (2013). Investigación Científica. México D.F. Editorial Limusa S.A.

## Incremento en disponibilidad y control de almacén mediante un análisis del historial de mantenimiento

### Increase the availability and control of storage through the analysis of the history of Maintenance

GONZALEZ-ZARAZUA, Roberto Aldo†, SAN MIGUEL-IZA, Sandra Maria\*, MARTINEZ-FALCON, Francisco Javier y BELTRAN-GONZALEZ, Elsa

*Universidad Tecnológica de la Región Centro de Coahuila. Carretera 57 Nte Km 14.5, Tramo Monclova-Sabinas, Monclova Coah. México.*

ID 1<sup>er</sup> Autor: Roberto Aldo, Gonzalez-Zarazua / ORC ID: 0000-0002-7597-3697, CVU CONACYT ID: 254740

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Sandra Maria, San Miguel-Iza / ORC ID: 0000-0002-3012-3250, CVU CONACYT ID: 440841

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Francisco Javier, Martinez-Falcon / ORC ID: 0000-0001-5748-1093, CVU CONACYT ID: 254946

ID 3<sup>er</sup> Coautor: Elsa, Beltran-Gonzalez / ORC ID: 0000-0002-3987-2071, CVU CONACYT ID: 254564

DOI: 10.35429/JTO.2019.10.3.14.18

Recibido 8 de Marzo, 2019, Aceptado, 30 de Junio, 2019

#### Resumen

La falta de administración del mantenimiento en las empresas trae con sí una disminución en la disponibilidad de los equipos y altos niveles de inventario que reflejan alguno de los desperdicios. Al realizar un análisis del historial de mantenimiento se observan algunas tendencias que indican algunas desviaciones en la incidencia de fallas en algunos equipos y el alto consumo o requisición de refacciones o partes para realizar las tareas de mantenimiento. La visión integrada de los conceptos de fiabilidad (capacidad para funcionar continuamente durante un determinado período de tiempo), mantenibilidad (capacidad para ser mantenido preventiva y correctivamente), disponibilidad (capacidad para funcionar en un instante determinado) y el establecimiento de un control de inventario que maneje los niveles óptimos para el aseguramiento del mantenimiento y capacidad productiva de la empresa. Esto permite obtener una programación y ejecución correcta de las actividades de mantenimiento y la planeación del inventario y así aumentar la competitividad de la empresa.

#### Disponibilidad, Inventario, Análisis

#### Abstract

The lack of maintenance management in the companies brings with it a decrease in the availability of the equipment and high levels of inventory that affect some of the waste. When performing an analysis of the maintenance history, some trends are observed that indicate some deviations in the incidence of failures in some equipment and the high consumption or requirement of spare parts or parts to perform maintenance tasks. The integrated vision of the concepts of reliability (ability to run continuously for a certain period of time), maintainability (ability to be maintained preventively and correctly), availability (ability to operate at a given time) and the establishment of an inventory control that manages the optimum levels for the maintenance assurance and the productive capacity of the company. This allows to obtain a correct programming and execution of maintenance activities and inventory planning and thus increase the competitiveness of the company.

#### Availability, Inventory, Analysis

**Citación:** GONZALEZ-ZARAZUA, Roberto Aldo, SAN MIGUEL-IZA, Sandra Maria, MARTINEZ-FALCON, Francisco Javier y BELTRAN-GONZALEZ, Elsa. Incremento en disponibilidad y control de almacén mediante un análisis del historial de mantenimiento. Revista de Operaciones Tecnológicas. 2019. 3-10: 14-18

\* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: sandryiza\_16@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

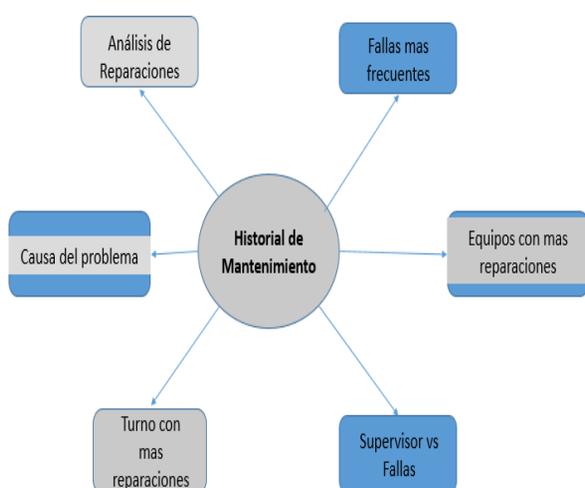
El enfoque del proyecto en esta empresa del área minera es aumentar la disponibilidad de los equipos y disminuir los niveles y costos de inventario de los componentes y refacciones que se requieren para las actividades de mantenimiento. Dado que un aumento en la disponibilidad de las máquinas lleva consigo un incremento de la productividad y un control de inventarios también mejora los costos de mantenimiento haciendo más rentable la empresa.

## Justificación

La empresa Minera Siderúrgica de Coahuila tiene altos costos de inventario y un deficiente programa de mantenimiento que hacen que el rendimiento de la planta disminuya esto se debe en gran parte a la mala administración que se lleva por la parte del área de mantenimiento, que aunque se cuenta con un historial de este no se tiene un buen seguimiento.

## Problema

Los problemas que se analizarán en el presente proyecto son la falta de seguimiento, planeación del mantenimiento, altos costos de los inventarios de refacciones y partes para el mantenimiento. En la Figura 1. Se observa el historial de mantenimiento.



**Figura 1** Historial de mantenimiento

## Objetivos

### Objetivo General

Realizar un análisis del historial de mantenimiento a la maquinaria pesada que se utiliza en la mina para determinar las principales fallas y atenderlas de manera rápida y así poder tener un control de inventario en el cual su costo se vea reducido disminuyendo inventarios de refacciones.

### Objetivos específicos

- Realizar un análisis del historial de mantenimiento.
- Aumentar la disponibilidad de la máquina.
- Determinar las principales refacciones que se utilizan según la frecuencia de mantenimiento.
- Disminuir los costos de inventario.

## Marco Teórico

### ¿Qué es el mantenimiento?

Conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento. [1-2]. Conjunto de actividades destinadas a mantener o a restablecer un bien a un estado o a unas condiciones dadas de seguridad en el funcionamiento, para cumplir con una función requerida. Estas actividades suponen una combinación de prácticas técnicas, administrativas y de gestión, se pueden observar en la Figura 2.



**Figura 2** Funciones del mantenimiento

## ¿Qué es un historial?

La recopilación de datos de los equipos tales como marca, modelo, representante, posible proveedor nos facilita la tarea de llevar un mejor control del mantenimiento.

La documentación de las fallas, sus soluciones y refacciones utilizadas nos permite en caso de que se repita resolverlo con mayor rapidez y deducir los métodos de prevención necesarios para evitar que vuelva a suceder. En el caso de que se tenga que hacer alguna modificación al equipo aquí también se documenta la forma en que se realizó.

Datos que puede contener un historial

- Datos generales. Nombre del equipo, Marca, Serie, Modelo, Representante, Capacidad de diseño, observaciones generales, imagen del equipo.
- Componentes principales. Por facilidad dividimos el equipo en componentes eléctricos, mecánicos, etc. después una subdivisión como motor principal, arrancador, bombas, etc.
- Lista de refacciones. Refacciones que consideramos críticas y su cantidad en almacén, así como posible proveedor.
- Historia. Anotación de fallas, Trabajos, Modificaciones, etc. anotando Fecha, Falla o trabajo, Solución, si es correctivo o Preventivo, Tiempo, Refacciones utilizadas y encargado.

## Disponibilidad

La disponibilidad propiamente dicha es el cociente entre el tiempo disponible para producir y el tiempo total de parada. Para calcularlo, es necesario obtener el tiempo disponible, como resta entre el tiempo total, el tiempo por paradas de mantenimiento programado y el tiempo por parada no programada. Una vez obtenido se divide el resultado entre el tiempo total del periodo considerado.

Las horas de parada por mantenimiento que deben computarse son tanto las horas debidas a paradas originadas por mantenimiento programado como el no programado.

## Inventarios

El inventario es una herramienta básica para que las empresas puedan gestionar las necesidades de cada una de las existencias o productos, cuando realizar el pedido al proveedor y la cantidad necesaria. [3]

El inventario se crea cuando el volumen de materiales, partes o bienes terminados que se recibe es mayor que el volumen de los mismos que se distribuye. [4] El Sistema de Inventario Perpetuo es el mejor sistema de registro de mercancías para cualquier empresa debido a su buena organización. También es conocido como Sistema de Inventario Constante o Permanente, este organiza la información de tal manera que pueda ser localizada en cualquier momento, sin problemas y por quien lo necesite, del valor del inventario final, las salidas de los consumibles dentro de la empresa, el total de las compras de dichos consumibles. [5]

Definición de Almacén:

Es un lugar o espacio físico para el almacenaje de bienes dentro de la cadena de suministro. [6] Los almacenes son una infraestructura imprescindible para la actividad de todo tipo de agentes; El Sistema de Inventarios Constantes o Perpetuos, es el más completo de los sistemas para el control de las operaciones con mercancías, y presenta como ventaja el control “constante” de los costos de la mercancía comprada y de las correlativas salidas de almacén.

El procedimiento de Inventarios perpetuos, consiste en registrar las operaciones de mercancías de tal manera que se pueda conocer en cualquier momento el valor del inventario final, las salidas de los consumibles dentro de la empresa, el total de las compras de dichos consumibles.

Para tener este control de inventario perpetuo se diseñó en Excel una serie de tablas para tener una base de datos donde indique los artículos y mercancía comprada que entra al almacén de igual manera de los artículos de salida del mismo (que en este caso los denominamos consumibles).

## Metodología de Investigación

En Minera Siderúrgica de Coahuila S.A. de C.V. se cuenta con una amplia área de oportunidad, ya que únicamente se realizan reportes los cuales no tienen organizados y son ineficientes. Además, no se cuenta con la manera de analizar que reparaciones son las que realizan generalmente o que fallas son las más comunes en los equipos. Por lo cual, se desarrolló este proyecto.

El proyecto se sustentó, por medio de una base de datos que tuviera como función ser un Historial de Mantenimiento para el registro de fallas y/o reparaciones en los equipos y maquinaria de la mina. El análisis causa-raíz se observa en la Tabla 1.

Deficiencia en el control de reparaciones (incidencias) y ejecución del mantenimiento en la máquina y/o equipo pesado.	
Materias primas	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Falta de control de inventario.</li> <li>– Falta de repuestos en el taller y almacén por falta de un control.</li> </ul>
Maquina	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Falta de mantenimiento.</li> <li>– Máquinas obsoletas.</li> <li>– No hay control de reparaciones y/o fallas.</li> </ul>
Medio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Condiciones del clima (Lluvias).</li> <li>– Deficiencia en la iluminación en áreas de trabajo.</li> </ul>
Mano de obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Falta de capacitación.</li> <li>– Mal uso de recursos.</li> <li>– Mal uso de herramientas.</li> <li>– Planificación inadecuada de mantenimiento</li> </ul>
Metodo	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Control de documentos deficiente.</li> <li>– Mal control de los registros.</li> <li>– Falta de seguimiento de los planes de mantenimiento preventivo.</li> </ul>

**Tabla 1** Análisis causa-raíz

Actualmente en almacén, el inventario se lleva a cabo registrando salidas y entradas en una bitácora, posteriormente realizando un conteo de los artículos existentes, para al final comprar el resultado obtenido del conteo de las bitácoras, la empresa lleva a cabo el inventario cada 30 días. Con el fin de tener un mejor control acerca de los artículos que entran al almacén, se realizó este proyecto, para que la empresa cuente con un sistema computarizado y sea más rápido el chequeo de la realización de inventarios, y se tenga un mejor control del almacén. Mediante una lluvia de ideas se analizó si se acepta la implementación del Historial de Mantenimiento.

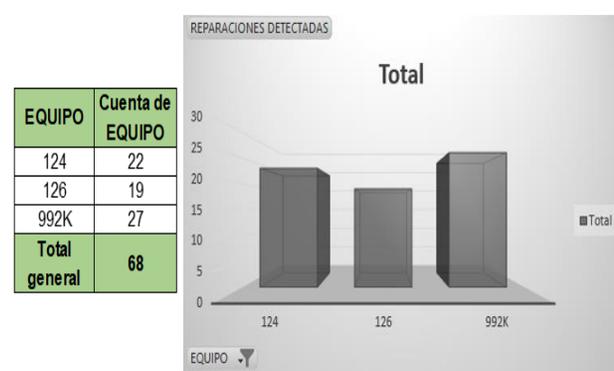
Se puede analizar con tablas dinámicas diferentes análisis, como son:

- Reparaciones más frecuentes.
- Equipos con más reparaciones.
- Turno con más reparaciones y fallas.
- Refacciones o partes más dañadas.

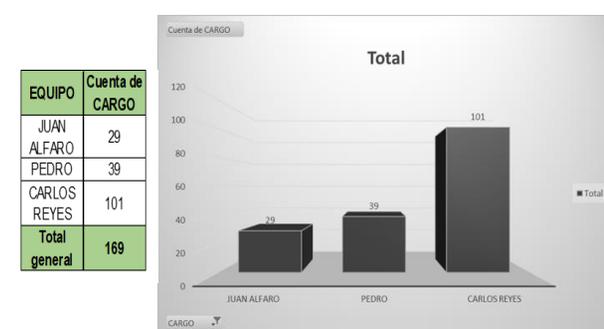
Además de tener un control en la planeación de mantenimiento y un registro de las reparaciones y/o fallas que se realizan en cada uno de los equipos pesados.

## Resultados y conclusiones

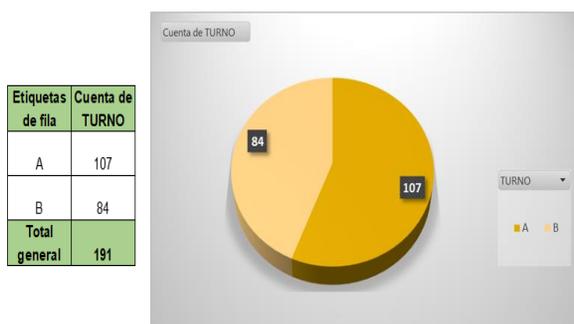
Con la aceptación de la implementación del Historial de Mantenimiento, la empresa ahora cuenta con un sistema computarizado fácil y rápido, para así capturar las reparaciones y/o fallas de los equipos. Con lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:



**Figura 4** Reparaciones más frecuentes



**Figura 5** Supervisores que detectaron más fallas



**Figura 6** Detección de fallas por turno

A lo largo del desarrollo de este proyecto, se analizó las entradas de artículos y consumibles mediante facturas, remisiones, notas de compra, etc. También las salidas de dichos consumibles del almacén a través de comprobantes de salida que le denominamos vales de almacén. Derivado de la implementación del Sistema integral de control de inventarios.

Se han detectado los siguientes puntos:

- Implementación de vales de almacén.
- Optimización de la compra de artículos.
- Disminución de compras en un 8%
- Implementación de un cargo para cada artículo que entra y/o sale del almacén, ya sea un departamento y/o equipo.
- Eficaz y rápido sistema de inventario, ya que la empresa realiza Inventarios perpetuos o continuos.
- Realización de inventarios semanales, mensuales, trimestrales, semestrales, anuales etc.
- Tener la información necesaria disponible para realizar una rendición de cuentas de las entradas y salidas, para el análisis y posterior toma de decisiones para mejorar los costos.

## Referencias

- [1] Santiago García Garrido. (2010). La contratación del mantenimiento industrial. Madrid: Díaz de Santos.
- [2] Santiago García Garrido. (2003). Organización y gestión integral de mantenimiento. Madrid: Díaz de Santos.
- [3] Antonia Cruz Fernández. (2017). Gestión de inventarios. Málaga: IC Editorial Innovación y Cualificación.

[4] Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman. (2000). Administración de operaciones: Estrategia y análisis. Naucalpan de Juárez, México: Pearson.

[5] Charles T. Horngren, Gary L. Sundem, John A. Elliott. (2000). Introducción a la Contabilidad Financiera. México: Pearson.

[6] (2003). Técnicas Administrativas de Compra-Venta. Málaga: IC Editorial Innovación y Cualificación.

## Evaluación de los factores de riesgo ergonómico en puestos de trabajo

### Evaluation of ergonomic risk factors in workstations

MARTÍNEZ-SOTO, Ma. Trinidad\*†, ESTRADA-FONSECA, María Isabel y GONZÁLEZ-LÓPEZ, Andrés Eduardo

*Instituto Tecnológico Superior de Irapuato*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Ma. Trinidad, Martínez-Soto* / ORC ID: 0000-0001-8757-9059, Research ID Thompson: X-3865-2019, CVU CONACYT ID: 691445

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *María Isabel, Estrada-Fonseca* / ORC ID: 0000-0002-1729-7248

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Andrés Eduardo, González-López* / ORC ID: 0000-0002-4130-0371

DOI: 10.35429/JTO.2019.10.3.19.23

Recibido 10 de Marzo, 2019, Aceptado, 30 de Junio, 2019

#### Resumen

La presente investigación está destinada a evaluar el nivel de riesgo de los factores ergonómicos en puestos de trabajo mediante el uso de software y métodos de análisis para adoptar medidas preventivas que mitiguen el riesgo en los trabajadores y cumplir con la normativa vigente aplicable. Para llevar a cabo dicha investigación, este fue apoyado en la metodología DMAIC, iniciando con un diagnóstico en los puestos de trabajo para identificar posibles factores de riesgo presentes y recopilando la información necesaria para simular las actividades a través del Modelado Digital Humano en CATIA® V5 (versión estudiantil) con el método RULA o en el software online CheckList OCRA de Ergonautas<sup>1</sup>. Finalmente, los resultados obtenidos arrojaron la evidencia del nivel de riesgo en cada puesto de trabajo, identificando posibles áreas de oportunidad. Tan pronto las áreas de oportunidad fueron identificadas, estas contribuyeron a plantear las posibles mejoras que dieron pautas para establecer medidas de prevención y rediseño, que pudieran mitigar el riesgo inherente expuesto de los trabajadores en los puestos, permitiendo ajustar ergonómicamente el área y las actividades al trabajador, y a su vez, alineando las prácticas de manufactura a la legislación actual.

**DMAIC, RULA, OCRA**

#### Abstract

The present research is intended to evaluate the level of risk of ergonomic factors in workstations through the use of software and analysis methods to adopt preventive measures that mitigate risk in the workers and comply with current applicable regulations. To carry out such research, the project was relied on the DMAIC methodology, starting with a diagnosis at workstations to identify possible present risk factors and collecting the necessary information to simulate the activities through Digital Human Modeling in CATIA® V5 (student version) with the RULA method or in the OCRA CheckList online software of Ergonautas<sup>1</sup>. Finally, the results obtained showed the evidence of the level of risk in each workstation, identifying possible areas of opportunity. As soon as the areas of opportunity were identified, these contributed to set up the possible improvements that gave guidelines to establish prevention and redesign measures, that could mitigate the inherent risk exposed to workers in stations, allowing ergonomically to adjust the area and the activities to the worker and in turn, aligning manufacturing practices to current legislation.

**DMAIC, RULA, OCRA**

**Citación:** MARTÍNEZ-SOTO, Ma. Trinidad, ESTRADA-FONSECA, María Isabel y GONZÁLEZ-LÓPEZ, Andrés Eduardo. Evaluación de los factores de riesgo ergonómico en puestos de trabajo. Revista de Operaciones Tecnológicas. 2019. 3-10: 19-23

\* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: mamartinez@itesi.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Durante desarrollo de las actividades en la industria, se llevan a cabo labores que conllevan el manejo manual de cargas o tareas con una alta frecuencia de movimientos, es por ello que la existencia de lesiones y/o trastornos musculoesqueléticos dentro de las actividades confiere un problema de salud preocupante y de lo más común en la actualidad. Por tanto, un papel importante que juega la ergonomía en las estaciones de trabajo, es la aplicación de los principios ergonómicos con la finalidad de ajustar ergonómicamente las actividades y el entorno a los trabajadores, y es a través de métodos de análisis postural (RULA-Rapid Upper Limb Assessment) y análisis de repetitividad (OCRA-Occupational Repetitive Actions), los que permiten analizar las actividades presentes en las estaciones para obtener el riesgo al que se exponen los trabajadores en las labores, y del mismo modo, da pautas para el mejoramiento del entorno de trabajo. Así mismo, se da cumplimiento a lo establecido en el artículo 42 del Reglamento Federal del Seguridad e Salud en el Trabajo al contar con los análisis de los Factores de Riesgo Ergonómico expuestos en los trabajadores.

Y puesto que, hoy en día la tecnología mediante la simulación de las estaciones de trabajo, tanto para el RULA a través del Modelado Humano Digital en Catia® V5 (versión estudiantil) y el OCRA en el software online CheckList OCRA en Ergonautas.com nos facilita realizar de una manera más eficiente estudios de ergonomía, así como analizar la información con mayor flexibilidad y rapidez. De modo que usando de referencia una empresa del sector alimenticio para la aplicación de los métodos ya mencionados, se analiza la información de 4 estaciones de trabajo para evidenciar el riesgo expuesto de las actividades a manera de ajustar ergonómicamente la estación al trabajador.

El presente artículo se divide en diferentes sesiones comenzando por la introducción donde se explica el tema general y el objetivo de la investigación. Posteriormente en la descripción del método se detalla la aplicación del método DMAIC, seguido por el apartado de resultados donde se muestran las puntuaciones arrojadas por las simulaciones en los softwares y finalmente las conclusiones obtenidas de la realización de dicha investigación.

## Descripción del método

Utilizando la metodología DMAIC, es por medio del cual en cada una de sus fases se establece el desarrollo del proyecto de investigación.

En la etapa de definir, a través de la observación en el centro de trabajo se identificaron las estaciones que se someterán al análisis, obteniendo cuatro áreas de oportunidad clave donde se observaron focos ergonómicos de atención, ya que se tenía presencia de manejo manual de cargas y/o repetitividad en la tarea, los cuales, se observan en la tabla 1.

Puesto de trabajo	Descripción	Factor de riesgo
P5	Pre-doblado manual de pliegos de cartón, para alimentación a la máquina de formado.	Repetitividad – Levantamiento
Línea 1	Estibado de cajas de producto terminado en pallet.	Levantamiento
Latería	Estibado de paquetes de producto terminado en pallet.	Repetitividad – Levantamiento
Fresco	Alimentación de materia prima a contenedor de banda de entrada.	Levantamiento

**Tabla 1** Puestos de trabajo analizados

Del mismo modo, se identificaron las condiciones físicas ambientales que debían contrastarse conforme a las NOM's aplicables, en los diferentes puestos, la iluminación, el ruido y la temperatura, así como la verificación de la aplicación de la NOM-036-1-STPS-2018.

Consecuente a esto, en la etapa de medir, se realizaron las mediciones pertinentes a los factores ambientales, así como se tomaron las dimensiones de la estación de trabajo para su diseño en el software. De igual manera, se tomó evidencia para el filtrado de información, a fin de obtener los datos posturales para el análisis postural, e información de tiempos y movimientos para el estudio de repetitividad. Con los métodos de evaluación ergonómica, se analizó el nivel de riesgo presente en cada uno de los puestos, siendo estos: el RULA para evidenciar el riesgo postural al cual están sometidos los trabajadores en sus labores, y el OCRA para obtener el nivel de riesgo expuesto por la frecuencia y movimientos en las tareas del puesto de trabajo.

Para realizar de una manera más eficiente los análisis, se apoyó en softwares de simulación, para el riesgo postural se desarrolló a través del Modelado Humano Digital en el software Catia® V5 (versión estudiantil) para el diseño del entorno de trabajo de cada estación de trabajo (véase en el apartado anexos, ilustración 1) y para la simulación de las diferentes posturas (véase en el apartado anexos, ilustración 2). En cuanto al análisis de repetitividad, se sometió mediante un software online CheckList OCRA, disponible en Ergonautas.com, donde se insertaron los datos requeridos para el análisis y se procedió a simulación para arrojar los resultados de la información, con lo cual se obtuvo el nivel de riesgo (véase en el apartado anexos, ilustración 3).

En la parte de mejorar, se plantearon consideraciones de rediseño del área de trabajo, así como cambios en el método de trabajo para disminuir los niveles de riesgo en cada una, a manera de adecuar el puesto al trabajador, regulando al mismo tiempo las actividades conforme a la legislación actual.

Como última fase de controlar, se realiza un seguimiento posterior a las mejoras para llevar un registro de lo mejorado, y de igual forma, tener en cuenta posibles riesgos futuros que puedan surgir, ya que las modificaciones en las restricciones pasadas pueden presenciarse nuevos acontecimientos por resultar impredecibles e imperceptibles en el pasado.

**Resultados**

Los resultados de las evaluaciones RULA y OCRA (véase la tabla 2), así como de la verificación de los factores de riesgo conforme a las NOM's aplicables (véase la tabla 3), se filtraron en un ergograma a manera de organizar y visualizar mejor la información.

Resúmen de las evaluaciones ergonómicas			
Puesto de trabajo	Posturas	RULA	OCRA
		A	A
P5	Postura 1: Carga	3	4
	Postura 2: Descarga	5	
	Postura 3: Repetitividad (Pre-doblado manual)	20.9	
Línea 1	Postura 4: Carga	7	8
	Postura 5: Estiba nivel 1	7	
	Postura 6: Estiba nivel 6	6	
Latería	Postura 7: Carga	5	8
	Postura 8: Estiba nivel 1	7	
	Postura 9: Estiba nivel 20	4	
Fresco	Postura 10: Repetitividad (carga-descarga)	18.9	7
	Postura 11: Carga nivel 1	6	
	Postura 12: Carga nivel 7	4	
	Postura 13: Descarga	4	

Tabla 2 Ergograma "evaluaciones ergonómicas"

Puesto de trabajo	Condiciones ambientales físicas				Otras	
	Ruido	Temperatura	Iluminación	Manejo y Almacenamiento de Materiales	Equipo de protección Personal	Manejo Manual de Cargas
	NOM-011-STPS-2001	NOM-015-STPS-2001	NOM-025-STPS-2008	NOM-006-STPS-2014	NOM-017-STPS-2008	NOM-036-1-STPS-2009
P5	84.3 dB	27.3 °C	1170 Luxes	3.110 Kg	Cabeza, oídos, ojos, pies, manos y espalda	3.110 Kg
Línea 1	89.3 dB	30.9 °C	1230 Luxes	6 Kg	Cabeza, oídos, ojos, pies, manos y espalda	6 Kg
Latería	85.7 dB	29.3 °C	2220 Luxes	5.280 Kg	Cabeza, oídos, ojos, pies, manos y espalda	5.280 Kg
Fresco	77.6 dB	25.2 °C	2320 Luxes	22.7 Kg	Cabeza, oídos, ojos, pies, manos y espalda	22.7 Kg

Tabla 3 Ergograma "NOM's"

**Conclusiones**

Al realizar el análisis de los diferentes puestos de trabajo con los métodos de evaluación correspondientes, se evidencio el alto nivel de riesgo ergonómico que implica la realización de sus respectivas actividades, todo esto derivado de tres factores importantes: el peso de la carga y posturas forzadas obtenido de la simulación RULA, así como de la evaluación del riesgo mediante la NOM-036-1-STPS-2018 y la repetitividad de la operación observado a través del método OCRA.

Además, como se pudo identificar en cada uno de los estudios analizados, las posturas inadecuadas son variables e influyen negativamente en el trabajador, si bien el adoptar las posturas de trabajo adecuadas y un buen manejo de cargas manuales no elimina el riesgo ergonómico de la actividad, si lo disminuye considerablemente.

Con el propósito de disminuir al mínimo el riesgo ergonómico producido por las actividades, es recomendable capacitar y adiestrar al personal involucrado en cuanto al correcto manejo manual de cargas, aunque es importante señalar que aun haciendo uso de estas prácticas el riesgo sigue inherente a la actividad, por tanto, se deben atacar otros factores relevantes como lo es el peso, ya que es el principal influyente en nivel riesgo de exposición en el manejo de cargas, además de concientizarlos sobre el impacto que tienen las buenas posturas de trabajo.

De una manera más profunda, es conveniente rediseñar el entorno y/o método de trabajo introduciendo sistemas de estibado automatizados como brazos robóticos, así como aplicar la rotación del personal y mejoras en la tarea haciendo uso de la economía de movimientos.

### Agradecimientos

Un atento agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato por el financiamiento proporcionado para el desarrollo del proyecto en el marco del CICA2019.

### Referencias

1. Diego-Mas, Jose Antonio. *OCRA Check-List*. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. Disponible online: [https://www.ergonautas.upv.es/metodos/OCRA/ocra\\_online.php](https://www.ergonautas.upv.es/metodos/OCRA/ocra_online.php)

Aldaco Quijas, A., & Pérez Salas, O. (2017). *Rediseño de estaciones de trabajo para el cumplimiento de las NOM STPS, Conagra Brands S. de R.L. de C.V.* (Tesis Pregrado). Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. México.

Baroja Payán Erica, J. R. (2015). Aplicación de la técnica RULA en el área de empaquetado mediante tecnología Kinect. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*.

Mcatamney, L., & Corlett, E. N. (1993). RULA: A survey method for the investigation of work-related. *Applied Ergonomics*.

Mohamad, D. D. (2013). *RULA Analysis of Work-Related Disorder among Packaging Industry*. Switzerland: Trans Tech Publications.

Akyol, S. D., & Baykasoğlu, A. (2019). ErgoALWABP: a multiple-rule based constructive randomized search algorithm for solving assembly line worker assignment and balancing problem under ergonomic risk factors. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 30(1), 291-302.

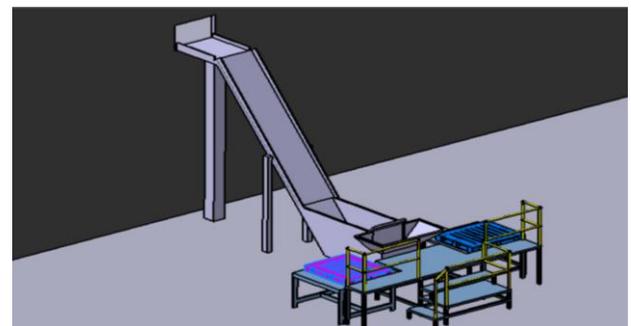
Asadi, H., Yu, D., & Mott, J. H. (2019). Risk factors for musculoskeletal injuries in airline maintenance, repair & overhaul. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 70, 107-115.

Munguía Vega, N. E., Flores Borboa, V. S., Zepeda Quintana, D. S., & Velazquez Contreras, L. E. (2019). Assessing the effectiveness of integrating ergonomics and sustainability: a case study of a Mexican maquiladora. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 25(4), 587-596.

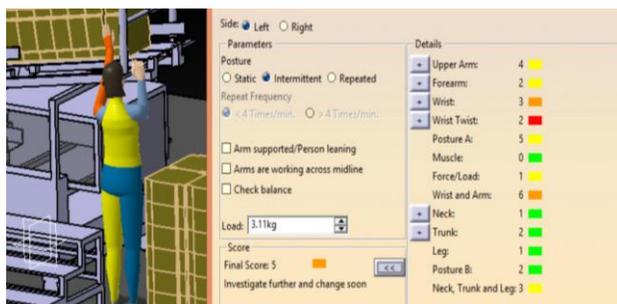
Sanjog, J., Patel, T., & Karmakar, S. (2019). Occupational ergonomics research and applied contextual design implementation for an industrial shop-floor workstation. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 72, 188-198.

Zetterberg, C., Heiden, M., Lindberg, P., Nylén, P., & Hemphälä, H. (2019). Reliability of a new risk assessment method for visual ergonomics. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 72, 71-79.

### Anexos



**Figura 1** Representación gráfica del área de trabajo “Fresco”



**Figura 2** Representación gráfica de la simulación RULA “P5”



**Figura 3** Resultados de la simulación OCRA “Latería”

# Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

---

## [Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Autor†\*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2<sup>do</sup> Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3<sup>er</sup> Coautor

*Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)*

*International Identification of Science - Technology and Innovation*

ID 1<sup>er</sup> Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1<sup>er</sup> Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1<sup>er</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1<sup>er</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2<sup>do</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2<sup>do</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3<sup>er</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3<sup>er</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

---

### Resumen (En Español, 150-200 palabras)

Objetivos  
Metodología  
Contribución

**Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)**

### Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)

Objetivos  
Metodología  
Contribución

**Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)**

---

**Citación:** Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista de Operaciones Tecnológicas. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

---

---

\* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

## Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

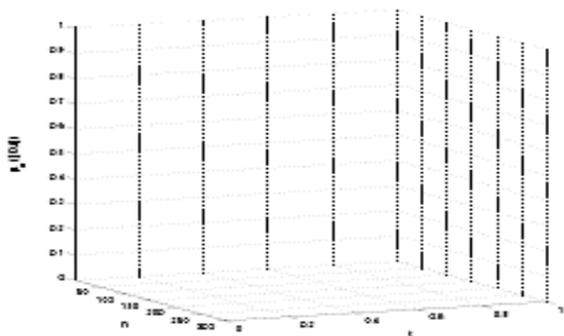
[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

## Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

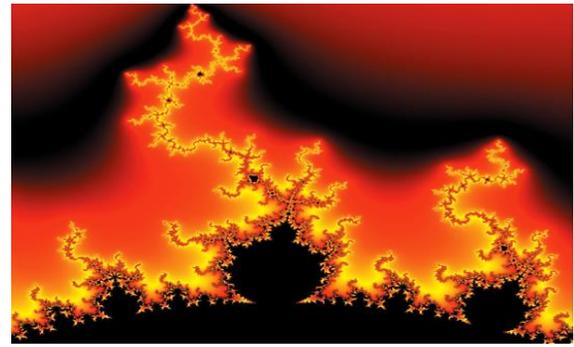
En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]



**Gráfico 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.



**Figura 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.


**Tabla 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

**Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:**

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

## Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

## Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

## Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

## Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

## Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

## Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

## Ficha Técnica

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

## Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

## **Reserva a la Política Editorial**

Revista de Operaciones Tecnológicas se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

## **Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales**

### **Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución**

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Operaciones Tecnológicas emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Taiwan considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

## Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-México, S.C en su Holding Taiwan para su Revista de Operaciones Tecnológicas, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

## Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

### Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

### Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

### Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

### **Responsabilidades de los Autores**

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

### **Servicios de Información**

#### **Indización - Bases y Repositorios**

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

#### **Servicios Editoriales**

Identificación de Citación e Índice H

Administración del Formato de Originalidad y Autorización

Testeo de Artículo con PLAGSCAN

Evaluación de Artículo

Emisión de Certificado de Arbitraje

Edición de Artículo

Maquetación Web

Indización y Repositorio

Traducción

Publicación de Obra

Certificado de Obra

Facturación por Servicio de Edición

#### **Política Editorial y Administración**

69 Calle Distrito YongHe, Zhongxin. Taipei-Taiwán. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: [contact@ecorfan.org](mailto:contact@ecorfan.org) [www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

**ECORFAN®**

**Editor en Jefe**

BARRERO-ROSALES, José Luis. PhD

**Directora Ejecutiva**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

**Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

**Diseñador Web**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

**Diagramador Web**

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

**Asistente Editorial**

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

**Traductor**

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

**Filóloga**

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

**Publicidad y Patrocinio**

(ECORFAN® Taiwan), [sponsorships@ecorfan.org](mailto:sponsorships@ecorfan.org)

**Licencias del Sitio**

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. [financingprograms@ecorfan.org](mailto:financingprograms@ecorfan.org)

**Oficinas de Gestión**

69 Calle Distrito YongHe, Zhongxin. Taipei-Taiwán

# Revista de Operaciones Tecnológicas

"Cálculo de la generación de entropía a partir del Proceso de Temperatura Promedio en un sistema de refrigeración por compresión mecánica de vapor con R-134a"

**RANGEL-ROMERO, Carlos, ROJAS-GARNICA, Juan Carlos, HERNÁNDEZ-LAZCANO, Ricardo y MORENO-GUZMÁN, Javier Andrey**

*Universidad Tecnológica de Puebla*

"Análisis de control de inventarios en la microempresa Muelles Melecio"

**OLVERA-MONTOYA, Ana Luisa, ESPINOSA-RODRÍGUEZ, Marcela y CALDERÓN-GONZÁLEZ, Giuliana**

*Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra*

"Incremento en disponibilidad y control de almacén mediante un análisis del historial de mantenimiento"

**GONZALEZ-ZARAZUA, Roberto Aldo, SAN MIGUEL-IZA, Sandra Maria, MARTINEZ-FALCON, Francisco Javier y BELTRAN-GONZALEZ, Elsa**

*Universidad Tecnológica de la Región Centro de Coahuila*

"Evaluación de los factores de riesgo ergonómico en puestos de trabajo"

**MARTÍNEZ-SOTO, Ma. Trinidad, ESTRADA-FONSECA, María Isabel y GONZÁLEZ-LÓPEZ, Andrés Eduardo**

*Instituto Tecnológico Superior de Irapuato*

