



# TECNOCIENCIA

Innovación y Desarrollo

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE NARANJOS  
ISBN: 978-607-98376-0-0

# TECNOCIENCIA

Innovación y Desarrollo

Editado por:

Lic. Martín Faradh Ponce Faisal

M.S.C. Omar Romero Sandoval

Dr. Isidro Rodríguez Montoro

Dr. Heriberto Esteban Benito

Comité Institucional de Posgrado e Investigación

Diseño Gráfico: L.D.G. Joseline Castellanos Ramírez

# Prefacio

Martín Faradh Ponce Faisal  
Director General del ITS Naranjos

Es un gran honor poder presentar a todas y todos ustedes el primer libro desarrollado, editado y publicado por el ITS Naranjos, siendo un objetivo de la presente administración el tener nuestra propia casa editorial, a manera de crear espacios para que todos nuestros especialistas, maestros y cualquier persona que tenga la intención de publicar un artículo académico, pueda hacerlo por medio de nuestra máxima casa de estudios.

Hace más de 20 años que se realizaron las gestiones para poder contar con un Tecnológico, y al día de hoy, en nuestro décimo aniversario, estamos ofertando seis programas educativos y atendiendo a 1,137 alumnos provenientes de los Municipios de: Naranjos, Chinampa, Tamalín, Tantima, Citlaltépetl, Chontla, Santa María Ixcatepec, Tancoco, Tamiahua y Ozuluama. Actualmente tenemos una plantilla de 42 trabajadores docentes y nuestro objetivo institucional es el lograr consolidarnos como un referente en el sistema Tecnológico del Estado de Veracruz.

Esta institución ha entregado a la sociedad 653 ingenieros, que gradualmente van ganando terreno en el campo laboral, destacando en diversos estados de la República e incluso en el extranjero. Es aquí donde se cumple el sueño de aquellos Naranjenses que lucharon por contar con éste Tecnológico.

En el marco de nuestro primer Congreso Multidisciplinario de Divulgación Científica y Tecnológica, evento realizado con la finalidad de difundir las investigaciones que han llevado a cabo las diferentes áreas de especialidad de nuestro Instituto y presentar los últimos avances en materia de ciencia y tecnología, facilitando así la retroalimentación e intercambio de conocimientos entre los expertos de las diferentes disciplinas. En este contexto, se hace propicio el presentar este proyecto tan significativo para nuestra institución, el cual contiene una serie de artículos académicos en los que intervienen tanto alumnos como docentes del ITS Naranjos, así como especialistas invitados a nuestro evento que tuvieron el interés de colaborar y compartir con nosotros.

Como parte del Tecnológico Nacional de México, nos encontramos trabajando en aras de producir y contribuir en las áreas de ciencia, tecnología e innovación, y que manera mejor de hacerlo que por medio de la publicación de artículos científicos y el apostar de lleno por los proyectos de investigación, el desarrollo de nuevas tecnologías y fomentar el intercambio de datos e información científica con nuestras instituciones hermanas de la zona norte del Estado de Veracruz, entre otras que se encuentran en otros puntos de nuestro Estado y del País; entendiendo que, con unidad y trabajando por objetivos en común, se logran optimizar los recursos disponibles y canalizar esfuerzos para obtener cada vez mejores resultados.

Conscientes del gran potencial de nuestro sistema tecnológico, el cual cada vez se encuentra más consolidado y cuenta con mayor presencia como parte medular de nuestro crecimiento como nación, nos encontramos permanentemente en la tarea de hacer sinergia con otros investigadores, a manera de

germinar aquellas ideas que tienen por objetivo impactar de manera positiva en nuestro entorno y así cumplir nuestra responsabilidad como Institución Educativa.

En la presente recopilación, encontrarán temas de actualidad, fundamentados y estructurados por los profesionales de diferentes disciplinas, tales como: análisis y desarrollo de procesos industriales, sistemas organizacionales, industria 4.0, ingeniería ecológica, ingeniería ambiental, innovación y tecnología educativa, por mencionar algunos.

Nuestro agradecimiento a todos los investigadores involucrados, tanto a los de casa como a los que nos visitaron desde diversos puntos, así como a los alumnos que participaron en la elaboración de artículos científicos, esperando que estos temas tan importantes continúen siendo de su interés y que se mantengan involucrados en esta dinámica que, sin duda alguna, es parte importante de su formación integral. En especial, agradecemos al comité de investigación y a los académicos por sus aportaciones, que sin su invaluable apoyo no habría sido posible que esta iniciativa viera la luz.

Como Institución, estamos orgullosos del resultado de todo el esfuerzo, el tiempo y la dedicación que se aportaron en cada una de las etapas de la elaboración del presente ejemplar, aplicando cada uno de los participantes toda su experiencia y conocimientos con el ánimo de nutrir su contenido. Esperamos que sea de su agrado.

## **GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ**

M.C. Cuitláhuac García Jiménez  
GOBERNADOR DEL ESTADO

SECRETARIO DE GOBIERNO

SECRETARIO DE EDUCACIÓN

SUBSECRETARIO DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR Y SUPERIOR

## **COORDINADORES DE EDICIÓN**

Lic. Martín Faradh Ponce Faisal  
M.S.C. Omar Romero Sandoval  
Dr. Isidro Rodríguez Montoro  
Dr. Heriberto Esteban Benito

## **COMITÉ INSTITUCIONAL DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

Dr. Heriberto Esteban Benito  
M.E. Susana Astrid López García  
M.C. Alma Guadalupe Ceja Camacho

## **COMITÉ ARBITRAL**

M.C. Omar Estrada Jiménez  
M.E. Susana Astrid López García  
M.C. Alma Guadalupe Ceja Camacho  
M.I.A. Alma Vianey Obando Proo  
M.C. Jaime del Ángel García  
M.S.C. Julissa Martínez Lugo  
Dr. Ricardo García Alamilla  
M.C. Raúl Enrique Contreras Bermúdez

## **DISEÑO GRÁFICO Y EDITORIAL**

L D.G. Joseline Castellanos Ramírez

ISBN: 978-607-98376-0-0

# Contenido

<b>SECCIÓN 1</b>	<b>Análisis y desarrollo de procesos industriales</b>	
<b>CAPÍTULO 1</b>	Desarrollo de un modelo de simulación para una PYME industrial: Caso de estudio de una empresa galvanizadora de Veracruz. <i>José Valente Díaz Fernández.</i>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 2</b>	Indicadores de clase mundial para la gestión del mantenimiento de una PYME industrial. <i>José Valente Díaz Fernández.</i>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO 3</b>	Análisis de los tiempos de espera en el área de urgencias de un hospital utilizando simulación de eventos discretos. <i>Miguel A. Hernández Díaz, Jorge Roberto de Jesús Maravilla Tiburcio, Isidro Rodríguez Montoro.</i>	<b>27</b>
<b>SECCIÓN 2</b>	<b>Sistemas organizacionales</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b>	Control de productos terminados en el almacén de una empresa mediante la aplicación de un sistema de inventario y pronósticos. <i>Jorge Roberto de Jesús Maravilla Tiburcio, Miguel Ángel Hernández Díaz.</i>	<b>42</b>
<b>CAPÍTULO 5</b>	Innovación de té para dolor de estómago. <i>Joan Sánchez Castro, José Armando Gabriel Isidro, Alma Vianey Obando Proo.</i>	<b>55</b>
<b>CAPÍTULO 6</b>	Diseño de procesos para la administración de personal y gestión ambiental en empleados de microempresas en Naranjos, Veracruz. <i>Jaime Hernández Huerta, Omar Estrada Jiménez, Brenda Berenice Diego García.</i>	<b>62</b>

**CAPÍTULO 7** Programa de establecimiento y difusión de normar para la eliminación de mataderos clandestinos. **75**

*Dayana Gallardo Del Ángel, Dalia Trinidad Trinidad, Jesús Rubén Hernández Hernández, Miriam Hernández Lugo, Jaime Hernández Huerta.*

**SECCIÓN 3** **Industria 4.0**

**CAPÍTULO 8** Object recognition in images using Artificial Intelligence. **88**

*Edna Cruz-Flores, Miguel Pérez-Ramírez, Alberto Ochoa-Zezatti, Jaime Del Ángel-García.*

**CAPÍTULO 9** Desarrollo de un prototipo de RV inmersiva. **102**

*José Arturo Diego García, Miguel Pérez Ramírez, Carlos Alberto Ochoa, Fernando García, Jaime del Ángel García.*

**SECCIÓN 4** **Ingeniería ecológica, ambiental y ciencias**

**CAPÍTULO 10** Fotodegradación de un colorante azoico sobre TiO<sub>2</sub> sintetizado hidrotérmicamente. **114**

*Cintha C. Casanova Juárez, Heriberto Esteban Benito, Ricardo García Alamilla, Raúl Enrique Contreras Bermúdez.*

**CAPÍTULO 11** Evaluación de calidad del aire interior, el CO<sub>2</sub> en aulas educativas. **123**

*Sergio Natan González Rocha, Raúl Enrique Contreras Bermúdez, José Saúl Oseguera López, Dania Abril Maldonado Hernández, Inés Palomino Méndez.*

<b>CAPÍTULO 12</b>	Reducción de la contaminación en las aguas de desecho de una lavandería mediante un fotocatalizador TiO <sub>2</sub> (Degussa-P25) bajo irradiación de luz ultravioleta.	<b>131</b>
--------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

*Rodolfo Andrés Baca, Raúl Enrique Contreras Bermúdez, Heriberto Esteban Benito, Blanca Jacqueline Hernández Martínez, Shirley Deyanira Hernández Lugo, José Jacinto Sánchez Quiroz*

<b>CAPÍTULO 13</b>	Biosorción de metales pesados (Cr, Mn) mediante el uso de hongos ( <i>agaricusbisporus</i> y <i>pleurotusostreatus</i> ) y espectrofotometría en medio acuoso.	<b>137</b>
--------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

*Israel Hernández Romero, Montserrat Maldonado Guzmán, Raúl Enrique Contreras Bermúdez, Francisca Sandoval Reyes, Lizeth Ríos Velasco, Jesús Enrique Escalante Martínez, Celia Martínez Calderón*

## **SECCIÓN 5 Innovación y tecnología educativa.**

<b>CAPÍTULO 14</b>	La implementación del modelo de competencias y sus diferentes estrategias vertientes.	<b>149</b>
--------------------	---------------------------------------------------------------------------------------	------------

*Edi Antonio López, Susana Astrid López García.*

<b>CAPÍTULO 15</b>	Riesgos en el sector educativo.	<b>160</b>
--------------------	---------------------------------	------------

*Edi Antonio López, Susana Astrid López García.*

<b>CAPÍTULO 16</b>	Los siete hábitos de la gente altamente efectiva como una propuesta de aplicación a la educación superior por competencias.	<b>171</b>
--------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------



## DESARROLLO DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA UNA PYME INDUSTRIAL. CASO DE ESTUDIO DE UNA EMPRESA GALVANIZADORA DE VERACRUZ

*José Valente Díaz Fernández*

*Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Km. 1.8 Carretera a Loma del Cojolite, Misantla, Veracruz, México.  
iicp.jvdf@gmail.com*

### Resumen

La importancia de las pymes para la economía es indiscutible porque traen consigo la generación de empleos y un mayor intercambio comercial. La aplicación de modelos y técnicas modernas de ingeniería en las pymes industriales aumentan su potencial para poder competir en los mercados cada vez más dinámicos y rigurosos, lo cual juega a favor de la economía nacional. La simulación es una herramienta de ingeniería poderosa y versátil al momento de aplicarla en los entornos industriales, a través de ella se puede conocer el impacto de las decisiones imitando el funcionamiento futuro del sistema por medio de la computadora. A través de este estudio se ha desarrollado un modelo de simulación discreta del proceso de galvanizado en caliente de una empresa galvanizadora de Veracruz, Ver., utilizando un software especializado. Con el modelo mencionado, se llega a determinar que el escenario de trabajo actual de la empresa presenta limitaciones a la hora de realizar el procesamiento del material a galvanizar, por lo cual se realiza una propuesta agregando una etapa al proceso general, de acuerdo con lo cual se obtiene una mejora significativa en el rendimiento del proceso, ayudando así a la gerencia en la toma de decisiones sobre la operación de la línea de galvanizado de la empresa.

**Palabra clave: Modelo de simulación, pyme industrial, galvanizadora.**

### Abstract

The importance of SMEs to the economy is undeniable because they bring with them jobs and greater commercial exchange. The application of modern engineering models and techniques in industrial SMEs increases their potential to compete in increasingly dynamic and rigorous markets, which promotes and improves the national economy. Simulation is a powerful and versatile engineering tool when applied in industrial environments, through it it is possible to know the impact of decisions imitating the future operation of the system through the computer. As a result of this article has been created a discrete simulation model of the hot galvanizing process of a galvanizing company of Veracruz, Ver., through specialized software. With this model, it is possible to determine that the current work scenario of the company has limitations when it comes to processing the material to be

galvanized, for which a proposal is made adding a stage to the general process, in accordance with which results in a significant improvement in the performance of the process, thus helping the management in making decisions about the operation of the company's galvanizing line.

**Keywords: Simulation model, industrial SME, galvanizing.**

## Introducción

El desarrollo de las pequeñas y medianas empresas (pymes) es transcendental; elevar la competitividad de estos agentes económicos a través de la adquisición de nuevos conocimientos y tecnología para la producción, cooperación y competencia en los mercados es crucial para el crecimiento de los países mediante el uso eficiente de sus recursos y el aumento de su productividad [1]. En este mismo sentido, los reportes de pymes se pueden clasificar en dos tipos, los reportes sobre estadísticas y los concernientes a Política industrial; en ambos casos, se hace incuestionable que las pymes son significativas para la economía por el número de empleos que representan y por su contribución a la derrama económica en el mercado [2]. Las pymes industriales, deben ampliar todas sus potencialidades para lograr adaptarse a las tendencias mundiales, a fin de competir en los mercados cada vez más desarrollados, dinámicos y rigurosos [3].

Dentro de las herramientas que las pymes industriales pueden utilizar para la mejora se encuentra la Simulación. La Simulación se localiza en un escalón muy alto entre las técnicas que más se usan por ser una herramienta versátil, poderosa e intuitiva y sus aplicaciones crecen con rapidez ya que es una técnica que implica el uso de una computadora para imitar la operación de procesos o sistemas completos. Las dos grandes clases de Simulación son la de eventos discretos y eventos continuos; en la práctica, la mayoría de las aplicaciones de simulación son simulaciones de eventos discretos [4]. La Simulación de procesos industriales se usa para desarrollar y validar el diseño de plantas industriales, admitiendo la comparación de diferentes escenarios de tal manera que se pueda predecir el comportamiento de cada uno de ellos, además, es aplicable en una gran diversidad de problemas y sectores, entre los cuales están: diseños de lay-out, optimización de flujos de materiales, balanceo de líneas de producción y optimización de nivel de almacenes. Entre las compañías importantes que han utilizado Simulación se encuentran Toyota y Boeing [5]. Todo lo mencionado hasta este momento pone de manifiesto lo viable que es el uso de técnicas de simulación como herramienta de ayuda para la toma de decisiones en las pymes industriales; acentuando más sus ventajas: predice el resultado de las decisiones que se tomen sobre un problema, identifica áreas problemáticas antes de la implantación de la decisión tomada, evalúa ideas y su realización, identifica ineficiencias, optimizar procesos, etc. No obstante, es importante tener claro que la simulación no resuelve los problemas por sí misma, sino que ayuda a identificar los problemas relevantes y evaluar cuantitativamente las soluciones alternativas [6]. La pyme industrial que se muestra en el presente artículo es la empresa galvanizadora Metalzinc S.A. de C.V., la cual fue fundada en 1989 en la ciudad de Veracruz, Ver., con el propósito de combatir los daños que ocasiona la corrosión al acero y otros metales en la zona costera del Golfo de México. Existen diferentes materiales que se pueden galvanizar, pero se toma para este caso de estudio el galvanizado de varilla de acero de refuerzo por tratarse de un proyecto importante para la empresa, pues por primera vez se deben procesar 8000 toneladas de este material; conforme al contexto presentado, se elige realizar un modelo de simulación discreta, pues a través de él, se podrá vislumbrar

el comportamiento del proceso, así como la creación de diversos escenarios que coadyuven en la toma de decisiones que la gerencia debe realizar para la planificación del proyecto.

### **Metodología**

La metodología general llevada a cabo sobre el proceso de construcción del modelo se esquematiza basándose en el la figura 1 [7]:

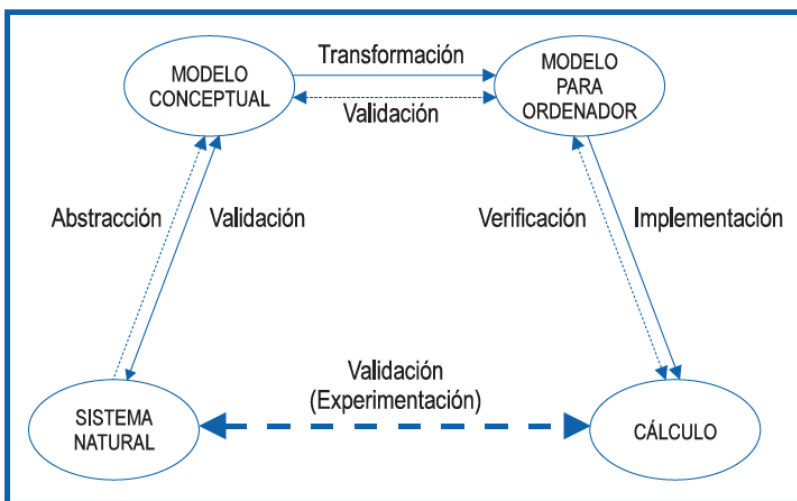


Figura 1. Proceso de modelización para simulación. Fuente: Barceló, Jaime (1996)

El escenario de simulación empleado para este artículo es la línea de producción de galvanizado en caliente de la empresa Metalyzinc S.A. de C.V., compuesta por 13 etapas generales, las cuales se explican en las secciones siguientes.

### **Galvanizado por inmersión en caliente**

Para desarrollar el modelo de simulación como paso primordial es la comprensión del sistema que se va a simular, debido a esto, es importante analizar los fundamentos y las etapas del proceso de galvanizado por inmersión en caliente.

Diversos métodos para retardar el proceso de corrosión han sido desarrollados, en 1742 nació el principio de la "galvanización en caliente" introducido por el químico francés P.J. Malouin. Treinta años después, Luigi Galvani, de aquí el nombre del galvanizado, descubrió más sobre el proceso electromecánico que se produce entre metales. La investigación de Galvani se extendió en 1829 cuando Michael Faraday descubrió la acción sacrificial del zinc, y en 1836, el ingeniero Sorel obtuvo una patente para el proceso de galvanizado inicial [8]. El galvanizado por inmersión en caliente es un proceso metalúrgico a través del cual se produce un revestimiento de zinc al sumergir el producto del acero en un baño de zinc fundido a 450°C [9].

## Etapas de galvanizado por inmersión en caliente

- **Recepción de materiales.** La varilla de acero de refuerzo es recibida en la nave industrial del galvanizado por inmersión en caliente y colocada en el almacén de materiales en acero negro.
- **Extendido y Acondicionamiento.** Las varillas requieren ser acomodadas y extendidas de manera apropiada para su posterior colgado en los arreglos y racks.
- **Colgado.** Consiste en colgar mediante arreglos especiales las varillas que se van a galvanizar, colocándolas temporalmente en racks de soporte. En esta etapa se toman en cuenta algunas especificaciones como la inclinación y número de piezas a colgar; una vez realizada esta etapa las piezas pueden ser trasladadas en toda la línea de galvanizado.



Figura 2. Proceso de colgado de varilla.

Fuente: Archivos internos de Metalyzinc S.A. de C.V

- **Desengrase.** Consiste en introducir el material en una tina con hidróxido de sodio (NaOH) a una temperatura entre 40°C a 60°C para remover la suciedad superficial. Cabe mencionar que esta etapa solo fue necesaria en 4 de 120 observaciones de varilla obtenidas, por lo que corresponde únicamente a una aplicación del 3% en el procesamiento general de este material.



Figura 3. Tina de desengrase. Fuente: Archivos internos de Metalyzinc S.A. de C.V

- **Enjuague alcalino.** La etapa de enjuague se lleva a cabo con la finalidad de eliminar restos de grasa, aceite o pintura en las varillas. Éste se realiza con agua a temperatura ambiente evitando el arrastre de soluciones químicas alcalinas a etapas posteriores.
- **Decapado.** En esta etapa la varilla es sumergida en ácido clorhídrico ( $H_2SO_4$ ) a temperatura ambiente con la finalidad de eliminar el óxido para obtener una superficie de acero químicamente limpia. El tiempo de permanencia en la tina varía en función del grado de oxidación superficial en el material.



Figura 4. Decapado de materiales. Fuente: [www://frpstoragetanks.in/pickling-plant/](http://frpstoragetanks.in/pickling-plant/)

- **Enjuague ácido.** Una vez finalizada la estancia en las tinas de decapado, se repite la etapa del enjuague para eliminar el arrastre de ácido en la superficie de las varillas hacia etapas posteriores del proceso.
- **Flux.** También conocida como tratamiento con sales que consiste en una mezcla de Cromato de Zinc ( $ZnCrO_4$ ) y Cromato de Amonio ( $NH_4CrO_4$ ), que tiene por objeto eliminar cualquier residuo restante de impurezas y producir una limpieza intensa de la superficie metálica. Estas sales se aplican por inmersión de los materiales en una solución acuosa y favorecen la adherencia del zinc fundido con la superficie del acero. En esta etapa se deben realizar dos inmersiones debido a que la longitud de las varillas excede los 7 metros de longitud del crisol de galvanizado.
- **Secado.** La etapa de secado consiste en introducir las varillas en uno de los dos fosos de secado a temperatura de  $200^{\circ}C$ .
- **Galvanizado.** Durante esta etapa las varillas son sumergidas en un crisol contienen una aleación en estado líquido de  $440^{\circ}C$  a  $460^{\circ}C$  compuesta al 99% de zinc puro y 1% de otros metales (entre ellos aluminio y níquel). El tiempo de permanencia de las varillas en la paila o crisol depende entre otros factores de la temperatura del baño de zinc, composición y espesor del acero. En esta etapa se deben realizar dos inmersiones debido a que la longitud de las varillas excede los 7 metros de longitud del crisol de galvanizado.
- **Temple o enfriamiento.** Una vez que las varillas dejan la paila o crisol pueden dejarse enfriar en agua o al aire a temperatura ambiente.

- **Pasivado.** Esta etapa consiste en sumergir las varillas en una solución de pasivador (productos químicos y agua) con la finalidad de reducir el tiempo de reacción del recubrimiento de zinc con el oxígeno del aire, de esta manera se aumenta el tiempo de vida del brillo del producto terminado.
- **Inspección de Calidad.** El Inspector de calidad realiza la observación del producto terminado para verificar que cumple con los requisitos establecidos en la normatividad (espesor y apariencia, integridad del galvanizado) y por los requerimientos del cliente. Si el productor terminado cumple dichas condiciones se les coloca una etiqueta con un sello de aceptación de lo contrario se les coloca un sello de rechazo y se procede a su reproceso.
- **Acabado.** La última etapa consiste en descargar la varilla galvanizada del arreglo y darle un acabado final. De ser necesario se aplica un compuesto rico en zinc para cubrir zonas sin galvanizado. En el caso de la varilla de acero, es un material que prácticamente no requiere acabado. Una vez concluida esta etapa el material se mantiene en resguardo hasta su entrega al cliente.

## Pasos para el desarrollo del modelo de simulación del galvanizado en caliente de varilla.

### Definición de la entidad

Las varillas de acero de refuerzo son ingresadas al proceso mediante arreglos especiales para su colocación y transporte con seguridad, como se puede observar en la figura 2 del presente estudio.

De esta manera, de acuerdo con el diámetro y peso de las varillas existe un número determinado de piezas que se pueden colocar en los arreglos. Esta información se muestra a continuación en la tabla 1:

Tabla 1. Cantidades y pesos por tipo de varilla que puede contener un arreglo.

CAPACIDAD DEL ARREGLO PARA CARGA DE VARILLA				
TIPO DE MATERIAL	CANTIDAD MÁXIMA (PIEZAS)	PESO UNITARIO (KG)	PESO TOTAL (KG)	
Varilla 3/8"	430	6.720	2,889.600	
Varilla de 1/2"	245	11.928	2,922.360	
Varilla 5/8"	156	18.624	2,905.344	
Varilla 3/4"	110	26.820	2,950.200	
Varilla de 1"	60	47.676	2,860.560	

Fuente: Tomado de archivos de Metalyzinc S.A. de C.V

Es posible unificar las cargas por medio de los arreglos sin importar las diferencias en los diámetros y pesos de las varillas. Simultáneamente, el rack es la estructura que traslada el arreglo en todo el proceso (por medio de 4 grúas viajeras de 2 x 3200 kg) y es en última instancia la forma de medir la producción de galvanizado; por lo cual, se toma al rack como la entidad que representará los flujos de entrada al sistema, sabiendo que los materiales a procesar son: Varilla 3/8" (761 cargas), Varilla de 1/2" (252 cargas), Varilla 5/8" (524 cargas), Varilla 3/4" (82cargas), Varilla de 1" (1149 cargas).

## Tiempo de simulación

El objetivo planteado por la gerencia de la línea de galvanizado es procesar entre 55 y 60 racks en una semana de trabajo de 6 días, cada uno de ellos de 8 horas con las condiciones actuales, por lo cual el periodo de ejecución elegido para el modelo de simulación es con una semana laboral de 48 horas.

## Periodo de calentamiento

Existe un estado transitorio en el inicio de la producción del galvanizado de varilla debido a que en ese momento el sistema no tendrá entidades en los últimos procesos del mismo, por lo cual la utilización promedio de esas localizaciones se ve afectada, se establece un periodo de 3 horas de calentamiento que permita alcanzar el estado estable del sistema. **Número de corridas**

Para determinar el número de corridas usaremos el intervalo de confianza derivado del tiempo promedio de permanencia de la entidad en el sistema. Consideramos arbitrariamente 30 muestras preliminares; al ejecutar estas 30 réplicas en el modelo obtenemos un half-width de  $h_o = 0.12 \text{ horas}$  (Ver figura 7).

Interval	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
CALCULO INTERVALO	3.9265	0.12	3.8098	4.4640	2.4169	7.9605

Figura 6. Informe Especificación del usuario. Tomado de Software Arena

Se calcula el número de réplicas del experimento, y se considera apropiado un error esperado de 0.10 horas, utilizando la fórmula 1 [10].

$$n = n' \left( \frac{h_o}{e} \right)^2 \quad (1)$$

$$n = 30 \left( \frac{0.12}{.10} \right)^2 = 43.243 \approx 43 \text{ réplicas}$$

Finalmente, con la intención de minimizar mayormente el riesgo de perder significancia estadística y buscando intervalos más precisos se determina una simulación de 50 réplicas.

## Recolección de los datos

La obtención de datos es necesaria para sustentar la parte estadística del modelo; al no contar con producción en el momento de la realización del presente estudio, se opta por tomar datos históricos de

los registros que se llevan a cabo en los documentos de control del proceso (F-MZ-186-A, F-MZ-173-A, F-MZ-33, F-MZ-35, F-MZ-29G), además existen tiempos que por requisito se establecen en el Procedimiento de galvanizado por inmersión en caliente. Se recaban 120 observaciones utilizando los últimos datos históricos disponibles del procesamiento de varilla en el período comprendido entre el 09 de enero al 19 de diciembre del 2017. Con estos datos se establecen distribuciones de probabilidad que representan los intervalos de tiempo asociado con un proceso aleatorio para cada una de las etapas del galvanizado en caliente, utilizando el módulo Input Analyzer de Arena Simulation Software.

A continuación, se enlistan en la tabla 2 todas las distribuciones de probabilidad de las etapas del proceso que fueron determinadas:

Tabla 2. Distribuciones de probabilidad de las etapas del galvanizado por inmersión en caliente.

<i>Etapas/localización</i>	<i>Distribución/tiempo</i>
<i>Entrada de material</i>	TRIA(42.5, 50, 52.5)
<i>Extendido de varilla</i>	26.5 + 4 * BETA(1.9, 1.07)
<i>Colgado</i>	23.5 + 7 * BETA(2.57, 1.16)
<i>Desengrase</i>	21.5 + 17 * BETA(0.351, 0.331)
<i>Enjuague alcalino</i>	1.45 + 0.551 * BETA(0.372, 0.219)
<i>Decapado I</i>	80 + EXPO(41.5)
<i>Decapado normal</i>	NORM(67.9, 20)
<i>Decapado II</i>	20 + 30 * BETA(0.574, 1.07)
<i>Enjuague ácido</i>	1.35 + LOGN(0.726, 0.273)
<i>Flux</i>	2 + 2 * BETA(0.775, 2.61)
<i>Secado I y II</i>	5 + 15 * BETA(0.605, 0.58)
<i>Galvanizado</i>	4 + WEIB(3.18, 6.16)
<i>Temple y enfriamiento</i>	UNIF(0.5,1)
<i>Pasivado</i>	2 + 1 * BETA(0.341, 0.734)
<i>Descarga</i>	UNIF(22,25)
<i>Acabado I</i>	UNIF(1,2)
<i>Acabado II</i>	UNIF(30,35)

Fuente: Elaboración propia (procesado en Arena)

## Interfaz del modelo en Arena

Después del estudio, interpretación y definición del sistema real y definido los requisitos para la simulación, se completa el diseño del modelo con las condiciones actuales de operación, el cual se muestra en la siguiente página.



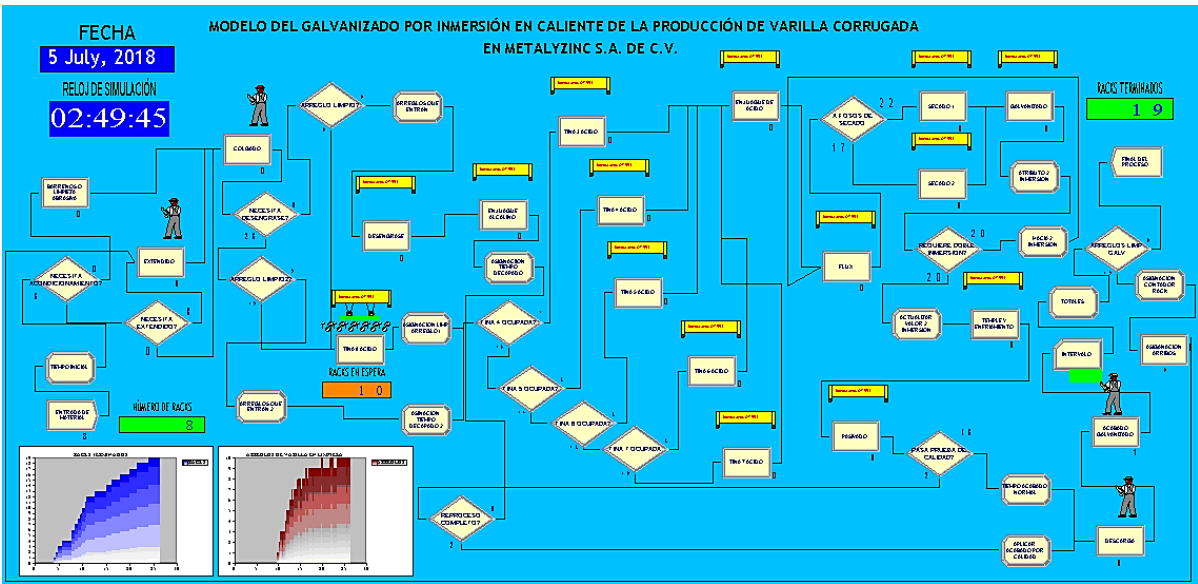


Figura 7. Modelo de simulación del galvanizado por inmersión en caliente (condiciones actuales). Elaboración propia utilizando el Software Arena.

**Resultados**

Los resultados obtenidos al correr el modelo de simulación en las condiciones actuales son los siguientes:

- La etapa en la que las entidades pasan más tiempo en espera es la tina de decapado de arreglos (tina 8 de ácidos). La cola que se forma tiene un valor promedio de 12.94 horas y en algún momento el estado del sistema tiene un valor máximo de 26.59 horas para esta variable, evidentemente existe un cuello de botella severo en este etapa del proceso.
- Congruente con la información del párrafo anterior, la tina de decapado de arreglos (tina 8 de ácidos) es la etapa que mantiene en espera al mayor número de entidades en promedio (7.4 racks) y en determinado momento el sistema alcanza un valor máximo de 11 racks en cola. El cuello de botella es evidente si consideramos que la etapa siguiente con más entidades en espera es la etapa de Extendido con un promedio de 0.29 racks y un valor máximo de 4 racks.

GALVANIZADO DE 8000 TONELADAS DE VARILLA EN METALYZINC						
Replications: 50		Time Units: Hours				
Queue						
Other						
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
ACABADO	0.00983521	0.00	0.00	0.02391838	0.00	1.0000
GALVANIZADO.Queue						
ASIGANACION	0.2091	0.01	0.1218	0.3289	0.00	4.0000
ARRIBOS.Queue						
BARRENOS O LIMPIEZA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ABRASIVA.Queue						
COLGADO.Queue	0.02603014	0.00	0.01088333	0.05821118	0.00	2.0000
DESCARGA.Queue	0.00705013	0.00	0.00	0.04682918	0.00	1.0000
DESENGRASE.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ENJUAGUE ALCALINO.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ENJUAGUE DE ACIDO.Queue	0.01183795	0.00	0.00	0.02703223	0.00	2.0000
EXTENDIDO.Queue	0.2889	0.02	0.1455	0.4089	0.00	4.0000
FLUX.Queue	0.00862253	0.00	0.00	0.03681353	0.00	2.0000
GALVANIZADO.Queue	0.01369488	0.00	0.00208278	0.03353581	0.00	2.0000
PASIVADO.Queue	0.00238278	0.00	0.00	0.02186830	0.00	1.0000
SECADO 1.Queue	0.00789828	0.00	0.00	0.03390501	0.00	2.0000
SECADO 2.Queue	0.00899022	0.00	0.00	0.04403848	0.00	2.0000
TEMPLE Y	0.00505280	0.00	0.00	0.02188228	0.00	1.0000
ENFRIAMIENTO.Queue						
TINA 3 ACIDO.Queue	0.01044097	0.00	0.00	0.04007531	0.00	2.0000
TINA 4 ACIDO.Queue	0.00082748	0.00	0.00	0.01005274	0.00	1.0000
TINA 5 ACIDO.Queue	0.00160242	0.00	0.00	0.01109252	0.00	1.0000
TINA 6 ACIDO.Queue	0.00068888	0.00	0.00	0.00882572	0.00	1.0000
TINA 7 ACIDO.Queue	0.00630091	0.00	0.00	0.02121122	0.00	1.0000
TINA 8 ACIDO.Queue	7.4905	0.03	7.2089	7.7720	0.00	11.0000

Figura 8. Informe Queue (Other).  
Tomado de Software Arena.

- Con las condiciones actuales de operación de la línea de galvanizado se procesan 28.62 racks de varilla en promedio a la semana, con un máximo de 32 y un mínimo de 26 racks; por lo cual no se cumpliría la intención de la gerencia de completar un procesamiento de 55 a 60 racks en la semana.



Figura 9. Informe Counter (Promedio de racks procesados en una semana).  
Tomado de Software Arena

## Experimento con el modelo

A fin de crear un escenario que de balance a la línea de producción de galvanizado para el proyecto, minimizando el cuello de botella presente en el sistema, además de mejorar la producción (28 racks) pues dista mucho de la esperada a la semana por parte de la gerencia, se crea una propuesta en la que los arreglos puedan ser limpiados en una tina que se encuentra fuera de la línea de galvanizado, de tal forma que aumente la capacidad de limpieza minimizando la utilización de la tina de decapado de arreglos. En la figura 11 se muestra el modelo en cuestión:

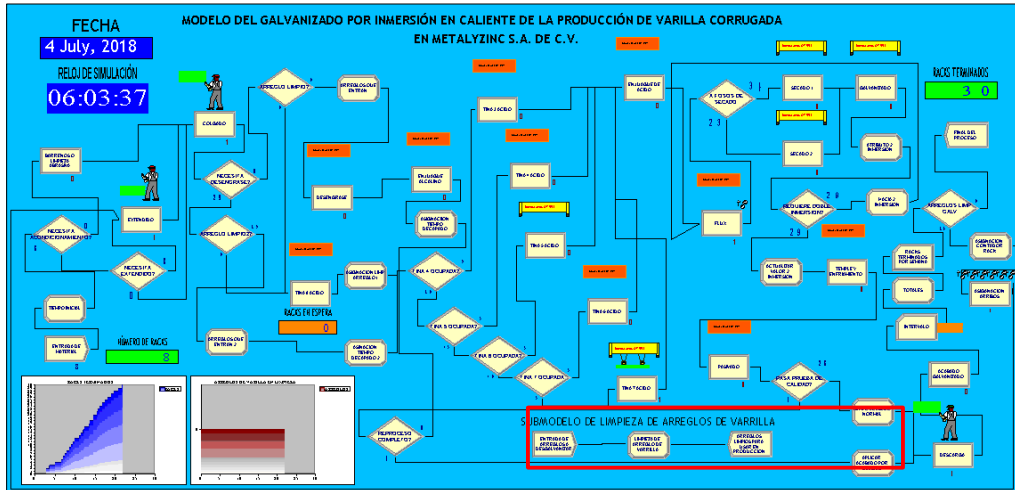


Figura 10. Modelo de simulación del galvanizado por inmersión en caliente (modelo propuesto).  
Elaboración propia utilizando el Software Arena

Los resultados obtenidos al correr el modelo de simulación propuesto son los siguientes:

- La etapa en la que las entidades pasan más tiempo en espera es asignación arribos con 3.96 horas en promedio y un máximo de 6.44 horas, esta localización es parte fundamental del diseño del modelo para crear un ciclo cerrado en el sistema, por lo cual se toma como un lugar de almacenamiento para los arreglos. En lo que respecta a la tina 8 de ácidos en el modelo propuesto prácticamente se elimina su utilización debido a que entran limpios los arreglos al proceso desde el principio, no es necesario que pasen por esta tina de decapado.
- El escenario creado con el modelo propuesto (utilizando una tina especial de limpieza para arreglos) genera una producción de 59.6 y en algunos casos hay réplicas en las que se llegan a producir hasta 62 racks en una semana

GALVANIZADO DE 8000 TONELADAS DE VARILLA EN METALYZINC						
Replications: 50		Time Units: Hours				
Queue						
Time						
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
ACABADO	0.01668369	0.00	0.00299425	0.03075054	0.00	0.4988
GALVANIZADO.Queue						
ASIGNACION	3.9629	0.03	3.7180	4.2242	0.00	6.4354
ARRIBOS.Queue						
COLGADO.Queue	0.02494829	0.00	0.00896509	0.05214489	0.00	0.5746
DESCARGA.Queue	0.02300871	0.00	0.00896003	0.05606328	0.00	0.7187
ENJUAGUE DE ACIDO.Queue	0.02196519	0.00	0.00231221	0.05052335	0.00	0.5164
EXTENDIDO.Queue	0.2232	0.01	0.1484	0.2942	0.00	1.7186
FLUX.Queue	0.00618083	0.00	0.00041441	0.01789279	0.00	0.5154
GALVANIZADO.Queue	0.01703107	0.00	0.00227142	0.02981271	0.00	0.6087
PASIVADO.Queue	0.00219408	0.00	0.00	0.02415670	0.00	0.4988
SECADO 1.Queue	0.02702298	0.00	0.00704414	0.05285347	0.00	0.7111
SECADO 2.Queue	0.02719413	0.00	0.00820064	0.06551390	0.00	0.7895
TEMPLE Y ENFRIAMIENTO.Queue	0.00849858	0.00	0.00	0.02939382	0.00	0.4997
TINA 3 ACIDO.Queue	0.1981	0.03	0.00	0.5492	0.00	2.2099
TINA 4 ACIDO.Queue	0.01145614	0.01	0.00	0.07336380	0.00	0.4999
TINA 5 ACIDO.Queue	0.01152083	0.01	0.00	0.08371230	0.00	0.4951
TINA 6 ACIDO.Queue	0.01352273	0.01	0.00	0.06424033	0.00	0.4944
TINA 7 ACIDO.Queue	0.02287048	0.01	0.00	0.1102	0.00	0.5000

Figura 11. Informe Queue (Time) del modelo propuesto.  
Tomado de Software Arena

## Agradecimiento

Se agradece el apoyo de la empresa galvanizadora Metalyzinc S.A. de C.V. por la apertura hacia la realización del presente estudio.

## Conclusiones

La simulación de procesos es una herramienta que nos permite vislumbrar de antemano el impacto de la aplicación de técnicas de organización industrial a través de una “visión” futura, altamente precisa y cuantificada. Mediante la simulación se ha podido llegar a las siguientes conclusiones:

- El cuello de botella que se forma en la tina de decapada de arreglos para su limpieza minimiza la producción semanal planteada por la gerencia en un 61% (sólo se producen 29 racks de un máximo de 60 esperados, es decir se dejan de producir 89.9 toneladas a la semana). Se recomienda fabricar una tina de decapado especial para los arreglos que entran a proceso (modelo de simulación propuesto) a fin de eliminar el cuello de botella presente. En estas últimas condiciones de trabajo sí es posible cumplir la producción de 60 racks en una semana.

## Bibliografía

- [1] Saavedra, María, *Una propuesta para la determinación de la competitividad en la pyme latinoamericana*, Pensamiento y Gestión, No.33 (2012), 97-100.
- [2] Palomo, Miguel, *Los procesos de gestión y la problemática de las pymes*, Ingenierías, Vol. VIII, Julio-Septiembre (2005), 25-27.
- [3] Ortiz, Alexis, C. Rodríguez y H. Izquierdo, *Gestión de mantenimiento en pymes industriales*, Revista Venezolana de Gerencia, Año 18. No. 61 (2013), 86-88.
- [4] Hillier, Frederick y Lieberman, Gerald, *Introducción a la Investigación de Operaciones*, Novena edición, Mc Graw Hill, México (2010), 871-874.
- [5] Villanueva, José, *La simulación de procesos, clave en la toma de decisiones. Organización y dirección de empresas*. Dyna, Vol. 83, No. 4, Mayo (2008), 221-224.
- [6] Puche, Julio, J. Costas y P. Arranz, *Simulación como herramienta de ayuda para la toma de decisiones empresariales. Un caso práctico*, Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa. Vol. 21, Junio (2016), 190-194.
- [7] Barceló, Jaime, *Simulación de Sistemas Discretos*, Isdefe, Madrid, España (1996), 24-25.
- [8] American Galvanizer's Association (AGA, 2015), *Galvanizado en caliente para protección contra la corrosión. Guía del especificador*. Consultado el 23 de mayo de 2018, página web: [www.galvanizeit.org/uploads/publications/Galvanizado\\_Caliente\\_guia\\_especificador\\_small.pdf](http://www.galvanizeit.org/uploads/publications/Galvanizado_Caliente_guia_especificador_small.pdf)
- [9] American Galvanizer's Association (AGA, 2015) *Revestimientos de zinc*. Consultado el 27 de abril de 2018, página web: [www.galvanizeit.org/uploads/publications/Revestimientos\\_Zinc.pdf](http://www.galvanizeit.org/uploads/publications/Revestimientos_Zinc.pdf).
- [10] Torres, P. *Simulación del tráfico en una vía expresa y análisis estadístico de los resultados*. Ingeniería Industrial No.30, enero-diciembre (2012), 54-56

## INDICADORES DE CLASE MUNDIAL PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE UNA PYME INDUSTRIAL

*José Valente Díaz Fernández*

*Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Km. 1.8 Carretera a Loma del Cojolite, Misantla, Veracruz, México.  
iicp.jvdf@gmail.com*

### **Resumen**

Las empresas tienen el reto de conseguir una mejora constante para no verse rebasadas por los competidores en el mercado global actual tan cambiante. Esta tendencia ha alcanzado a la función de Mantenimiento, pues ahora se entiende que no es una función devoradora de recursos, por el contrario, es una función preponderante dentro de los resultados que obtiene la empresa, es por esto que es necesario asegurar la efectividad de sus operaciones. Las tendencias de Clase Mundial para medir la eficacia de los departamentos de mantenimiento establecen que debe cuantificarse a través de Indicadores de Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad (CMD), este tipo de gestión proporciona información significativa para tomar decisiones sobre la planificación y ejecución de los trabajos. Se aplica este enfoque en una pyme industrial en dos grúas viajeras de la línea de galvanizado en caliente, a fin de determinar el grado de efectividad de su mantenimiento. Para realizar el estudio se aplica un diagnóstico situacional apoyado en un diagrama causa-efecto junto con las 6M, posteriormente se aplican las fórmulas matemáticas para CMD, además se utiliza el software estadístico Minitab 17 para desarrollar las gráficas de riesgo y las gráficas de supervivencia para estos equipos. Finalmente, después de haber realizado el estudio se determina que la efectividad del mantenimiento en estos equipos es satisfactoria y se recomienda el desarrollo de un modelo de costos para medir también la eficiencia del departamento.

**Palabra clave: Mantenimiento, indicadores, gestión, pyme.**

### **Abstract**

Companies are challenged to achieve constant improvement so as not to be overtaken by competitors in today's ever-changing global market. This tendency has reached the Maintenance function, because now it is understood that it is not a devouring function of resources, on the contrary, it is a preponderated function within the results obtained by the company, that is why it is necessary to ensure the effectiveness of its operations. World Class trends to measure the effectiveness of maintenance departments establish that it must be quantified through Reliability, Maintainability and Availability Indicators (CMD), this type of management provides significant information to make decisions about the planning and execution of the works. This approach is applied in an industrial SME in two traveling cranes of the hot galvanizing line, in order to determine the degree of effectiveness of its maintenance. To carry out the study, a situational diagnosis based on a cause-effect diagram is applied along with the 6M, later the mathematical formulas for CMD are applied, and the Minitab 17 statistical software is used to develop the risk graphs and the survival graphs for These

machines. Finally, after having carried out the study, it is determined that the effectiveness of the maintenance in these equipments is satisfactory and it is recommended the development of a cost model to measure also the efficiency of the department.

**Keywords: Maintenance, indicators, management, SME.**

## **Introducción**

La Integración regional y la Globalización imponen a las pymes el reto de alcanzar los niveles de competitividad de las empresas de clase mundial siguiendo una filosofía de Excelencia Gerencial. La gestión del Mantenimiento en el marco de la Excelencia Gerencial consiste en aplicar una práctica metódica e integral que se oriente a la búsqueda de la mejora constante [1]. No se debe pensar en una industria moderna sin una apropiada manutención de la tecnología con que la que se produce; simplemente porque del mantenimiento depende la funcionalidad, disponibilidad y conservación de su estructura productiva [2].

En consecuencia, un sistema de gestión integral de activos industriales debe contener mecanismos de diagnóstico, datos para la generación de indicadores técnicos y financieros, así como herramientas para medir confiabilidad. La función de mantenimiento encaminada únicamente a realizar acciones correctivas y preventivas de la infraestructura ha dejado de ser efectiva, el Mantenimiento es un negocio cuyo propósito es asegurar la confiabilidad de los activos industriales a través de buenas prácticas [3].

Las empresas establecen varios indicadores de gestión u operación, a través de los cuales controlan su administración empresarial. Por este motivo, es común encontrar diversos indicadores con fines muy particulares de las instituciones que los construyen, finalmente, la recomendación es trabajar con indicadores internacionales y de validez mundial [4].

Este documento representa el estudio que se realizó en el Departamento de Mantenimiento de la pyme industrial Metalyzinc S.A. de C.V., ubicada en la Ciudad industrial Bruno Pagliai de Veracruz, Ver.; por medio del cual se establecieron indicadores de Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad para valorar el desempeño de los equipos con el propósito de generar información que ayude a sus directivos en la toma de decisiones y determinar la efectividad de su proceso.

## **Metodología**

La investigación genera conocimiento técnico debido a que aplica herramientas particulares al área de la Ingeniería Industrial y particularmente al Mantenimiento Industrial. La condición exploratoria del estudio implica precisar información relacionada con el contexto en el que opera el Departamento de Mantenimiento sirviendo también como base para el diagnóstico inicial; asimismo se realiza una investigación documental, la cual trata de la búsqueda de literatura relacionada a las temáticas de gestión del mantenimiento e indicadores de rendimiento, a través de libros y de bases de datos de

buscadores especializados, los cuales se verán reflejados en las referencias bibliográficas del presente artículo.

Como consecuencia de una entrevista con los directivos del Departamento de Mantenimiento de la empresa y con la intención de estructurar adecuadamente la información derivada de la misma, se utiliza un Diagrama de Ishikawa junto con la Metodología 6M (ver figura 1) para definir las áreas de oportunidad de la gestión actual de mantenimiento, concretando que existe carencia de información adecuada para valorar la eficacia de las funciones realizadas, por lo que se puntualiza que es necesario el desarrollo de Indicadores de rendimiento.

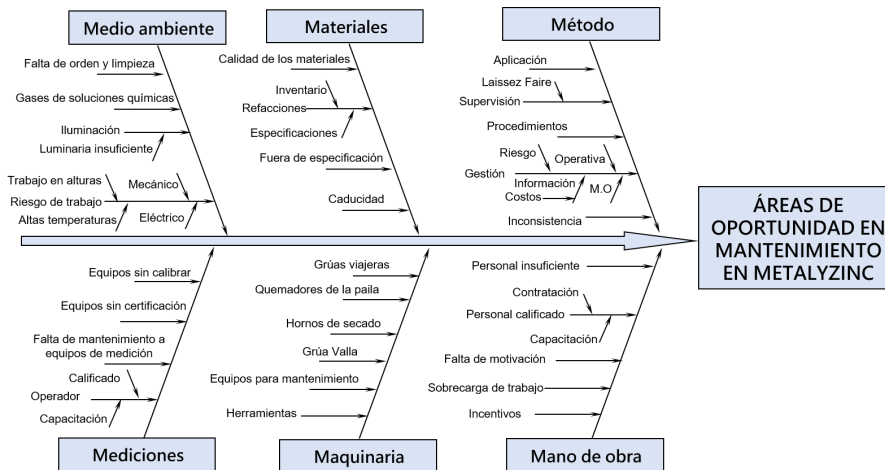


Figura 1. Diagrama de Ishikawa + 6M para determinar oportunidades de mejora.

Fuente: Elaboración propia

Se aplica el estudio basado en los indicadores claves de rendimiento en dos grúas viajeras de la línea de Galvanizado por inmersión en caliente, las cuales se identifican en la tabla 1:

Tabla 1. Grúas viajeras de la línea de galvanizado

Descripción	Modelo	Capacidad nominal	Marca
Grúa OT 779	XL-300	2 x 3200 kg	Konecranes
Grúa OT 991	XL-300	2 x 3200 kg	Konecranes

Fuente: Archivos internos de Metalyzinc S.A. de C.V.

Para el desarrollo de los indicadores es necesario tener tiempos de funcionamiento y falla de las grúas viajeras, los cuales son tomados de los registros internos del Departamento de Mantenimiento. Además, para la obtención de las curvas de Weibull se utiliza el software estadístico Minitab versión 17.1.0.



## Concepto y evolución del Mantenimiento

Mantenimiento son todas aquellas actividades que deben ser desarrolladas con un enfoque metódico, con el propósito de conservar en condiciones de operación segura, efectiva y económica, la maquinaria, equipos de producción, herramientas y demás activos físicos, de las diferentes instalaciones de la empresa [5].

A fines del siglo XIX apareció la necesidad de las primeras reparaciones debido a la mecanización de las industrias. Para 1914, la función de reparación a las máquinas tenía importancia secundaria y era ejecutada por los mismos trabajadores del área operativa. Al presentarse la Primera Guerra Mundial y con el establecimiento de la producción en serie, instituida por Henry Ford, las fábricas tuvieron que establecer programas mínimos de producción y como resultado de esto, consideraron la necesidad de formar grupos para efectuar reparaciones en máquinas en el menor tiempo posible; así surgió un órgano subordinado a la operación, cuyo objetivo primordial era la realización del mantenimiento de los equipos [6]. Aunque no existe una frontera precisa desde el punto de vista temporal, las principales referencias que existen sobre los diversos tipos de mantenimiento durante el siglo XX se pueden dilucidar en varias etapas, éstas nos muestran la forma en que ha evolucionado la organización y las técnicas utilizadas por el mantenimiento industrial. A continuación, [7] plantea un esquema de la evolución de los tipos de mantenimiento a través de los años.

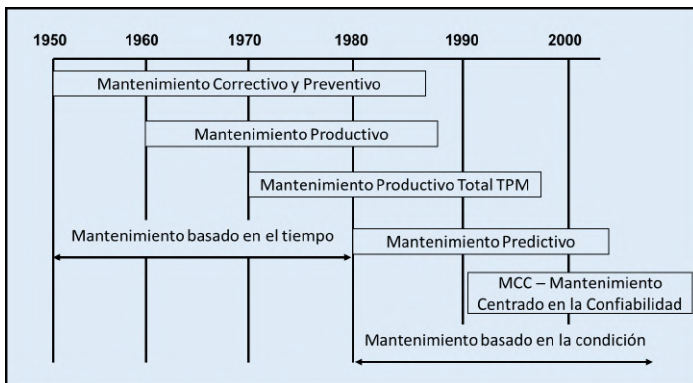


Figura 2. Evolución de los tipos de mantenimiento.

Fuente: Mesa et al. (2006)

## Indicadores de Clase Mundial

Algunos indicadores son llamados "índices clase mundial" porque son utilizados según la misma expresión en todos los países, De acuerdo con [6] existen seis índices de clase mundial, cuatro de los cuales se refieren al análisis de la gestión de los equipos y dos a la gestión de los costos, éstos son:

- Tiempo medio entre fallas
- Tiempo medio para reparación
- Tiempo medio para la falla.

- Disponibilidad de equipos.
- Costo de mantenimiento por facturación.
- Costo de mantenimiento por valor de reposición.

Por su parte [8], identifica los indicadores como formulaciones científicas del mantenimiento, planteándolo en los siguientes términos:

- La confiabilidad se define como la probabilidad, durante un periodo de tiempo especificado, de que un equipo pueda realizar su función en condiciones de operación, es decir, sin avería. Una medida de la confiabilidad es el MTBF (Mean Time Between Failures – Tiempo medio entre fallas).
- La mantenibilidad es la probabilidad de que el equipo, después de la avería, sea puesto en condición de operación en un tiempo determinado. Una medida de la mantenibilidad es el MTTR (Mean Time to Repair – Tiempo Medio de Reparación). Estos dos conceptos se plasman a continuación en la figura 3:

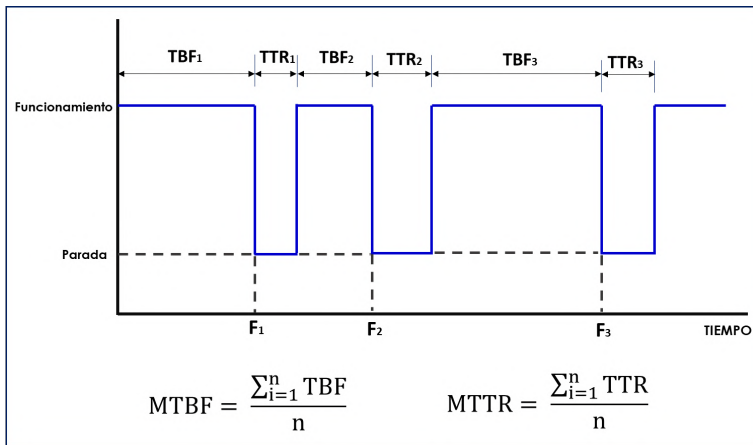


Figura 3. Estado de un equipo (confiabilidad y mantenibilidad)

Fuente: González (2011)

- La disponibilidad es la probabilidad, en el tiempo, de asegurar la realización de un servicio requerido. Se entiende como el porcentaje de equipos o sistemas útiles en un determinado momento. A continuación, en la figura 4 se plantean las relaciones entre los conceptos analizados para obtener la disponibilidad:

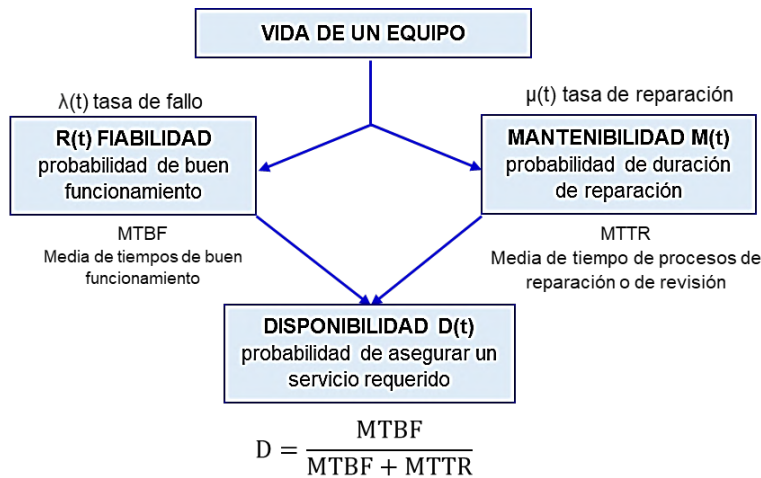


Figura 4. Disponibilidad a través de la Confiabilidad y la Mantenibilidad.

Fuente: González (2011).

### Curvas de Weibull como indicador de confiabilidad

Wallodi Weibull, demostró que la mayoría, de las formas de distribución, y particularmente la de los mecanismos así como la distribución de fallos, se aproxima con un alto grado de exactitud a una función universal. Según [6], mientras Weibull estudiaba la resistencia de aceros, formó una expresión semi-empírica con los siguientes objetivos:

- a) Representar fallas prematuras (mortalidad infantil), fallas aleatorias y fallas debidas a desgaste.
- b) Obtener parámetros significativos, el tiempo mínimo probable hasta la falla.
- c) La representación gráfica y simple para su aplicación.

De acuerdo con [8], el método de estimación de la tasa de fallos, utilizando los conceptos de Weibull, se basa en analizar una muestra de fallos. Para representar esos fallos se generan una serie de puntos que forman un conglomerado; la zona media de dicho conglomerado podrá representarse mediante una recta de la que  $\beta$  es la pendiente. Mediante este análisis puede proporcionarse información manifiesta sobre el sistema y determinar en qué periodo de su vida se encuentra; observar la tabla siguiente:

Tabla 2. Análisis de un equipo con el valor de  $\beta$  por Teoría de Weibull. Fuente: González (2011).

Valor de $\beta$	Descripción
$\beta < 1$	Fallos prematuros, es decir, mortalidad infantil.
$\beta = 1$	Fallos aleatorios. Zona de vida útil con tasa de fallos constante.
$\beta > 1$	Fallos por fatiga, desgaste o límite de vida útil.

La función de distribución de Weibull se ajusta a la siguiente fórmula:

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-t_0}{T-t_0}\right)^\beta} \quad (1)$$

Donde:

$t$  es la variable de duración, que según el contexto y servicio de que se trate, será tiempo de uso, kilómetros, horas de vuelo, ciclos de trabajo, etc.

$T$  es la duración característica media.

$t_0$  es el momento en que ha ocurrido el primer fallo. Puede utilizarse  $t_0 = 0$  si se pretende analizar toda la vida del sistema.

$\beta$  es el parámetro de forma que siempre es mayor a cero.

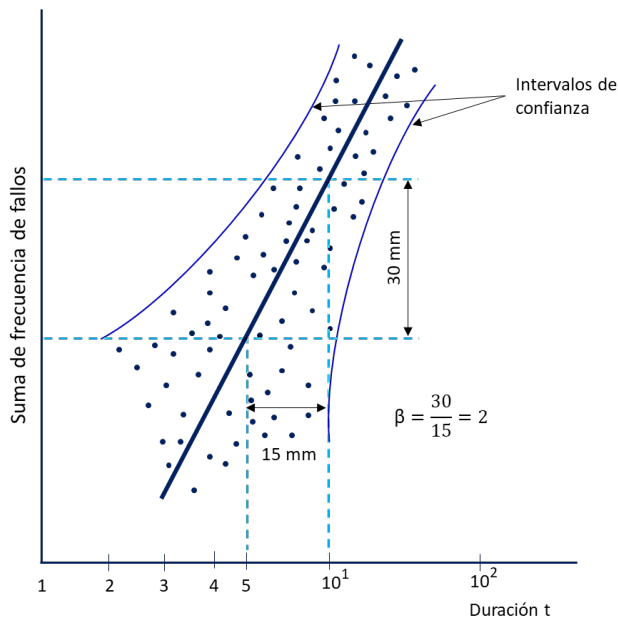


Figura 5. Distribución de fallas con límites de confianza.

Fuente: González (2011).

### Método de aplicación de indicadores

En primera instancia se definen los TTR y TBF del periodo del 1 de enero al 20 de julio de 2018 (día del desarrollo de los indicadores) para la grúa OT 779. De forma ilustrativa se presenta a continuación la gráfica de estos datos:

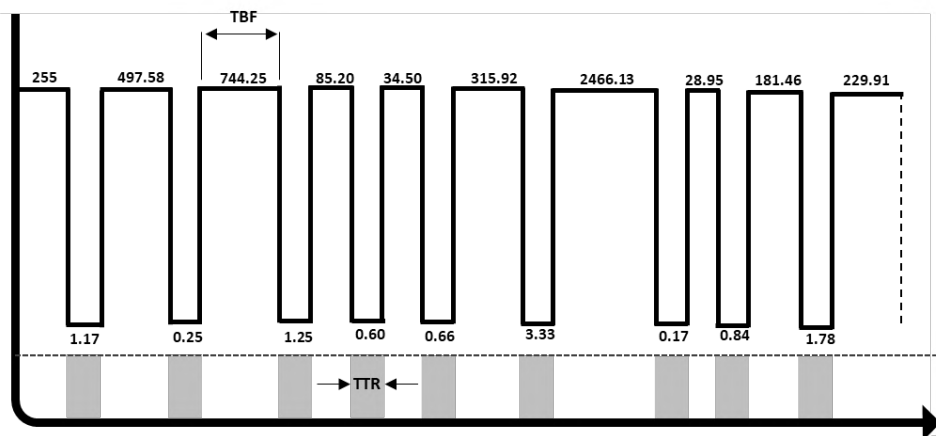


Figura.6 Gráfica de TBF y TTR de grúa viajera OT 779.  
Fuente: González (2011).

También se presentan en tablas los valores obtenidos para TBF y TTR y se aplican las fórmulas 2 y 3:

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^n TBF}{n} \quad (2)$$

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^n TTR}{n} \quad (3)$$

Tabla 3. Valores TBF para la grúa viajera OT 779

<i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\sum_{i=1}^n TBF$	$\frac{\sum_{i=1}^n TBF}{n}$
<b>TBF</b>	255	497.58	744.25	85.20	34.50	315.92	2466.13	28.95	181.46	4608.99	512.11

Fuente: Archivos internos de Metalyzinc, S.A. de C.V.

Tabla 4. Valores TTR para la grúa viajera OT 779

<i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\sum_{i=1}^n TTR$	$\frac{\sum_{i=1}^n TTR}{n}$
<b>TTR</b>	1.17	0.25	1.25	0.60	0.66	3.33	0.17	0.84	1.78	10.05	1.11

Fuente: Archivos internos de Metalyzinc, S.A. de C.V.

Una vez obtenidos los MTBF y MTTR para la grúa viajera OT 779, se dispone a obtener la Disponibilidad con la fórmula 4:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (4)$$

Al aplicarla se obtiene:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} = \frac{512.11}{512.11 + 1.11} = 99.78\%$$

Asimismo, se calculan la tasa de fallos y la tasa de reparación con las siguientes fórmulas:

$$\lambda = \frac{1}{\frac{\sum_{i=1}^n TBF}{n}} \quad (5)$$

$$\mu = \frac{1}{\frac{\sum_{i=1}^n TTR}{n}} \quad (6)$$

Al aplicarlas, se obtienen los siguientes valores:

$$\lambda = \frac{1}{\frac{\sum_{i=1}^n TBF}{n}} = \frac{1}{512.11} = 0.0019 \text{ averías/hr}$$

$$\mu = \frac{1}{\frac{\sum_{i=1}^n TTR}{n}} = \frac{1}{1.11} = 0.901 \text{ reparaciones/hr}$$

## CURVAS DE WEIBULL

Para la obtención de las curvas de Weibull para la grúa OT 779 por medio del software Minitab 17, se utilizan los datos TBF para realizar una prueba de bondad de ajuste con un nivel de confianza del 95%, con la intención de comprobar que los datos siguen la distribución Weibull.

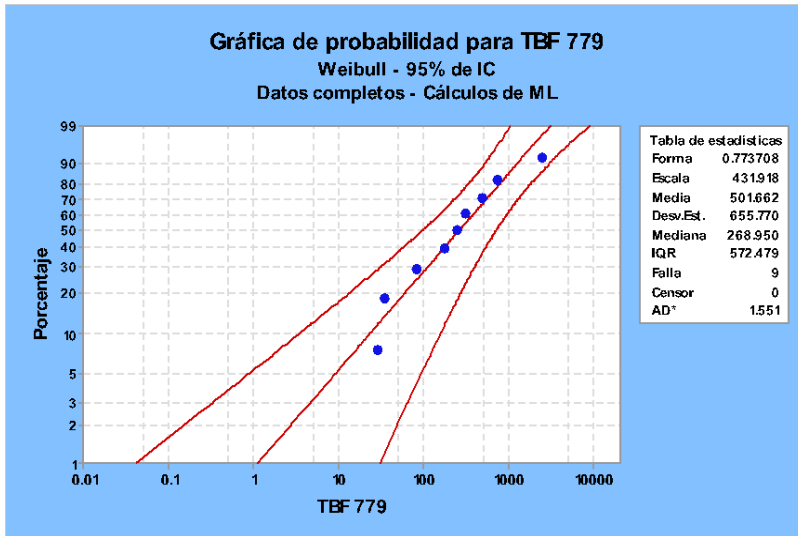


Figura.7 Gráfica de probabilidad para los TBF de la grúa viajera OT 779.  
Fuente: Elaboración propia usando Minitab 17.

Utilizando el estadístico de Anderson-Darling obtenido, es posible aseverar que los datos se ajustan a la distribución Weibull debido a que el valor obtenido de 1.551 genera un valor mayor que la significancia de 0.05 elegida para la prueba, con un parámetro de forma  $\beta=0.773$ .

Una vez confirmado que los datos se ajustan a la distribución de Weibull de obtienen las curvas de supervivencia y de riesgo para la grúa OT 779, las cuales nos ayudan a determinar su comportamiento en el tiempo.

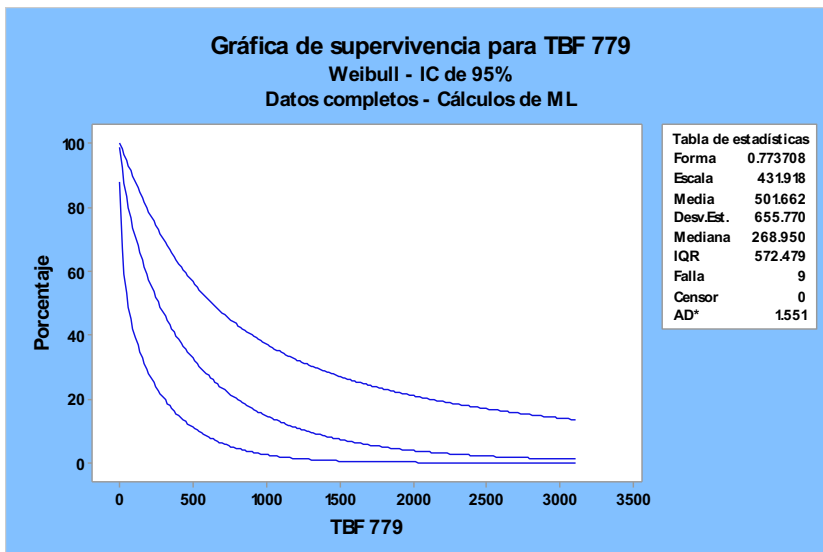


Figura.8 Gráfica de supervivencia para la grúa viajera OT 779.  
Fuente: Elaboración propia usando Minitab 17.

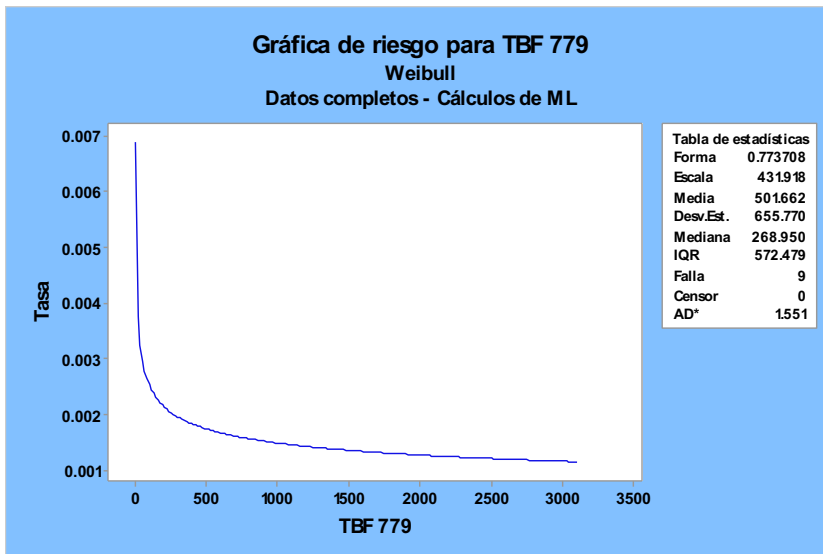


Figura.9 Gráfica de riesgo para la grúa viajera OT 779.

Fuente: Elaboración propia usando Minitab 17.

## Resultados

Los resultados del desarrollo de los indicadores de Clase Mundial se presentan a continuación:

Para la grúa viajera OT 779:

- Tiene una confiabilidad de 512 horas.
- Tiene una mantenibilidad de 1.11 horas.
- Tiene una disponibilidad de 99.78%.
- Tiene una tasa de falla de 0.019 averías/hr
- Tiene una tasa de reparación de 0.901 reparaciones/hr
- La gráfica de supervivencia indica que este equipo tiene una confiabilidad estimada de 62% después de 164 horas de operación.
- La gráfica de riesgo muestra una tasa de falla de 0.0068 como valor máximo, además muestra una tendencia decreciente, por lo que disminuye probabilidad de falla con el paso del tiempo.

Para la grúa viajera OT 991:

- Tiene una confiabilidad de 468.35 horas.
- Tiene una mantenibilidad de 0.79 horas.
- Tiene una disponibilidad de 99.83%.
- Tiene una tasa de falla de 0.002 averías/hr
- Tiene una tasa de reparación de 1.265 reparaciones/hr



- La gráfica de supervivencia indica que este equipo tiene una confiabilidad estimada de 52% después de 169 horas de operación.
- La gráfica de riesgo muestra una tasa de falla de 0.0126 como valor máximo, además muestra una tendencia decreciente, por lo que disminuye la probabilidad de falla con el paso del tiempo.

## **Agradecimientos**

Agradezco a CONACYT, porque a través de su apoyo es posible desarrollar estudios que ayudan a las empresas a mejorar su competitividad al mismo tiempo que podemos desarrollarnos como investigadores.

Agradezco a Metalyzinc S.A. de C.V. por la apertura y apoyo para la realización del presente trabajo.

## **Conclusiones**

Con el desarrollo de este trabajo se ha establecido para el Departamento de Mantenimiento de Metalyzinc S.A. de C.V. un método para gestionar sus funciones acorde a las prácticas de Clase Mundial. A través de este método es posible medir convenientemente la eficacia del departamento por medio de los indicadores de Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad, proporcionando información que sin duda ayudará a la toma de decisiones de su grupo directivo.

Los resultados obtenidos para los equipos que se evaluaron son totalmente satisfactorios, de hecho en el caso de la disponibilidad alcanzada para ambos equipos mediante el cálculo puntual es excelente y la confiabilidad es muy buena. En el caso de la gráfica de riesgo en ambos casos muestra una tendencia decreciente, esto implica la disminución de la probabilidad de falla con el paso del tiempo. Estos resultados denotan que la efectividad de la función del mantenimiento para estos dos equipos resulta plenamente satisfactoria.

Una vez desarrollado el método de Indicadores se recomienda ampliarlo a los demás equipos críticos de la empresa, asimismo, por los resultados obtenidos, presumiblemente existe muy buena eficacia en las funciones del mantenimiento, por lo cual se sugiere desarrollar un método de medición de costos para evaluar la eficiencia del departamento y complementar el método de gestión con este otro importantísimo aspecto de los resultados empresariales. Además, se recomienda establecer objetivos de mejora de la efectividad con base en los resultados obtenidos en este estudio.

## **Bibliografía**

[1] Prando, Raúl, *Manual de Gestión de Mantenimiento a la medida*, Editorial Piedra Santa, Guatemala, 1996, 31-35.

[2] Hernández, E. y E. Navarrete, *Sistema de cálculo de indicadores para el mantenimiento*, Revista Club de mantenimiento, Año 1, núm. 6 (2001), 1-2.

- [3] Amendola, Luis, *Gestión Integral del Mantenimiento de los Activos como Estrategia de Negocios (Assessment, PAS 55 – ISO 55000)*, Memorias del 5to. Congreso Español de Mantenimiento, 2011, 2-4.
- [4] Mora, Luis, *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control*, Alfaomega Grupo Editor, México, 2009, 469-471.
- [5] García, Oliverio, *Gestión moderna del Mantenimiento*, Ediciones de la U, Colombia, 2013, 9-11.
- [6] Tavares, Lourival., *Administración Moderna de Mantenimiento*, Polo Publicações, Brasil, 2000, 1-4, 52-53, 87.
- [7] Mesa, Dairo, Y. Ortiz y M. Pinzón, “*La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento*”, *Scientia et Technica* Año XII, núm. 30, mayo (2006) 156-157.
- [8] González, Francisco, *Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado*, Editorial Confemetal, España, 2011, 75-83.

## ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS DE ESPERA EN EL ÁREA DE URGENCIAS DE UN HOSPITAL UTILIZANDO SIMULACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS

*Miguel A. Hernández Díaz<sup>a</sup>, Jorge Roberto de Jesús Maravilla Tiburcio<sup>b</sup>, <sup>c</sup>Isidro Rodríguez Montoro<sup>c</sup>*

<sup>a</sup>Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Veracruz, *Km. 1.8 Carretera a Loma del Cojilote C.P. 93821, Misantla, Veracruz.*

<sup>b</sup>Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Veracruz, *Km. 1.8 Carretera a Loma del Cojilote C.P. 93821, Misantla, Veracruz.*

<sup>c</sup>Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Veracruz, *Km. 1.8 Carretera a Loma del Cojilote C.P. 93821, Misantla, Veracruz.*  
*miguel\_nani\_17@hotmail.com*

### Resumen

El presente artículo describe la investigación realizada en el área de urgencias de un Hospital General en Veracruz, México, con el propósito de evaluar el comportamiento actual de dicho subsistema hospitalario, particularmente en lo que se refiere al tiempo de espera de los pacientes previo a recibir asistencia médica. Se utilizó la Simulación de Eventos Discretos para desarrollar un modelo del sistema real, el cual fue programado en el software Arena, con el objetivo de obtener alternativas de mejora que permitan reducir el tiempo promedio de espera en general, así como de los diferentes tipos de pacientes, haciendo énfasis en aquellos clasificados como emergencias. Se evaluaron distintas propuestas, tales como la adicionar una enfermera, un doctor o ambos en el turno vespertino. Los resultados obtenidos muestran que la mejor opción es agregar ambos recursos humanos en el turno de la tarde, ya que, el tiempo promedio de espera de los pacientes se reduce en un 81%, mientras que el de los pacientes clasificados como rojos también disminuye en un 28%.

**Palabra(s) clave:** Área de urgencias, Subsistema, Tiempo de Espera, Simulación de Eventos Discretos, Software Arena

### Abstract

This article describes the research carried out in the emergency area of a General Hospital in Veracruz, Mexico, with the purpose of evaluating the current behavior of said hospital subsystem, particularly in regard to the waiting time of patients prior to receiving medical assistance. The Simulation of Discrete Events was used to develop a model of the real system, which was programmed in the Arena software, with the aim of obtaining improvement alternatives that allow to reduce the average waiting time in general, as well as the different types of patients, emphasizing those classified as emergencies. Different proposals were evaluated, such as adding a nurse, a doctor or both in the evening shift. The results obtained show that the best option is to add both human resources in the afternoon shift, since

the average waiting time of patients is reduced by 81%, while that of patients classified as red also decreases in 28%

**Key words: Emergency Area, Subsystem, Holding Time, Simulation of Discrete Events, Software Arena**

## **Introducción**

En la mayoría de los procesos que se presentan en las empresas de manufactura y de servicio, aparecen las líneas de espera. Esto debido a que casi siempre, la capacidad de servicio (en algún momento) es menor que la capacidad demandada [1].

Que la demanda supere la capacidad de servicio de un determinado sistema, ya sea, industrial o de prestación de servicios es algo muy común en las organizaciones, lo cual, hace que tiendan a operar con un bajo desempeño y tengan con frecuencia problemas relacionados con la calidad en la satisfacción de los clientes. Las líneas de espera se generan porque una parte del sistema no tiene la capacidad (recursos humanos, técnicos, materiales) suficiente para procesar la cantidad de personas, productos u objetos que llegan solicitando servicio o alguna otra actividad. La saturación o congestión que ocasionan las líneas de espera puede representar pérdidas monetarias significativas en los procesos de producción, pero en los procesos de asistencia de salud puede desembocar en la pérdida de vidas humanas. De ahí la importancia de que se busquen metodologías cuantitativas enfocadas a mejorar los servicios médicos asistenciales de todos los departamentos que conforman el sector salud. Dentro de las áreas que conforman la gestión hospitalaria, el área de emergencias es una de las más críticas debido a que está encargada de proporcionar atención médica oportuna y eficiente a todas las personas cuya vida está en riesgo [2]. Además, constituye una de las áreas esenciales para el cumplimiento de la función misional de una institución de atención médica y es uno de los servicios más concurridos dentro de los establecimientos de salud [3]. Una de las áreas más importantes y útiles donde se aplican modelos de simulación de eventos discretos es la de la salud. Específicamente en el área de urgencias, pero no solo en esta se ha hecho uso de esta técnica sino también en hospitalización, oftalmología, cirugía, entre otras [6]. Las preocupaciones más comunes que de manera generalizada han estado presentes en los sistemas de urgencias hospitalarias alrededor de mundo son: saturación del servicio, ineficiencia del flujo de pacientes, tiempos de espera largos para los pacientes, largos tiempos de estancia hospitalaria, optimización del tiempo de atención por el médico de urgencias, capacidad del servicio de urgencias versus demanda-capacidad y programación del personal asistencial en urgencias [3].

El sistema de un hospital tiene muchas variables y diferentes eventos aleatorios por lo que en la mayoría de los planteamientos de problemas se consideran sistemas complejos [7]. Las ventajas principales de la simulación son que es fácil de entender y que la metodología puede usarse para modelar y aprender sobre el comportamiento de sistemas complejos que serían difíciles, si no es que imposibles, de abordar analíticamente [8]. Autores como [2] y [7] han demostrado que la utilización del software Arena permite ser una herramienta eficiente para la solución de problemas en procesos discretos, ya que proporciona una adecuada y flexible visualización del entorno de un sistema. Por lo anterior, el presente documento tiene como objetivo presentar los resultados del diseño de un modelo de simulación de eventos discretos para el sistema de emergencias de un Hospital General en

Veracruz, con la finalidad de reducir el tiempo promedio de espera de las personas que solicitan servicio en dicha área. Dicho Hospital General es una institución en donde se proporcionan servicios de salud de primer y segundo nivel a los empleados, jubilados y familiares de trabajadores afiliados, ubicado en el municipio de Veracruz, Veracruz (México).

De acuerdo a un estudio precedente realizado por el área de urgencias del Hospital, en donde se analizaron los datos recolectados de un periodo de 3 meses (Octubre a Diciembre de 2017), en la Figura 1 se muestran los tiempos promedios de espera de los pacientes que ingresan a la institución categorizados según el grado de su urgencia, la cual sirve para asignarles el área correspondiente para su posterior atención: sala de reanimación (rojo), sala de observación (amarillo) y primer contacto (verde). Dado que se observa que el tiempo promedio de espera de los pacientes clasificados en rojo es mayor a 10 minutos, que es el límite máximo de espera establecido, ya que, son eventos que ponen en peligro la vida o función de un órgano en forma aguda, es imprescindible plantear escenarios de mejora que permitan disminuir los tiempos de espera de dichos pacientes y de todos en general, puesto que, las emergencias calificadas (pacientes clasificados en amarillo) están propensas a convertirse en emergencias (pacientes clasificados en rojo) si se atienden de manera tardía.

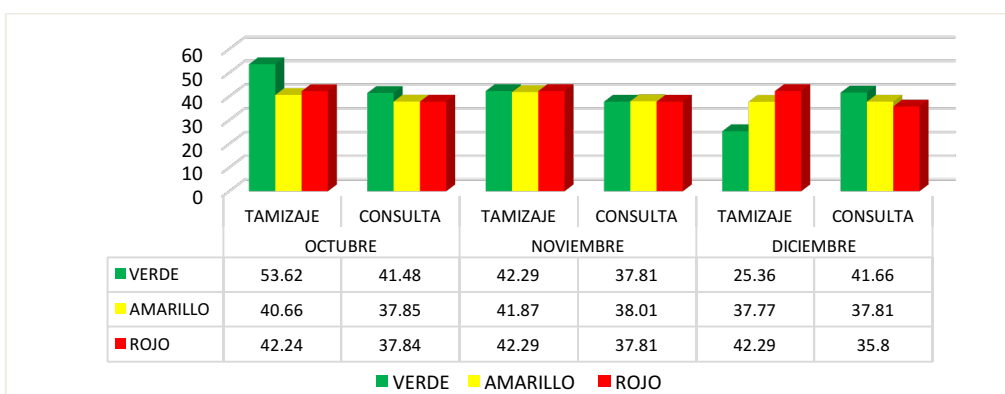


Figura 1: Tiempos promedios de espera en minutos Octubre-Diciembre 2017. Fuente: área de urgencias del Hospital General

## Metodología

La metodología empleada en este estudio recoge los pasos o etapas más importantes, que invariablemente no pueden faltar en un trabajo relacionado con simulación de procesos. Sin embargo, la secuencia de pasos aquí planteada sirve únicamente de guía con el propósito de llevar una adecuada planeación y seguimiento, tener una idea de las herramientas idóneas a utilizar en cada fase y lograr el objetivo propuesto. En otras palabras, dependiendo de la naturaleza del caso de estudio que se está analizando y de la visión del autor(es), es la cantidad y tipo de pasos a seguir. En ese sentido, el

método seguido en este trabajo de investigación se encuentra conformado por las etapas representadas en la Figura 2.

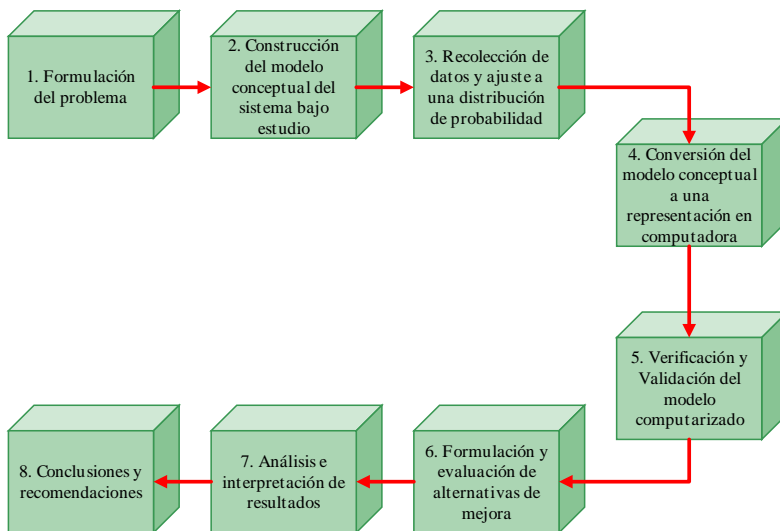


Figura 2: Diagrama de la metodología utilizada. Fuente: Elaboración propia

### **1. Formulación del problema**

En el hospital General se ha identificado como un área de oportunidad de mejora la ausencia de una intervención oportuna por parte de los servicios de emergencia, en el que se presentan tiempos largos de espera, los cuales en los casos más extremos pueden derivar en la incapacitación o la muerte de los pacientes. Además, no se cuenta con un modelo de simulación que coadyuve a los coordinadores del servicio de urgencias a entender el comportamiento del sistema, con respecto a los factores clave que podrían influir en los tiempos de espera excesivos, como son la cantidad de personal médico y asistencial necesario para atender la demanda de los pacientes.

### **2. Construcción del modelo conceptual del sistema bajo estudio**

En esta etapa se desarrolló el diagrama de flujo detallado del objeto bajo estudio, que corresponde al área de urgencias. Es menester señalar que, aunque en la Figura 3 se muestran las áreas a donde pueden ser derivados los pacientes una vez que son atendidos por el médico de urgencias, el alcance de esta investigación abarca solo hasta la salida del paciente de dicho servidor, es decir, del área de observación del servicio de urgencias.

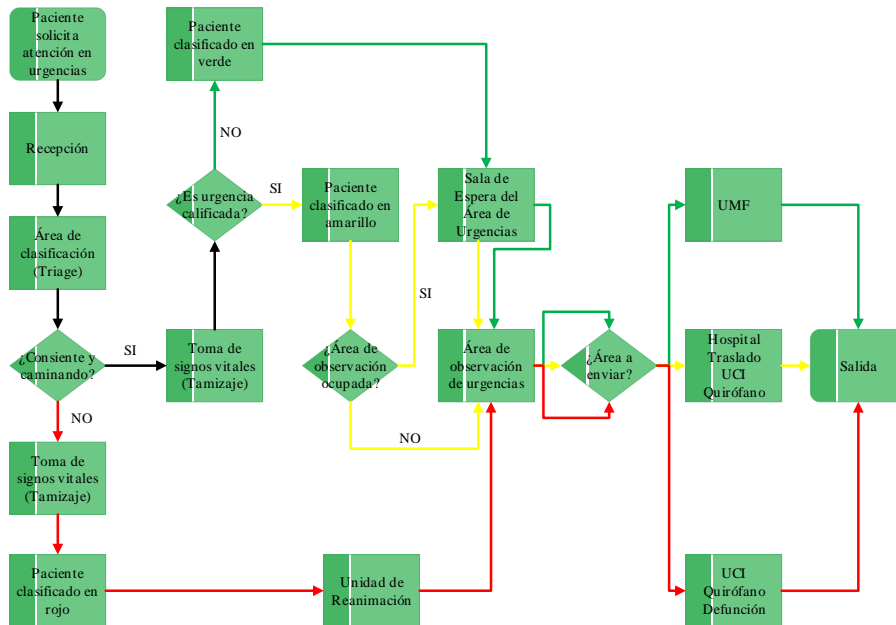


Figura 3: Diagrama de flujo general del proceso de atención a pacientes en el área de urgencias. Fuente: Elaboración propia

La descripción general del proceso se presenta a continuación:

1. **Recepción:** los pacientes que llegan al área de urgencias se dirigen a la estación de recepción, en donde se encuentra una trabajadora social, la cual captura o registra sus datos en el sistema de información con la finalidad de poderle dar admisión al servicio.
2. **Área de clasificación (Triage):** Después de ser registrado, el paciente ingresa con una enfermera general o auxiliar de enfermería general, la cual le toma sus signos vitales (tamizaje) con el fin de poder asignarle una prioridad de atención identificada a través del siguiente código de colores:
  - ✘ **Paciente clasificado en rojo (emergencia):** paciente cuya vida o función de un órgano está en peligro en forma aguda y debe ser atendido dentro de los primeros 10 minutos posteriores a su llegada a urgencias.
  - ✘ **Paciente clasificado en amarillo (urgencia calificada):** paciente cuyas condiciones de salud pueden deteriorarse, llegando a poner en peligro su vida o la función de alguna extremidad y debe ser atendido en los primeros 30 a 60 minutos.
  - ✘ **Paciente clasificado como verde (urgencia sentida):** paciente que considera sus condiciones de salud como prioritarias, pero que no ponen en peligro su vida o la función de algún órgano, por lo que no existe un tiempo límite para su atención.
3. **Sala de espera del área de urgencias:** consiste en un espacio acondicionado para que los pacientes esperen ser atendidos cuando el servidor se encuentra ocupado.
4. **Área de observación de urgencias:** se refiere a la estación de servicio en donde el médico urgenciólogo presta su servicio de consulta.

Una vez que el médico en turno proporciona asistencia médica al paciente, éste normalmente es direccionado hacia otra área dentro del sistema hospitalario, dependiendo la categoría que haya recibido. Generalmente los pacientes clasificados como verdes son enviados a la Unidad Médica Familiar (UMF); los clasificados en amarillo pueden ser enviados a hospitalización, ser trasladados, entrar a la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) o directamente a Quirófano; y los clasificados como rojos pueden ser remitidos a la UCI, Quirófano o en el peor de los casos fallecer.

**5. Salida:** es la última fase el sistema de urgencias, en donde el paciente después de recibir su consulta, abandona el hospital o es destinado a otra área dentro del mismo.

Parte fundamental para la elaboración del modelo de simulación es el dimensionamiento del sistema. En este punto se determina la cantidad disponible de recursos humanos (Tabla 1) que intervienen para la atención de los pacientes que ingresan en urgencias.

Tabla 1. Capacidad de personal del sistema de urgencias. Fuente: Elaboración propia

<b>TURNO</b>	<b>Trabajo social</b>	<b>Enfermería</b>	<b>Médico especialista para atención a urgencias</b>
Matutino	1	2	2
Vespertino	1	1	1
Nocturno	1	1	1

### **3. *Recolección de datos y ajuste a una distribución de probabilidad***

La obtención de información se realizó mediante extracción directa de la base de datos propia del sistema de información del hospital (TRIAGE), en otras palabras, se utilizó la técnica de observación indirecta. El periodo analizado es del 01 de agosto de 2017 al 31 de enero de 2018, correspondiente a 184 días, sin embargo, discriminando datos atípicos quedaron un total de 142. Dichos datos se encuentran divididos en 3 turnos y sus horarios de atención se observan en la Tabla 2.

Tabla 2. Turnos de trabajo en el área de urgencias. Fuente: Elaboración propia

<b>TURNO</b>	<b>INICIO</b>	<b>TERMINO</b>
Matutino	07:00 hrs.	15:00 hrs
Vespertino	15:00 hrs.	23:00 hrs.
Nocturno	23:00 hrs.	07:00 hrs.



Del procesamiento de los datos reflejado en la Tabla 3, se advierte que el mayor porcentaje de asistencia fue en los meses de septiembre y octubre con un porcentaje de 24.61 (619 pacientes) y 24.53 (617 pacientes) respectivamente, de un total de 2515 pacientes.

Tabla 3. Distribución de pacientes por turno y mes. Fuente: Elaboración propia

MES	TURNO			Pacientes	Porcentaje
	Matutino	Vespertino	Nocturno		
Agosto	48	39	0	87	3.46%
Septiembre	343	251	25	619	24.61%
Octubre	306	273	38	617	24.53%
Noviembre	226	275	17	518	20.60%
Diciembre	87	93	13	193	7.67%
Enero	206	249	26	481	19.13%
	1216	1180	119	2515	100%

De igual manera, en la gráfica de la Figura 4 se presenta el porcentaje de pacientes que son categorizados como rojos, amarillos y verdes por cada turno, debido a que son datos que se requieren una vez que se construye el modelo en el software.

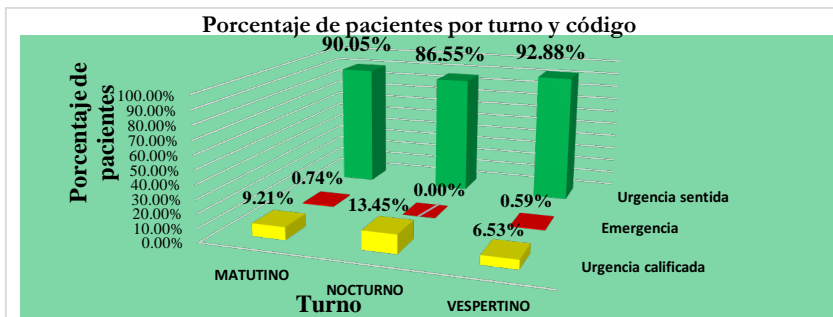


Figura 4: Porcentaje de pacientes por turno y código. Fuente: Elaboración propia.

El análisis de los datos es un tema muy sensible del área de la simulación [2], motivo por el cual constituye el principal componente para iniciar la modelación. A través de la herramienta “Analizador de datos de entrada” (Input Analyzer) del software Arena (Figura 5) se realizó el análisis de los datos de entrada con el fin de determinar a qué distribuciones de probabilidad se ajustan los datos, para su posterior uso en el modelo. El analizador de datos de entrada presenta el error de ajuste de los datos para cada una de las distribuciones, así como los resultados de la prueba Chi-cuadrada (X2) para determinar la discrepancia entre la distribución observada y la teórica [3].

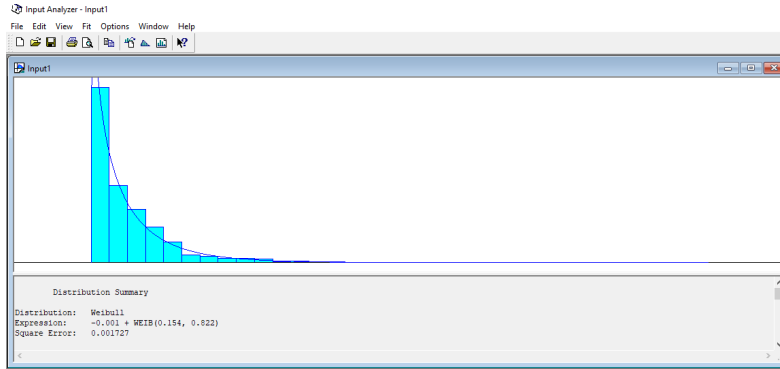

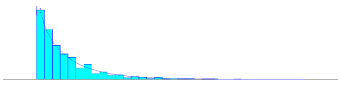
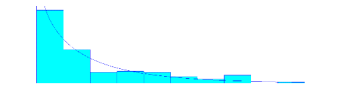




Figura 5: Ajuste de distribuciones mediante herramienta Input Analyzer. Fuente: Elaboración propia.

Esta herramienta permitió obtener las distribuciones de los tiempos de llegada, recepción y tamizaje de cada turno y escoger aquellas que tienen menor error de ajuste, como se aprecia en la Tabla 4. Con respecto al tiempo de atención en consulta, debido a que no se cuenta con información histórica de dicha variable, se optó por obtener una aproximación empírica por parte del médico urgenciólogo, que de alguna manera si conoce su comportamiento.

Tabla 4. Distribución de probabilidades de los tiempos entre llegadas, recepción y tamizaje por turno. Fuente: Elaboración propia.

TURNO	FORMA DE LA DISTRIBUCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Tiempo entre llegada Matutino		Distribution: Gamma Expression: $-0.001 + \text{GAMM}(0.616, 0.854)$ Square Error: 0.000377
Tiempo entre llegada Vespertino		Distribution: Gamma Expression: $-0.001 + \text{GAMM}(0.648, 0.816)$ Square Error: 0.001183
Tiempo entre llegada Nocturna		Distribution: Weibull Expression: $\text{WEIB}(1.48, 0.847)$ Square Error: 0.005062
Tiempo de recepción matutino		Distribution: Weibull Expression: $-0.001 + \text{WEIB}(0.154, 0.822)$ Square Error: 0.001727

Tiempo de recepción vespertino		Distribution: Gamma Expression: $-0.001 + \text{GAMM}(0.205, 0.907)$
--------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------

Square Error: 0.001225

Tiempo de recepción nocturno		Distribution: Weibull Expression: $-0.001 + \text{WEIB}(0.193, 0.859)$
------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------

Square Error: 0.000705

*(Continuación)*


TURNO	FORMA DE LA DISTRIBUCIÓN	CARACTERÍSTICAS
-------	--------------------------	-----------------

Tiempo de tamizaje Matutino		Distribution: Gamma Expression: $-0.001 + \text{GAMM}(0.368, 0.995)$
-----------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------

Square Error: 0.002795

Tiempo de tamizaje Vespertino		Distribution: Weibull Expression: $-0.001 + \text{WEIB}(0.403, 1.04)$
-------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------

Square Error: 0.001103

Tiempo de tamizaje Nocturna		Distribution: Lognormal Expression: $-0.001 + \text{LOGN}(0.234, 0.482)$
-----------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------

Square Error: 0.001416

## Conversión del modelo conceptual a una representación en computadora

Esta etapa corresponde a la programación de la lógica del modelo, la cual se muestra en la Figura 6. De forma particular, los arribos o llegadas de los pacientes se incorporaron al modelo mediante el módulo “programa” (Schedule), que se encuentra en la sección de procesos básicos, obteniendo previamente las funciones de densidad de probabilidad de los interarribos de cada turno (*ver sección 3. Recolección de datos y ajuste a una distribución de probabilidad*). De manera general, se desarrollaron 3 submodelos, uno por cada turno, los cuales están gestionados por los módulos “Hold” y “Signal”, del panel de procesos avanzados. Por su parte, el aumento y decremento de la capacidad del recurso “médico de urgencias” se lleva a cabo mediante el módulo “Alter”, el cual corresponde a una funcionalidad antigua del software Arena.

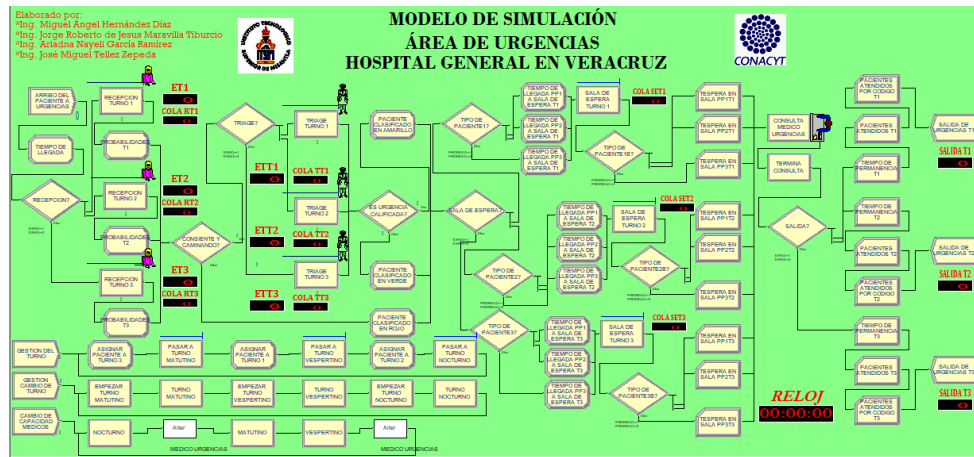


Figura 6: Visualización del modelo construido en Arena. Fuente: Elaboración propia.

## Verificación y Validación del modelo computarizado

La verificación consiste en el proceso de garantizar que el modelo está bien programado [4]. Esta tarea se llevó a cabo por medio de reuniones con el personal responsable del área, que en este caso es el médico urgenciólogo. Por lo tanto, no se presentaron discrepancias en lo que se refiere a la perspectiva de visualizar las operaciones del área.

Por otro lado, la validación consiste en asegurarse que el modelo se comporta de manera similar al sistema real (Kelton, 2004). Debido a que el sistema de urgencias de un hospital corresponde a una “simulación sin terminación” es necesario definir a partir de qué número de repeticiones se alcanza el estado o régimen estacionario del mismo, de tal suerte que, las mediciones o valores obtenidos sean estadísticamente válidos. Para calcular el número óptimo de réplicas de nuestro estudio, se toma como referencia el tiempo promedio de permanencia del paciente en el área de urgencias. Se considera un error deseado de máximo 0.216 horas ( $e = 0.216$ ) y una muestra arbitraria de 10 corridas preliminares

( $n' = 10$  replicas), que al ejecutarlas se obtienen los *Half Width* por turno de la Tabla 5. El número de réplicas se calcula con la ecuación 1 (Torres Vega, 2012).

$$n = n' \left( \frac{h_0}{e} \right)^2 \quad (1)$$

Tabla 5. Cálculo del número de réplicas. Fuente: Elaboración propia

Turno	Half Width	Número de replicas
T1	0.64	$n = 10 \left( \frac{0.64}{0.216} \right)^2 = 87.79 \approx 88$
T2	0.20	$n = 10 \left( \frac{0.20}{0.216} \right)^2 = 8.57 \approx 9$
T3	0.29	$n = 10 \left( \frac{0.29}{0.216} \right)^2 = 18.02 \approx 19$

Para estabilizar el sistema en el turno 1 se requieren 88 réplicas, 9 en el turno 2 y 19 en el turno 3. De ahí que se decida ejecutar 88 réplicas del modelo con 142 días cada una.

### *Formulación y evaluación de alternativas de mejora*

En primer lugar, se inició con un análisis del tiempo que transcurre desde que los diferentes tipos de pacientes son tamizados hasta que ingresan a consulta. En la Tabla 6 se presentan los tiempos promedios de espera en minutos de cada tipo de paciente en los diferentes turnos. Se observa que en el turno matutino los pacientes clasificados como rojos tienen un tiempo promedio de espera mayor, mientras que en el caso de los clasificados como amarillos y verdes es en el turno nocturno. También se puede observar que la suma de los tiempos promedio de espera de los tres turnos es 44.62 minutos.

Tabla 6. Tiempos promedios de espera por tipo de paciente y turno. Fuente: Datos generados por el modelo validado.

	Tiempos promedio de espera			Total por turno
	Pacientes rojos	Pacientes amarillos	Pacientes verdes	
Turno Matutino	3.69	3.04	6.14	12.87
Turno Vespertino	1.91	2.96	4.62	9.49
Turno Nocturno	0.46	5.27	16.53	22.26
<b>TOTAL</b>	<b>6.06</b>	<b>11.27</b>	<b>27.29</b>	<b>44.62</b>

La experimentación consistió en plantear escenarios de mejora modificando el número de recursos humanos en estaciones críticas, como son el Triage y la consulta. En ese sentido, se definieron 3 escenarios, siendo las variables de control el número de enfermeras y doctores en el turno vespertino y las variables de respuesta los tiempos promedios de espera de los diferentes tipos de pacientes en cada turno y el tiempo promedio de espera total.

## Resultados

Los resultados de los escenarios de modelación planteados se presentan en la Tabla 7. Puede observarse que en el escenario 1, agregando una enfermera en el turno vespertino el tiempo promedio de espera de los pacientes clasificados como rojos en el turno matutino se reduce en un 81%, es decir, de 3.69 a 0.70 minutos; los tiempos promedios de espera de los pacientes clasificados como amarillos y verdes en el turno nocturno se reducen en un 1 y 3% respectivamente y el tiempo promedio de espera total disminuye en un 7%, equivalente a 3 minutos aproximadamente.

Tabla 7. Resultados de la evaluación de escenarios. Fuente: Datos generados por el modelo validado

Escenario	Número de réplicas	Variables de control:		Variables de respuesta: tiempos promedios de espera de pacientes									Tiempo promedio de espera total
		número de recursos humanos en turno vespertino		Matutino			Vespertino			Nocturno			
		Enfermeras	Doctores	Rojo	Amarillo	Verde	Rojo	Amarillo	Verde	Rojo	Amarillo	Verde	
(actual)	88	1	1	3.69	3.04	6.14	1.91	2.96	4.62	0.46	5.27	16.53	44.62
1	88	2	1	0.70	3.08	6.25	2.01	3.09	5.17	0.16	5.21	16.02	41.70
2	88	1	2	3.68	3.02	6.08	0.23	0.45	0.47	0.22	5.17	16.14	35.46
3	88	2	2	0.68	3.07	6.19	0.17	0.57	0.54	0.16	5.04	15.50	31.94

En el escenario 2, si en lugar de agregar una enfermera, se agrega un recurso doctor en el turno vespertino, el tiempo promedio de espera de los pacientes clasificados como rojos en el turno matutino permanece prácticamente sin cambio, mientras que los tiempos promedios de los pacientes clasificados como amarillos y verdes en el turno nocturno se reduce en un 2%. En lo que se refiere al tiempo promedio de espera total, éste se reduce en un 21% con esta alternativa.

Finalmente, en el escenario 3 se plantea la alternativa de incorporar tanto un recurso enfermera como un doctor en el turno vespertino. Con esta opción, también se reduce en un 81% el tiempo promedio de espera de los pacientes clasificados como rojos en el turno matutino y en un 4 y 6% respectivamente los tiempos promedios de espera de los pacientes clasificados como amarillos y verdes en el turno nocturno. No obstante, el tiempo promedio de espera total se reduce en un 28%, equivalente a 13 minutos aproximadamente.

Puesto que el porcentaje de reducción del tiempo promedio de espera de los pacientes clasificados como rojos en el turno matutino es el mismo en los escenarios 1 y 3, se puede decir que ambas propuestas son buenas, pero como tiene mayor porcentaje de reducción del tiempo promedio de espera total la

alternativa 3, se recomienda la incorporación de otra enfermera y otro doctor en el turno vespertino, aparte de los recursos ya existentes.

## **Agradecimientos**

Se externa el más sincero agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca académica otorgada para la realización de nuestros estudios de maestría en el Instituto Tecnológico Superior de Misantla, al área de posgrado de la misma institución y al Médico Urgenciólogo David Rojas por el apoyo para la realización del presente artículo.

## **Conclusiones**

Las principales conclusiones de la investigación son:

- ✘ Con la construcción de un modelo de simulación del sistema de urgencias del Hospital General en Veracruz fue posible experimentar con nuevas configuraciones de los recursos humanos que intervienen en la atención de los pacientes y evaluar su impacto tanto en los tiempos promedio de espera de las diferentes categorías de pacientes como de manera general en todo el sistema.
- ✘ El modelo de simulación permitió identificar que en el turno matutino es donde los pacientes categorizados como emergencias esperan en promedio un tiempo mayor para ser atendidos con respecto a los demás turnos, mientras que en el caso de las urgencias calificadas y sentidas es en el turno de la noche. También se reconoce que en el sistema actual los pacientes tienen un tiempo promedio de espera total de 44.62 minutos.
- ✘ Con base en la experimentación se recomienda incorporar una enfermera y un doctor adicionales en el turno vespertino, con la finalidad de tener una reducción considerable del tiempo promedio de espera de las emergencias y de los pacientes en general. Sin embargo, tal y como se mencionó en la sección de Resultados, en caso de que esta propuesta se considere demasiado extrema, la alternativa de incorporar solamente una enfermera adicional en el turno de la tarde también es aceptable, puesto que genera la misma reducción en el tiempo promedio de espera de las emergencias, tiene una reducción significativa en el tiempo promedio de espera total (21%) y además disminuye en un 94% (6 minutos aproximadamente) el tiempo promedio de espera de los pacientes en la fila del Triage. En otras palabras, queda sujeta a un análisis costo-beneficio futuro o a consideración de la gerencia la decisión de cual alternativa elegir. En ese tenor, luego de la evaluación de los resultados obtenidos, la gerencia comenta que la mejor opción es contratar a otra enfermera para el turno de la tarde, que de alguna manera era una estrategia que ya se tenía pensada, pero que ahora se comprueba y/o sustenta científicamente con el modelo diseñado. De los tres tipos de enfermeras que se muestran en la Tabla 8, se considera que el tipo de enfermera más útil en este caso es la enfermera de tipo 1, que, aunque es la que representa una mayor erogación por concepto de salario, su ventaja es que por

estipulación contractual no puede abandonar su lugar de trabajo en caso de que su reemplazo no se presente, a diferencia de las enfermeras tipo 0 o 7.

Tabla 8. Horarios y salarios promedios de las enfermeras. Fuente: área de urgencias del Hospital

Tipo de enfermera	1	0	7
Lunes y Martes	15:00-23:00	7:00-15:00	7:00-15:00
Miércoles	7:00-15:00	7:00-15:00	7:00-15:00
Jueves	7:00-15:00 y regresa a las 23:00	7:00-15:00	7:00-15:00
Viernes	sale a las 7:00 y regresa a las 23:00	7:00-15:00	7:00-15:00
Sábado	sale a las 7:00	Descanso	7:00-15:00
Domingo	Descanso	Descanso	Descanso
Salario promedio catorcenal (pesos)	\$13,000.00	\$10,000.00	\$12,000.00

Como recomendación y/o trabajo futuro se plantea la posibilidad de desarrollar una aplicación informática que permita a través de una credencial, darles una admisión más ágil a los pacientes, sobre todo a los que llegan en condiciones muy graves, con la correspondiente evaluación del impacto que tendría en el flujo de los pacientes en el sistema y en el número de recursos humanos, técnicos y monetarios necesarios. Asimismo, se recomienda el análisis de los procedimientos efectuados en otras áreas del hospital, como el Quirófano, ya que, también en este departamento se presentan demoras en el tiempo de inicio de las intervenciones, aunque estas se lleven a cabo según una programación.

## Referencias

- [1] L. Portilla, L. Arias y S. Fernández, «Análisis de Líneas de Espera a través de Teoría de Colas y Simulación,» *Scientia et Technica Año XVII*, pp. 56-61, 2010.
- [2] K. Delgado y M. Mejía, «Aplicación de la simulación discreta para proponer mejoras en los procesos de atención en el área de emergencia de un hospital público,» *Sistemas e Informática*, pp. 47-54, 2011.
- [3] P. Velasquez, A. Rodríguez y J. Jaén, «Metodologías cuantitativas para la optimización del servicio de urgencias: una revisión de la literatura,» *Revista Gerencia y Políticas de Salud*, pp. 196-218, 2011.
- [4] D. Mendoza, M. González, R. Corcho y A. Berdugo, «Aplicación de la simulación discreta en el área de urgencias de una institución prestadora de servicios para disminuir pérdida de pacientes,» *Ingeniare*, pp. 57-73, 2016.
- [5] S. Medina, A. Medina y Á. González, «Reducir tiempos de espera de pacientes en el departamento de emergencias de un hospital utilizando simulación,» *Sistema e Informática*, pp. 67-76, 2010.
- [6] D. R. Anderson, D. J. Sweeney, T. A. Williams, J. D. Camm y K. Martin, *Métodos Cuantitativos para los Negocios*, México: Cengage Learning, 2011.



- [7] A. García Sánchez, M. Ortega Mier y D. Izquierdo Delgado, *Elementos de Simulación, un enfoque práctico con Witness*, Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid, 2012.
- [8] M. L. Sennot, «Research on aging in Latin America: present status and future directions,» *Journal of Cross-Cultural Gerontology*, pp. 87-97, 1994.
- [9] C. Cubero Alpizar, «Los sistemas triage: respuesta a la saturación en las salas de urgencias,» *Revista Electrónica Enfermería Actual en Costa Rica*, pp. 1-12, 2014.
- [10] G. Mendoza y E. Elguero, «Sensibilidad del triage clínico en el Servicio de Urgencias Adultos del HRLALM del ISSSTE,» *Archivos de Medicina de Urgencia de México*, pp. 93-98, 2011.

## CONTROL DE PRODUCTOS TERMINADOS EN EL ALMACÉN DE UNA EMPRESA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE INVENTARIO Y PRONÓSTICOS

*Ing. Jorge Roberto de Jesús Maravilla Tiburcio<sup>a</sup>, Miguel Ángel Hernández Díaz<sup>b</sup>*

*<sup>a</sup> Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Veracruz, Km. 1.8 Carretera a Loma del Cojilote C.P. 93821, Misantla, Veracruz.*

*<sup>b</sup> Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Veracruz, Km. 1.8 Carretera a Loma del Cojilote C.P. 93821, Misantla, Veracruz.*

*Jmara\_1994@hotmail.com*

### Resumen

La investigación que se presenta a continuación, tiene como objeto el desarrollar un modelo de pronóstico para el control de los productos en el almacén de una empresa ubicada en el puerto de Veracruz mediante la teoría de la administración de inventarios. La metodología está formada por 5 etapas basada en dicha teoría. El alcance de esta investigación abarca las dos primeras etapas y así mismo parte de la tercera que llegan hacer el uso de los pronósticos. Se observa que la problemática de la empresa es no alcanzar el nivel de servicio del 95% en la entrega de los productos a las 10 sucursales que abastece, siendo este del 78% de manera general. Esto se ve afectado en no entregar en tiempo y forma la cantidad estimada de 33,732 productos, equivalente a aproximadamente \$2,004,005. Por otro lado la segunda etapa se aplican la Matriz de Flores y el Modelo de Wan-Lung abarcando el análisis multicriterio de los 348 productos, con base en distintos criterios, Como resultado, se determina que son 14 productos los que son catalogados como productos tipo A en ambas técnicas, lo que representan el 4.02% del total de los productos, ya que son los que generan aproximadamente 109,743 de los pedidos, equivalentes al 71% de los productos, es decir, \$6.407,235. La tercera etapa consiste en los pronósticos de esta clasificación, los cuales mediante una autocorrelación se demuestra que 6 productos tienen un patrón de estacionalidad mientras que los 8 restantes presentan tendencia.

**Palabra clave:** Administración de inventarios, Nivel de servicio, Análisis multicriterio, Autocorrelación, Pronósticos.

### Abstract

The investigation that is presented next, has like object the development of a model for the control of the products in the warehouse of a company located in the port of Veracruz by means of the theory of the administration of inventories. The methodology consists of 5 stages based on this theory. The scope of this investigation covers the first two stages and also part of the third part. It is seen that the problem

of the company is not reaching the level of service of 95% in the delivery of the products to the 10 branches it supplies, this being 78% in general. This has been affected by the estimated amount of 33,732 products, equivalent to approximately \$ 2,004,005. On the other hand, the second stage applies the Flower Matrix and the Wan-Lung Model, covering the multicriteria analysis of the 348 products, based on all the elements. As a result, it is determined that there are 14 Products A in both techniques, which they represent 4.02% of the total products, which represent approximately 109,743 of the orders, equivalent to 71% of the products, that is, \$ 6,407,235. The third stage consists of the results of this classification.

**Keywords: Inventory management, Service level, Multicriteria analysis, Autocorrelation, Forecasts.**

## **Introducción**

Hoy en día vivimos en un mundo donde la globalización ha ido en crecimiento competitivamente sin importar el giro de la empresa ya sea de manufactura o comercial, obligando a estas a que tengan respuestas más eficientes y sus procesos estén bien planificados. Las empresas deben ser competitivas día a día, esto obligara a que sus costos como los productos o servicios que son ofrecidos a sus clientes sean de la manera más eficiente.

Es importante para una empresa conseguir la satisfacción de sus clientes en cuanto a oportunidad, cantidad, forma, y lugar de entrega; para esto es necesario invertir una gran cantidad de recursos como son los inventarios, gastos de transporte, personal e instalaciones.

Las competencias y los niveles de servicios han ido en crecimiento esto se ve afectado que al mismo tiempo los costos para garantizarlos también se han elevado, por esto es importante medir que tan bien se está administrando uno de los recursos más importantes de cualquier corporación que son los inventarios

[1] menciona que existen algunos motivos básicos para crear inventarios los cuales son: “que estos hacen que las empresas puedan protegerse contra las incertidumbres, como también lograr permitir la producción y compra bajo condiciones económicamente ventajosas, para poder cubrir cambios anticipados en la demanda y la oferta y mantener el tránsito entre los puntos de producción o almacenamiento”. El no llegar a tener una correcta administración y control en los inventarios se ve afectado en las empresas, uno de los problemas más comunes es el que menciona [2] como desbalanceo de inventarios que corresponde cuando “Siempre tenemos demasiado de lo que no se vende o se consume y muchos agotados de lo que sí se vende o se consume”. Motivo por el cual [3] concuerdan que la administración de inventario “es una de las actividades logísticas en donde se encuentran más posibilidades de reducir costos para las empresas, mediante una mejor gestión de los materiales almacenados y su transporte.” Mientras que [4] mencionan que “con una eficiente administración se puede llegar a reducir el inventario en los almacenes, así como aumentar los niveles de cumplimiento de los pedidos de clientes internos y externos”. Dado a esto se logra entender que los inventarios llegan a ser una inversión realmente necesaria dentro de una empresa, esto para llegar a obtener con anticipación

los productos o materiales que en un futuro llegaran a ser consumidos para la venta o manufactura de otros bienes.

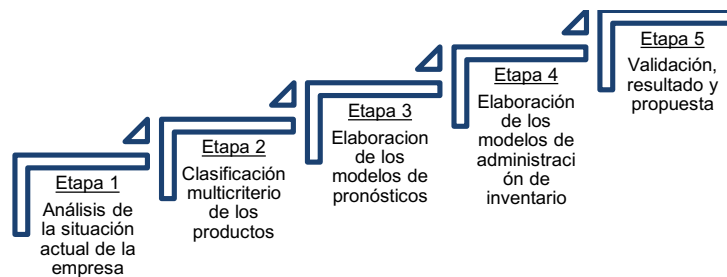
Es por eso que la gestión de inventarios llega a ser una actividad dentro de la cadena de suministro el cual constituye uno de los aspectos logísticos en cualquier sector de la economía, por tal motivo el objetivo principal de la gestión de inventario es lograr mantener la estabilidad de la disponibilidad de los productos, por lo tanto, no debe existir altos niveles de inventarios, sino todo lo contrario, estos deben estar balanceados y así poder obtener bajos niveles que permitan garantizar un alto nivel en el servicio a los clientes.

Los inventarios pueden llegar a ser clasificados de diferentes maneras, [5] menciona que “entre los más comunes en cada nivel son: 1) materias primas; 2) productos en proceso; 3) productos terminados; y 4) tránsito”. Algunos de los factores que influyen sobre el control de estos es el Tiempo de entrega (Lead Time), [6] mencionan que es el “tiempo que transcurre desde que se coloca una orden de reabastecimiento hasta la recepción de los bienes”. Otro son los costos de inventarios, [7] mencionan que son “uno de los activos más caros para muchas empresas, a veces llega a representar el 40% del capital total invertido”

El objetivo principal de esta investigación es desarrollar un modelo de pronóstico para el control de los productos en el almacén de una empresa ubicada en el puerto de Veracruz mediante la teoría de la administración de inventarios. Para conseguir dicho objetivo se planteó una metodología integrada por diferentes herramientas basadas en la teoría de gestión de inventarios, como son las técnicas de clasificación multicriterio, que permiten identificar productos de lento movimiento, que a diferencia de un método de Pareto tradicional, dejan de lado la clasificación mono criterio. Las técnicas de caracterización del patrón de la demanda, así se lograra identificar los componente en las series de tiempo (Tendencia, Estacionalidad, Estacionarios). Los modelos de pronósticos, que permitirán ofrecer previsiones futuras de la demanda sobre el comportamiento de los productos y por ultimo los modelos de inventarios que permitirán determinar la cantidad optima a pedir y cuanto mantener dentro del almacén. Con la finalidad de minimizar los costos y maximizar el nivel de servicio.

### *Metodología*

Está formada por cinco etapas, que se llegan a observar en la figura 1, esta metodología permitirá que la empresa tenga el control de sus productos durante su proceso de distribución a las cafeterías mediante una administración de sus inventarios.



*Figura 7. Metodología de investigación*

*Fuente: elaboración propia.*

#### Etapa 1: Análisis de la situación actual de la empresa.

Esta etapa tiene como objetivo obtener el diagnóstico actual de la empresa donde se realiza dicho estudio. Es de gran importancia aplicar diferentes técnicas e instrumentos para la recolección de datos dado que estos deben ser de manera planificada y estructurada, así se lograra obtener los resultados confiables para alcanzar los objetivos planteados. Autores como [8] mencionan que “el buen planteamiento o uso de técnicas e instrumentos de recolección de datos, permite asegurar la calidad de los datos obtenidos”. Dado la naturaleza de la empresa, para el desarrollo de dicho estudio, se requiere el uso de la observación directa, no participativa. [9] hace referencia que este tipo de observación es cuando el observador no pertenece al grupo de trabajo y solo se hace presente para la elaboración del estudio. Para la realización de la lista de chequeo nos enfocamos en la publicación de [10] donde menciona que “los procesos logísticos de almacenamiento y transporte son componentes vitales de la cadena de suministro” dado que estos llegan a requerir de una mejora constante para mantener niveles altos de competitividad. Motivo por el cual es de gran importancia la evaluación del desempeño de los almacenes mediante los diferentes parámetros que son: Organización y Control, Protección y Seguridad, Recursos Humanos, Tecnología de manipulación y almacenamiento, Enfoque al Cliente y Gestión. Por otro lado [11] mencionan que la medición de desempeño y el plan de acción que consta de los 5 ¿Por qué?.

#### Etapa 2. Clasificación multicriterio de los productos.

La siguiente etapa consiste en la clasificación de los productos el cual se trabajó con 348 ítems, esta etapa consiste en llevarse a cabo ciertas actividades las cuales se aprecian en la figura 2. se aplicaron los diferentes modelos de clasificación multicriterio: la matriz de dos criterios de Flores y el modelo de optimización lineal alternativo de Wan Lung, una vez realizado los modelos se llegan a seleccionar los ítems que hicieron presencia en la gran mayoría de los sistemas de clasificación.



Figura 8. Etapa 2.- Clasificación multicriterio

Fuente: elaboración propia.

La matriz de dos criterios de [12] desarrolla una herramienta en la que se toma los ítems, esta herramienta se aplica solamente cuando se toman dos criterios para la clasificación ABC, dado que se evalúan por aparte, mediante un ABC tradicional, y así ubicarlo dentro de una matriz (Tabla 1) y reclasificar nuevamente y obtener la nueva clasificación ABC

Tabla 1. Matriz de dos criterios

		Segundo Criterio		
		A	B	C
Primer criterio	A	AA	BA	CA
	B	AB	BB	CB
	C	AC	BC	CC

Fuente: elaboración propia con base en [12]

Por otro lado el modelo de optimización lineal alternativo de Wang lung Propuso una nueva técnica matemática robusta, de fácil aplicación y comprensión en el entorno empresarial, esta técnica utilizada por los diferentes autores como [13], [14], [15], Llega a consistir en un modelo de optimización lineal alternativo para la clasificación ABC multicriterio, ya que consiste en llegar a clasificar todas las mediciones del i-esimo ítem bajo el j-esimo criterio denominadas  $y_{ij}$  como se aprecia en la ecuación (1)

$$Yn_{ij} = \frac{Y_{ij} - \min_{i=1,2,\dots,I}\{Y_{ij}\}}{\max_{i=1,2,\dots,I}\{Y_{ij}\} - \min_{i=1,2,\dots,I}\{Y_{ij}\}} \quad (1)$$

Donde:

$y_{ij}$ : es el valor del criterio j – ésimo para el i – ésimo ítem en inventario.

$\max_{ij}$ : el valor maximo de la columna del criterio seleccionado

$\min_{ij}$ : el valor minimo de la columna del criterio seleccionado

La calificación o puntaje total obtenido por cada ítem (organizado de mayor a menor), se obtiene por medio de la siguiente ecuación:

$$Puntaje\ total = \sum_{j=1}^J W_{ij} Y_{n_{ij}} \quad (2)$$

El modelo incorpora un peso no negativo  $W_{ij}$ , el cual es el peso de contribución del rendimiento del ítem  $i$  bajo el criterio  $j$  al puntaje del ítem

$$s. t = \sum_{j=1}^J W_{ij} = 1 \quad (3)$$

### Etapa 3: Elaboración de los modelos de pronósticos.

Esta etapa consiste en la realización de los pronósticos de los productos que fueron categorizados como criterio A, antes de realizar los diferentes modelos de pronósticos, [16] sugieren que para la obtención de una técnica de pronóstico debe considerarse el análisis del patrón de los datos y la precisión del pronóstico con el método seleccionado. La herramienta para analizar una demanda es mediante un análisis de autocorrelación, ya que con él se es posible llegar a establecer un análisis del patrón de la serie de datos además de obtener el coeficiente de autocorrelación, que nos permite poder identificar aquellos elementos que se encuentran presentes en la serie; es por esto mismo que la utilización de esta herramienta se vuelve necesaria dado que hay que tener en cuenta que hay que evitar la creación de ambigüedades al momento de seleccionar la mejor decisión sobre el método más conveniente.

Mediante el enfoque del análisis de autocorrelación se llega a estudiar aquellos patrones de datos que llegan a incluir componentes como tendencia, estacionalidad e irregularidad. Comúnmente se usa la ecuación 4 para calcular el coeficiente de autocorrelación de primer orden o la correlación entre los diferentes órdenes.

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (4)$$

Donde:

$r_k$ : coeficiente de autocorrelación para un retraso de  $k$  periodos

$\bar{Y}$ : media de los valores de la serie

$Y_t$ : observación en el periodo  $t$

$Y_{t-k}$ : observación  $k$  periodos anteriores o durante un periodo  $t - k$

Cuando hablamos si el comportamiento de los datos llega a ser aleatorios esto se ve reflejado en que la correlación entre  $Y_t$  y  $Y_{t-1}$  es cercano a cero y aquellos valores sucesivos de la serie de tiempo no guardan relación entre sí. Pero si el comportamiento de una serie se ve reflejado mediante tendencia, esto quiere decir que  $Y_t$  y  $Y_{t-1}$  están altamente correlacionados entre sí y es típico que los coeficientes de autocorrelación sean diferentes a cero de manera significativa para varios de los primeros periodos de desfase y lleguen a caer gradualmente hacia cero al incrementarse el número de periodos. Ahora si una serie llega a tener un patrón estacional, este será reflejado mediante el coeficiente de autocorrelación significativo en el periodo de desfase correspondiente. Una vez que se tiene detectada el patrón de la demanda es importante saber que método utilizar, [17] mencionan que los diferentes métodos se llegan apreciar en la tabla 2.

Para seleccionar el mejor pronóstico será mediante Error porcentual medio absoluto (MAPE) el cual relaciona el error de pronóstico con el nivel de la demanda, es por eso mismo que mediante este se llega a colocar el desempeño del pronóstico en su perspectiva correcta. La ecuación para poder obtener el error porcentual medio absoluto es el siguiente:

$$MAPE = \frac{(\sum |Et|/Dt)(100)}{n} (\%) \quad (31)$$

Donde:

*MAPE*: error porcentual medio absoluto

*n*: numero de periodos

*|Et|*: valor absoluto del error de pronosticos para el periodo *t*

*Dt*: demanda para el periodo *t*

Tabla 2. Modelos de pronósticos según el patrón de datos

Método	Patrón de datos	Método	Patrón de datos
No formales	ST, T, S	Modelos de tendencia exponencial	T
Promedios simples	ST	Ajuste de curva-S	T
Promedios móviles	ST	Modelos de gompertz	T
Atenuación exponencial	ST	Curvas de crecimiento	T
Atenuación exponencial lineal	T	Census II	S
Atenuación exponencial cuadrática	T	Box-jenkis	ST, T, C, S
Atenuación exponencial estacional	S	Indicadores principales	C
Filtración adaptiva	S	Modelos econométricos	C
Regresión simple	T	Regresión múltiple de series de tiempo	T, S
Regresión múltiple	C, S	Modelos de tendencia exponencial	T
Descomposición clásica	S		

Fuente: elaboración propia con base en John E. Hanke & Arthur G. Reitsch



#### Etapa 4: Elaboración de los modelos de administración de inventario.

Esta etapa consiste en obtener mediante los diferentes modelos de inventarios de control la cantidad optima a obtener y el periodo de pedir un producto, entre los modelos más utilizados están (R,S), (Q,R), (s,Q) y (R,s,S) los cuales mediante el software especializado es el programa WinQSB el cual te permite obtener las diferentes variables de salida y tomar la mejor decisión para la empresa.

#### Etapa 5: Validación, resultado y propuesta.

Aquí se puede observar los resultados obtenidos de la metodología aplicada y así mismo la propuesta de un futuro para la empresa.

### **Resultados**

En la tabla 3 se logra apreciar los resultados de los parámetros observados y calificados mediante la lista de chequeo. Se logra apreciar que la problemática que atraviesa el almacén de la empresa es dentro de los aspectos del enfoque al cliente y de gestión al tener un porcentaje alto de que no se cumplen ciertos requisitos, Motivo por el cual es necesario la realización de medición del desempeño que tienen la relación del almacén con los clientes.

Tabla 3. Resultados de la lista de chequeo

parámetros de la lista de chequeo	si	no	Total	% si	% no
aspectos de organización y control	28	28	56	50%	50%
aspectos de seguridad y protección	27	9	36	75%	25%
aspectos tecnológicos	23	23	46	50%	50%
aspectos de recursos humanos	10	7	17	59%	41%
aspectos de enfoque al cliente	9	22	31	29%	71%
aspecto de gestión	27	49	76	36%	64%

Fuente: elaboración propia

Los desempeños que se van a medir a continuación consisten en los Porcentajes de pedidos incompletos enviados, Porcentajes de pedidos enviados puntualmente y el Nivel de satisfacción de los clientes con el proceso de surtido de pedidos en el proceso de distribución con relación a las 10 cafeterías que se encuentran ubicadas en la zona de Veracruz-Boca del Rio, en la tabla 4 se logra apreciar que el nivel de servicio que tiene el proceso de distribución del almacén de la empresa es de un 77.93% teniendo un total de 33,736.43 Productos no entregados en tiempo y forma y la cantidad de efectivo \$2,004,004.71. lo que no cumple el criterio establecido por ellos que es del 90% al 95%. Es por esto mismo que es necesario llevar un plan de acción siendo esta la última actividad de la primera etapa para poder dar

solución a esta problemática, el plan acción consiste en la aplicación de las técnicas multicriterio, así como el uso de los pronósticos y de los modelos de inventarios, mediante esto la empresa podrá tener el control de sus productos.

Tabla 4 Resultados obtenidos por cada cafetería

Cafetería	Cantidad pedida	Cantidad Surtida	% de cantidades surtidas	Cantidad Pendiente	% de cantidades pendientes
		$\frac{\# \text{ de pedidos enviados puntuales}}{\text{Total de pedidos enviados}} (100\%)$		$\frac{\# \text{ de pedidos incompletos enviados}}{\text{Total de pedidos enviados}} (100\%)$	
1	9,759.20	7,754.66	79.46%	2,004.54	20.54%
2	8,638.90	6,769.44	78.36%	1,869.46	21.64%
3	32,351.66	24,723.14	76.42%	7,628.52	23.58%
4	7,585.89	6,092.98	80.32%	1,492.90	19.68%
5	14,616.65	11,400.98	78.00%	3,215.66	22.00%
6	7,658.70	5,978.38	78.06%	1,680.32	21.94%
7	40,493.58	31,726.72	78.35%	8,766.86	21.65%
8	3,872.66	3,152.35	81.40%	720.32	18.60%
9	11,931.15	9,313.45	78.06%	2,617.69	21.94%
10	15,910.13	12,174.43	76.52%	3,735.70	23.48%
Total	152,818.52	119,086.55	77.93%	33,731.97	22.07%
Total (\$)	\$9,078,884.00	\$7,074,879.29		\$2,004,004.71	

Fuente: elaboración propia

## Etapa 2. Clasificación multicriterio de los productos.

Se muestra los resultados obtenidos de cada Modelo y así mismo se llegan a comparar resultados para obtener una clasificación general dado que esto permitirá tener una mejor selección de aquellos productos importantes para la realización del proyecto.

### **Matriz de Flores.**

Para la realización de esta actividad consta de hacer la clasificación de Pareto de dos criterios de forma individual. El primer criterio que se considera está basado en la demanda solicitada por las cafeterías en el transcurso de febrero a diciembre del 2017 que representa los ítems dentro del inventario. El Pareto muestra que a la categoría A le pertenecen 18 productos (que son el 5.17% de todos) y representa el 79.43% de movimiento, la categoría B está formada por 67 productos (siendo el 19.25%) representando el 15.56% de los movimientos y a la categoría c le pertenecen 263 productos (siendo el 75.57%) pero solamente representan el 5.01% de los movimientos. El segundo criterio mediante esta clasificación consiste en el precio de venta de los productos que representa los ítems dentro del inventario. El Pareto muestra que a la categoría A le pertenecen 22 productos (que son el 6.32% de todos) y representa el 79.87% de precio de venta, la categoría B está formada por 68 productos (siendo el 19.54%) representando el 15.09% de precio de venta y a la categoría c le pertenecen 258 productos (siendo el 74.14%) pero solamente representan el 5.04% de precio de venta. Al tener las diferentes clasificaciones mediante los dos criterios de demanda y de precio de venta, se puede realizar la matriz de Flores la cual nos dice que comparando estos dos criterios como se muestra en la sección de la metodología, es como

se seleccionara el producto a que criterio corresponde al final. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Clasificación Flores

	PRODUCTOS	%	CANTIDAD	%	\$	%
A	27	7.76%	123,094.18	80.55%	7,295,069.94	80.35%
B	94	27.01%	24,213.95	15.84%	1,433,129.89	15.79%
C	227	65.23%	5,510.38	3.61%	350,684.17	3.86%
TOTAL	348		152,818.52		9,078,884.00	

Fuente: elaboración propia

Esta tabla nos representa que tomando en cuenta dos criterios los productos que se quedarían como criterio A son el 7.76% siendo este la cantidad de 27 productos, representando el 80.55% en cantidad de demanda y el 80.35% para la cantidad monetaria para el criterio B el 27.01% siendo la cantidad de 94 productos, representando el 15.84% en la cantidad de demanda y el 15.79% en la cantidad monetaria, y para la clasificación C representa el 65.23% siendo 227 productos, representando el 3.61% en movimiento y el 3.86% en movimiento monetarios.

Modelo Wang-Lung.

Los criterios tomados para este modelo fueron los movimientos de demanda de los productos, los precio unitario de los productos y los movimiento monetarios de los productos. En la tabla 6 podemos observar la clasificación de estos tres criterios.

Tabla 6. Clasificación Wang-Lung

	PRODUCTOS	%	CANTIDAD	%	\$	%	\$ UNIT	%
A	16	4.60%	115,710.30	75.72%	6,429,315.48	70.82%	18,763.58	23.52%
B	72	20.69%	26,892.64	17.60%	1,899,861.36	20.93%	36,881.01	46.22%
C	260	74.71%	10,215.58	6.68%	749,707.16	8.26%	24,149.02	30.26%
TOTAL	348		152,818.52		9,078,884.00		79,793.61	

Fuente: elaboración propia

Esta tabla nos representa que tomando en cuenta tres criterios los productos que se quedarían como criterio A son el 4.60% siendo este la cantidad de 16 productos, representando el 75.72% en cantidad de demanda, el 70.82% para la cantidad monetaria y el 23.52% en precios unitario. Para el criterio B son el 20.69% siendo este la cantidad de 72 productos, representando el 17.60% en cantidad de demanda, el 20.93% para la cantidad monetaria y el 46.22% en precios unitario. Y para el criterio C son el 74.71% siendo este la cantidad de 260 productos, representando el 6.68% en cantidad de demanda, el 8.26% para la cantidad monetaria y el 30.26% en precios unitario.

Una vez obtenido ambas clasificaciones se decide comparar y observar aquellos productos que se encuentran dentro de la clasificación tipo A de ambas técnica el cual el resultado de la clasificación final se observa en la tabla 7. el cual nos dice que son 14 productos lo que generan el 71.81% en movimiento dentro del almacén y el 70.57% de movimiento monetario, dichos productos serán la continuación de las dos últimas etapas de la metodología.

Tabla 7. Clasificación final

CLASIFICACIÓN	PRODUCTOS	MOVIMIENTO	%	DINERO	%
A	14	109,742.81	71.81%	\$6,407,234.75	70.57%
B	66	29,450.54	19.27%	\$1,894,555.96	20.86%
C	268	13,625.17	8.92%	\$777,093.29	8.57%
	348	152,818.52		\$9,078,884	

Fuente: elaboración propia

Una vez obtenido la clasificación, se procede a realizar dicho análisis para identificar que patrón de demanda como se muestra en la tabla 8. tiene y verificar que modelos de pronósticos serán usados.

Tabla 8. Patrón de series de datos.

#	Producto	Patrón	#	Producto	Patrón
1	LECHE CLAVEL 1 L	Tendencia	8	BOLSA 1/4	Estacionalidad
2	GALLETA XICO	Tendencia	9	ALTURA 1100	Tendencia
3	BOLSA ALTURA 1100 1/2	Tendencia	10	GOURMET	Tendencia
4	BOLSA ALTURA 1100 1K	Estacionalidad	11	DESCAFEINADO	Estacionalidad
5	BOLSA GOURMET 1/2	Tendencia	12	CAFE BOLSAS 2,5	Tendencia
6	BOLSA GOURMET 1K	Estacionalidad	13	RECETA FROZEN LT	Tendencia
7	BOLSA DESCAFEINADO 1/2	Estacionalidad	14	MANTEQUILLA DE PORCION	Estacionalidad

Fuente: elaboración propia

Se observa que son 8 productos lo que demuestran un patrón de tendencia, mientras que 6 productos fueron observados con estacionalidad. Una vez identificado el patrón de la serie se aplican los diferentes modelos de pronósticos mediante el programa Statgraphics (Demo). Y mediante el MAPE se seleccionara aquel pronostico que tengo el menor error porcentual medio absoluto.

A continuación en la tabla 9 solo se muestran los diferentes modelos que fueron evaluados para los productos que contienen un patrón de desmanda con tendencia.

Se logra observar que para el producto de leche clavel 1L (1), Altura 1100 (9 ) y receta frozen (13) el mejor pronóstico es el modelo de Suavización exponencial simple con  $\alpha = 0.9999$ , mientras que para el producto de galleta Xico (2) el pronóstico que menor error tiene es el de tendencia exponencial =  $\exp(6.82849 + -0.0769733 t)$ , por otro lado la bolsa de altura de 1100 de 1/2 Kg (3) se debe de usar una suavización exponencial simple con  $\alpha = 0.8129$  y para las bolsas de gourmet de 1/2 de Kg (5) el mejor modelo es la utilización de los promedios móviles de 3 terminos. Para el café Gourmet (10) el pronóstico que llego a tener menor error y es el mas recomendable para la utilización es el de suavización exp. De Holt con  $\alpha = 0.9999$  y  $\beta = 0.0887$  y por ultimo el producto del café en bolsa de 2.5 se recomienda la utilización del pronóstico de Tendencia cuadrática =  $79.0154 + 11.7122 t + -0.31706 t^2$  dado que es el que menor arroja error.

Tabla 9. Pronósticos de productos con tendencia.

PRONOSTICOS	PRODUCTOS							
	1	2	3	5	9	10	12	13
Tendencia lineal	10.99	29.14	12.57	19.10	11.52	13.27	11.28	25.51
Tendencia cuadrática	7.98	30.37	12.63	18.25	10.93	13.40	8.29	20.67
Tendencia exponencial	8.60	27.61	12.63	18.95	11.15	12.95	12.58	25.28
Tendencia curva-S	22.24	49.14	11.28	17.70	12.33	11.59	10.46	25.40
Suavización exponencial simple	7.72	31.00	11.16	19.72	8.34	11.42	9.15	13.43
Suavización exp. De Brown	9.42	33.14	13.07	20.47	11.09	13.24	12.11	16.11
Suavización exp. De Holt	8.03	31.15	12.41	21.03	8.55	11.22	8.63	23.52
Suavización exp. cuadrática de Brown	9.48	35.83	14.54	21.10	11.76	13.79	13.52	18.40
Promedio móvil	12.35	32.97	14.76	14.26	11.67	14.63	11.59	21.87

Fuente: elaboración propia

## Conclusiones

La gestión de inventarios llega a ser una de las principales actividades dentro de una empresa, ya que gracias a ellas es como se mueven las demás actividades de las organizaciones. Se puede observar que las tres primeras fases de la metodología aplicada en dicho proyecto son de gran utilidad para una empresa, una lista de chequeo y la medición del desempeño en la cadena de suministro permite realizar un diagnóstico a fondo y observar cuál es la problemática por la cual la empresa está atravesando, por otro lado un plan de acción te permite identificar que herramientas serán aplicadas y para que se van a aplicar.

La clasificación multicriterio permite obtener mejores criterios para la selección de los productos que un mono criterio el cual se seleccionaron tres diferentes criterios como son el precio de venta, la cantidad vendida y el precio final de los productos vendidos. Se permite observar que llega a ser de gran utilidad la comparación de diferentes modelos de esta herramienta para tener una mayor visión y una mejor selección de los productos. Dentro de la clasificación de los productos como tipo A son 14 productos lo que generan el 71.81% en movimiento dentro del almacén y el 70.57% de movimiento monetario. Motivo por el cual la siguiente etapa es la realización de los pronósticos solamente serán evaluados estos productos. Es importante detectar el patrón de la serie de datos de los productos, dado, que esto permite identificar que modelos serán evaluados y aplicados para la realización de los pronósticos de la demanda futura. En este trabajo se presenta que de los 14 productos seleccionados 8 muestran tendencia y 6 estacionalidad, se muestran solamente los pronósticos de los 8 productos donde la mejor selección se basó en el menor error medio absoluto. Como trabajo futuro se plantea terminar los pronósticos de los 6 productos restantes, obtener el histograma de la demanda futura para detectar que tipo de distribución es la que pertenece a estos datos y así mismo la aplicación de los modelos de inventario para que la empresa pueda detectar cuánto debe de pedir y cuándo debe de hacer el pedido.

## Bibliografía

- [1] Ó. P. Gutiérrez, «Un enfoque multicriterio para la toma de decisiones en la gestión de inventarios,» *Cuad. adm. Bogotá*, pp. 169-187, 2009.
- [2] C. J. Vidal, «Introducción a la gestión de inventarios.,» *Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería*, pp. 1-16, 2006.
- [3] M. D. Arango, J. A. Zapata y A. J. & Wilson, «Aplicación del modelo de inventario manejado por el vendedor en una empresa del sector alimentario colombiano,» *EIA*, pp. 21-32, 2011.
- [4] S. Chopra y P. Meindl, *Administración de la cadena de suministro: estrategia, planeación y operación*, México: Pearson Prentice Hall., 2008.
- [5] J. E. J. Sánchez, *Estado del arte de los modelos matematicos para la coordinación de los inventarios en la cadena de suministro.*, Sanfandilla, QUERETARO, 2005.
- [6] F. Hiller y G. Lieberman, *Introducción a la investigación de operaciones*, México: Mc Graw Hill, 2006.
- [7] J. Heizer y B. Render, *Dirección de la producción*, España: Pearson Educación, 2009.
- [8] G. A. Pettite M y N. D. Ungredda L, *Propuestas de mejoras del modelo de planificación y control de inventarios de una empresa importadora y distribuidora a nivel nacional de productos de energia portatil, electricos y electronicos*, 2011.
- [9] C. Mendez, *Metodologia*, Bogota: McGraw-Hill, 2001.
- [10] A. M. A. Rodríguez, «Parámetros para evaluar el desempeño de almacenes,» pp. 1-9, 2008.
- [11] N. Salas, M. Maignel y C. Acevedo, «Metodología de Gestión de Inventarios para determinar los niveles,» *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería.*, pp. 326-337, 2017.
- [12] B. Flores, D. Olson y V. Dorai, «Management of multicriteria inventory classification.,» *Mathematical and Computer Modeling*, pp. 71-82, 1992.
- [13] R. A. D. Pacheco, M. F. A. Rios y J. J. B. Bastidas., «Clasificación ABC multicriterio para medicamentos en una clínica de la ciudad de Cali: aplicación de técnicas,» *Ingenium*, pp. 29-39, 2015.
- [14] J. A. Zúñiga y J. A. C. C., «Modelo integrado de clasificación abcmulticritério,aplicado en el área de picking de un centro de distribución de repuestos,» *Colección Académica de Ciencias Estratégicas*, pp. 15-34, 2016.
- [15] J. A. C. U. M. C. V. G. Carlos Alberto Castro Zuluaga, «Clasificación ABC Multicriterio: Tipos de Criterios y Efectos en la Asignación de Pesos,» *ITECKNE* , pp. 163 - 170, 2011.
- [16] S. Makridakis y S. Wheelwright, *Métodos de Pronósticos*, México: Noriega Limusa., 2009.
- [17] J. E. HANKE, *Pronósticos en los negocios.*, Pearson, 2010.

## INNOVACIÓN DE TÉ PARA DOLOR DE ESTÓMAGO

*Joan Sanchez Castro<sup>a</sup>, José Armando Gabriel Isidro<sup>a</sup>, Alma Vianey Obando Proo<sup>a</sup>*

*<sup>a</sup> Instituto Tecnológico Superior de Naranjos, Calle Guanajuato s/n Col. Manuel Ávila Camacho, Naranjos, Veracruz*

*joan\_estudiante@outlook.es, armando\_gi@hotmail.com, vianey.obando@hotmail.com*

### Resumen

La innovación del té para dolor de estómago surge de la necesidad de curar diversos dolores estomacales derivados de diversas fuentes dentro de las cuales se incluye la diarrea infecciosa y no infecciosa, alimentación en exceso, alimentos en estado de descomposición, inclusive por tomar agua en mal estado, ya que en algunos casos no posee una higiene adecuada.

Para el desarrollo del té se llevo a cabo la preparación, donde dentro de los ingredientes activos se encuentra la corteza de jobo, corteza de guayaba, corteza de guásima, contando estos 3 ingredientes con el compuesto denominado taninos, el cual contribuye a la solución de diversos dolores estomacales, además se añadió como conservador el ácido cítrico que ayudara a alargar la vida del producto, aunado a esto también se incluye agua para realizar la mezcla respectiva.

Siendo la población mexicana afectada por diversos problemas estomacales se busca producir y distribuir un producto a un precio accesible para todas las personas compuesto por ingredientes de origen natural teniendo un menor impacto en el cuerpo en contraste con los diversos productos que ofrece el mercado con costos elevados y con ingredientes que debido a su contenido y constante uso pueden llegar a desencadenar problemas en la salud de quien lo consume.

**Palabra clave: Té, jobo, guayaba, guásima, dolor estomacal**

### Abstract

The innovation of tea for stomach pain arises from the need to cure various stomach pains derived from various sources which include infectious and non-infectious diarrhea, overeating, foods in a state of decomposition, including drinking water in bad state, since in some cases it does not have an adequate hygiene.

For the development of the tea was carried out the preparation, where within the active ingredients is the bark of jobo, guayaba bark, guacima bark, counting these 3 ingredients with the compound called

tannins, which contributes to the solution of various stomach pains, in addition citric acid was added as a preservative that will help to extend the life of the product, in addition to this, water is also included to make the respective mixture.

Since the Mexican population is affected by various stomach problems, it is sought to produce and distribute a product at an accessible price for all people, composed of ingredients of natural origin having a lower impact on the body in contrast to the various products offered by the market with high costs and with ingredients that due to their content and constant use can lead to problems in the health of those who consume it.

**Keywords: Tea, jobo, guava, guacima, stomach pain**

## **Introducción**

El presente proyecto está enfocado en la elaboración de un atole con productos totalmente naturales para el alivio de la diarrea (infecciosa y no infecciosa) o dolor de estómago, debido a que se detecta una problemática con productos que solucionan el mismo tipo de problema, sin embargo, contienen un determinado porcentaje de contenido proveniente de químicos y, como consecuencia repercuten en el cuerpo humano, tal es el caso del riñón y el hígado, por mencionar los más relevantes. No todos los medicamentos son iguales ni tampoco su ingesta sienta igual de bien a todos. La mayor parte de las veces hacen que nuestras vidas sean mejores ya que reducen el dolor, nos ayudan a combatir infecciones, o controlan determinados desarreglos de nuestro cuerpo, tales como la presión arterial alta o la diabetes. Pero no siempre es así y pueden generar reacciones no deseadas en las personas. [1]

Para entender cuáles son los dolores estomacales y su diferencia con la diarrea, es importante destacar la definición que tiene cada uno de estos, por lo cual, para el termino de *diarrea* se entiende que es “la deposición, tres o más veces al día (o con una frecuencia mayor que la normal para la persona) de heces sueltas o líquidas”. [2].

Por otro lado, el “dolor estomacal” se define como “serie de molestias que se dan en el área circunscrita entre el pecho y la ingle”. [3]

Se considera la elaboración de un producto con materiales completamente naturales que aseguran una calidad total en la elaboración de este. Por lo tanto, los daños al cuerpo humano no son percibidos como los productos de la competencia que tienen químicos, por ende, no solo será beneficioso para ayudar con los problemas estomacales, sino también ayudará a reforzar la flora intestinal debido a sus ingredientes.

Hablando de los ingredientes que posee el té, es importante destacar que se demostró en un estudio realizado por Pacific Journal of Tropical Biomedicina que el jobo, posee extractos que exhiben acción antimicrobiana fuerte, antioxidante, citotóxicos y propiedades trombolíticas. [4]



Por parte de la guayaba, es portadora de fibra en gran cantidad, grasas, proteínas y vitamina C, además de grandes cantidades de vitamina del grupo B y minerales como calcio, magnesio, potasio, fósforo, sodio, hierro, zinc, cobre, y selenio, además, presenta propiedades antibióticas capaces de detener cuadros de diarreas. [5]

Finalmente, por parte de la guásima, la tintura y el extracto etanólico-acuoso de las hojas tiene actividad contra las bacterias *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* y *Shigella dysenteriae* en estudios in vitro. También presentó una gran actividad citotóxica contra células de carcinoma humano CA-9KB, en estudios in vitro. [6]

### **Metodología**

#### **Elaboración del producto:**

#### **Ingredientes:**

- 50 gramos de concha de jobo
- 50 gramos de concha de guayabo
- 50 gramos de concha de guásima
- 2 litros de agua
- Relación 1:2 de ácido cítrico

#### **Material por utilizar:**

- Estufa
- Recipiente metálico
- Recipiente de vidrio graduado
- Bascula



*Imagen 1: Concha de guayabo, concha de jobo, concha de guásima, las cuales son retirada del árbol verde para obtener un mayor beneficio en la elaboración del producto planteado.*

## Procedimiento:

1. Agregar los dos litros de agua en un recipiente metálico a fuego alto.
2. Esperar a que el agua comience a hervir.
3. Agregar los tres tipos de concha en el agua hirviendo.
4. Esperar 8 minutos.
5. Verificar que las conchas hayan cambiado de color, sino han cambiado de color repetir la verificación cada 3 minutos.
6. Una vez que hayan pasado la inspección visual, se espera a que se enfríe.
7. Vaciar el contenido en un recipiente.
8. Pesarse el contenido.
9. Agregar el ácido cítrico en una relación de 1:2 (1 gramo de ácido cítrico por cada dos mililitros de agua).
10. Mezclar durante 2 minutos.

## Estudio de resultados

Para la obtención de datos estadísticos que generen conocimiento sobre los efectos derivados del consumo del té, así como también muestren cual es la influencia del producto en relación con e, alivio de dolores estomacales, se realizó un estudio en el cual participaron 15 personas de la localidad, todas ellas con problemas estomacales, los cuales iban desde cólicos hasta diarrea.

Dichas personas les fue planteado una propuesta de aceptar probar lo que es un producto totalmente natural en todos sus orígenes, dando a entender que el daño para el consumo humano es mínimo, siendo una alternativa más viable en el tratamiento de la diarrea infecciosa, diarrea no infecciosa, dolor de estómago por comer en exceso, de una manera más eficaz, que los productos químicos los cuales dañan al estómago humano de una manera silenciosa, dando origen a un producto de origen natural el cual es capaz de neutralizar por completo dichos males mencionados anteriormente, sin tener un daño colateral en el organismo humano.

En dicho estudio se contó con las siguientes categorías:

Tabla 1.1 Organización de categorías para estudio del efecto del té con diversos problemas estomacales

Personas por categoría del estudio	
Cólicos	3 personas
Dolor por comer en exceso	2 personas
Dolor estomacal por causas desconocidas	7 personas
Diarrea	3 personas

A estas 15 personas se les administro 400 ml del té y posteriormente comenzó el conteo de tiempo para obtener una medida del tiempo de reacción que tenía el té sobre los afectados.

Las 15 personas que de manera totalmente voluntarias, aceptaron ser sujetos de prueba de dicho producto, no presentaron ningún desagrado en las pruebas del sabor, olor o textura del producto, el cual

fue suministrado a 15 personas de manera simultánea, en una misma dosis de aplicación por la vía oral de los 400 ml totalmente.

## Resultados

Los resultados obtenidos en base a la implementación y experimentación con sujetos de prueba arrojo resultados favorables para el desarrollo del proyecto debido a que cada una de las personas con diferentes molestias estomacales obtuvo resultados en un lapso no mayor a 3 hrs, donde en la categoría que se obtuvo un tiempo más rápido fue en los dolores estomacales por causas desconocidas.

Por la parte de las personas que presentaban diarrea, sus tiempos de alivio fueron más tardados debido a que su malestar es ocasionado por una infección como tal.

Tabla 1.2 Tiempo promedio de alivio en las diferentes categorías del estudio

<b>Tiempos de alivio</b>		
<b>Cólicos</b>	Tiempo de reacción	Tiempo promedio
Sujeto 1	24 min	34 min
Sujeto 2	42 min	
Sujeto 3	35 min	
<b>Dolor por comer en exceso</b>		
Sujeto 4	83 min	90 min
Sujeto 5	97 min	
<b>Dolor por causas desconocidas</b>		
Sujeto 6	15 min	22 min
Sujeto 7	29 min	
Sujeto 8	10 min	
Sujeto 9	24 min	
Sujeto 10	33 min	
Sujeto 11	21 min	
Sujeto 12	22 min	
<b>Diarrea</b>		
Sujeto 13	200 min	177 min
Sujeto 14	150 min	
Sujeto 15	180 min	

Como se muestra en la tabla anterior con un total de 15 sujetos de prueba a los cuales se les fue administrada la misma cantidad de dosis de dicho producto en mención a cada uno, pero no sin antes olvidar que tales personas disponían de problemas distintos, por lo tanto el tiempo de cura total de lo que es el producto cambia.

Cabe mencionar que dichas personas quedaron muy satisfechas por el sabor y consistencia del producto, dando los mejores resultados posibles.

Dicho producto fue de gran aceptación por los sujetos de prueba, por su origen natural, por su sabor suave para el estómago humano de tal manera que dicho producto alcanza los niveles de aceptación del público consumista.

## **Conclusiones**

En base a los resultados obtenidos, las hipótesis planteadas y los diferentes aspectos que se desean cubrir en el desarrollo el proyecto en desarrollo, se concluye que tal producto cumplió con una eficacia del 100% en el total de sus pruebas realizadas en 15 sujetos de prueba, los cuales se refieren al producto como una sustancia innovadora completamente eficaz capaz de solucionar dichos problemas estomacales mencionados anteriormente en lo que fue el planteamiento de las pruebas.

Cabe mencionar que la aplicación oral de dicho producto solo fue en una sola toma, la cual fue suficiente en la cura de los problemas en cuestión.

Dando como sugerencia agregar al producto una sustancia la cual sea capaz de dar un sabor, no solo agradable para el consumo, si no que sea un deleite probar dicha sustancia, para llegar a tal nivel de aceptación en los sujetos de prueba la opción más óptima es agregar un producto de origen natural que sea del gusto de la mayoría de las personas, tal sustancia es la miel, que como se sabe es una sustancia del agrado de muchas personas, dando así a dicho producto el sabor adecuado con los componentes más adecuados de acuerdo a lo que representa tal producto, un producto de origen natural.

Por último se puede agregar que las pruebas realizadas en un determinado número de sujetos abalan la efectividad del producto en cuestión, así como muestra los tiempos en los cuales la efectividad del producto se completa de tal forma que da un mayor seguridad en futuros clientes los cuales opten por una opción de origen completamente natural en lo que es su consumo y el cuidado de la salud de una manera saludable en la toma del producto.

## **Bibliografía**

- [1] 20 minutos. (16/12/2017). Efectos adversos de medicamentos. Recuperado de:  
<https://www.20minutos.es/noticia/3214157/0/efectos-secundarios-medicamentos-habituales-paracetamol-ibuprofeno-antibioticos/>
- [2] OMS. (2018). Diarrea. Recuperado de: <http://www.who.int/topics/diarrhoea/es/>
- [3] Diario femenino. (05/04/2018). Dolor estomacal. Recuperado de:  
<https://www.diariofemenino.com/articulos/salud/dolor-de-estomago/dolor-de-estomago-tipos-causa-y-tratamiento/>
- [4] Dra. Coco. (sf). Beneficios del jobo. Recuperado de: <https://dracoco.com/blog/1453/beneficios-y-propiedades-del-jobo/>

[5]Medicina Naturista. (03/08/2017). Beneficios de la guayaba. Recuperado de:  
<http://www.medicinasnaturistas.com/guia-plantas-medicinales/371/guayaba-beneficios-frutos-hojas-y-corteza>

[6]About español. (08/06/2018). Beneficios de la guásima. Recuperado de:  
<https://www.aboutespanol.com/el-guasima-un-remedio-natural-para-la-diabetes-3417718>

## DISEÑO DE PROCESOS PARA LA ADMINISTRACIÓN DE PERSONAL Y GESTIÓN AMBIENTAL EN EMPLEADOS DE MICROEMPRESAS EN NARANJOS, VERACRUZ

*I.G.E. Jaime Hernández Huerta, M.C. Omar Estrada Jiménez, Brenda Berenice Diego García.*

*Instituto Tecnológico Superior de Naranjos, Calle Guanajuato S/N, colonia Manuel Ávila Camacho, Ciudad Naranjos, Veracruz.*

*berediego.98@gmail.com*

### Resumen

El presente trabajo aborda la estandarización de procesos de administración de personal y gestión ambiental en las microempresas de la ciudad de Naranjos-Amatlán, zona norte del estado de Veracruz, siendo esta una ciudad en desarrollo, aún no cuenta con empresas que ayuden a optimizar los procesos de adquisición de personal, así como su permanencia y retribución, de igual manera no cuentan con procesos sustentables en las actividades propias de recursos humanos, lo cual limita las expectativas en la requisición trabajadores para que realicen de manera adecuada sus funciones, y genera que el trabajador no se sienta motivado en lo que hace, es por ello que, tomando como referencia la aplicación correcta de las etapas de la administración de personal, las cuales son: reclutamiento, selección y contratación, inducción, capacitación y desarrollo y la evaluación del puesto, se analizan las microempresas de la ciudad y se estudian los procesos correctos para su incorporación en las organizaciones, logrando un comportamiento estable que genera productos y servicios de calidad en las microempresas.

***Palabras clave:*** *Procesos, microempresa, administración de personal, estandarización, incorporación.*

### Abstract

This paper deals with the standardization of personnel management processes and environmental management in the microenterprises of the city of Naranjos-Amatlán, in the north of the state of Veracruz. This is a developing city, but it still does not have companies that help to optimize the processes of personnel acquisition, as well as their permanence and retribution, in the same way do not have sustainable processes in the activities of human resources, which limits the expectations in the requisition of workers so that they perform their functions adequately, and generates that the worker does not feel motivated in what he does, that is why, taking as reference the correct application of the stages of personnel administration, which are: recruitment, selection and hiring, induction, training and development and evaluation of the post, the microenterprises of the city are analyzed and the correct

processes for their incorporation are studied in organizations, achieving stable behavior that generates quality products and services in microenterprises

**Keywords:** Processes, microenterprise, personnel administration, standardization, incorporation

## **Introducción**

La administración de personal nos ayuda a obtener individuos calificados en los puestos requeridos por una organización para el cumplimiento de los objetivos de la misma, además que gestiona la permanencia del trabajador dentro de la empresa, cubre sus necesidades laborales, genera estrategias motivacionales y lleva un control del personal para el cumplimiento de sus funciones, la orientación y remuneración de los mismos.

Dessler y Varela (2011) describen a la administración de personal como: “Las prácticas y las políticas necesarias para manejar los asuntos que tienen que ver con las relaciones personales de la función gerencial; en específico, se trata de reclutar, capacitar, evaluar, remunerar, y ofrecer un ambiente seguro, con un código de ética y trato justo para los empleados de la organización” (p. 2).<sup>[1]</sup>

La ciudad de Naranjos-Amatán, ubicada al norte del estado de Veracruz, es una ciudad en crecimiento, por lo que hasta el momento no cuenta con la infraestructura y empresas de renombre, reflejando en sus microempresas la falta de un correcto proceso de administración del personal, el cual se encuentre calificado para la realización de las actividades que el puesto requiere.

De acuerdo al Sistema de Información Empresarial Mexicano SIEM (2016). La ciudad cuenta con un total de 120 empresas del sector privado, clasificándose en 4 empresas comerciales de nivel nacional e internacional, 72 microempresas familiares, las cuales cuentan con menos de 3 personas laborando en las mismas, siendo en su mayoría lo dueños quienes las atienden; y 44 microempresas en diversos giros, como el comercial, de servicios y procesos, teniendo entre 4 a 20 empleados laborando en ellas, por lo cual estas últimas son tomadas en cuenta para este estudio.

La incorporación y aplicación correcta de los procesos de administración de personal, tales como reclutamiento, valuación del puesto, selección, contratación, inducción, capacitación y desarrollo, así como la evaluación del puesto, se estandarizan generando nuevos procesos y herramientas a utilizar para cada etapa en la vida laboral del capital humano de las microempresas de Naranjos, logrando el buen funcionamiento de la organización y su futuro éxito.

## **Metodología**

### *Autores que describen el proceso de la administración de personal*

Siguiendo los métodos científicos aplicados al proceso de la administración de personal en las empresas, podemos describirlos de la siguiente manera de acuerdo a diversos autores:

---

<sup>1</sup> Administración de Recursos humanos enfoque latinoamericano.

Rodríguez (2007) menciona en su libro de la administración moderna de personal que las etapas y procesos que conlleva esta administración son:

El sistema organizacional, el mercado de trabajo, la planeación de personal, dotación de personal a la organización, administración de sueldos y salarios , capacitación y desarrollo de personal, higiene y seguridad en el trabajo, evaluación del desempeño, flujo de personal en la organización, control administrativo de personal, administración de las relaciones de trabajo, contratación individual y colectiva, negociación y administración del contrato colectivo de trabajo, tal y como se puede esquematizar en la figura 1 que habla acerca de las áreas principales de la administración de recursos humanos en relación con el rendimiento organizacional y que pueden analizarse como los procesos antes mencionados (p.72).<sup>[2]</sup>



Figura 9. Áreas principales de la administración de recursos humanos en relación con el rendimiento organizacional.

Sin embargo, Dessler (2009) menciona que la administración de personal debe manejarse por medio de estrategias, para lo cual genera el proceso de administración estratégica enfocada a los recursos humanos, ejemplificándose por medio de la figura 2, donde cada proceso de acuerdo a este autor son los básicos para la buena administración del personal (p.23).<sup>[3]</sup>

<sup>2</sup> Administración moderna de personal.

<sup>3</sup> Administración de recursos humanos.



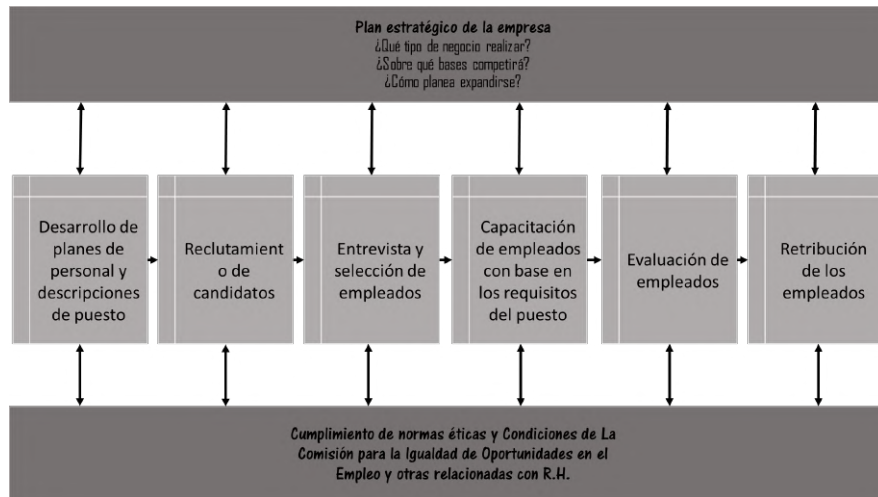


Figura 10. Estrategias y el proceso básico de administración de recursos humanos.

No obstante, Dessler y Varela (2011) en conjunto mencionan en el libro Administración de Recursos humanos enfoque latinoamericano, que los procesos de la administración de personal son:

Realizar los análisis de puestos (determinar la naturaleza de la función de cada empleado), planear las necesidades de personal y reclutar a los candidatos para cada puesto, seleccionar a los candidatos para cada puesto, aplicar programas de inducción y capacitación para los nuevos trabajadores, evaluar el desempeño, administrar los sueldos y los salarios (remunerar), proporcionar incentivos y prestaciones, comunicar (entrevistar, asesorar, disciplinar), capacitar y desarrollar a los empleados actuales y fomentar el compromiso de los colaboradores (p. 2).<sup>[4]</sup>

Chiavenato (2009) expresa en su libro Gestión del talento humano que “La administración moderna de recursos humanos (ARH) consiste en varias actividades integradas con el propósito de obtener efectos sinérgicos y multiplicadores, tanto para las organizaciones como para las personas que trabajan en ellas” (p. 13-14).<sup>[5]</sup>

Dentro de su obra describe seis procesos que llevan a cabo la administración los cuales se pueden observar en la figura 3.

<sup>4</sup> Administración de Recursos humanos enfoque latinoamericano.

<sup>5</sup> Gestión del talento humano.

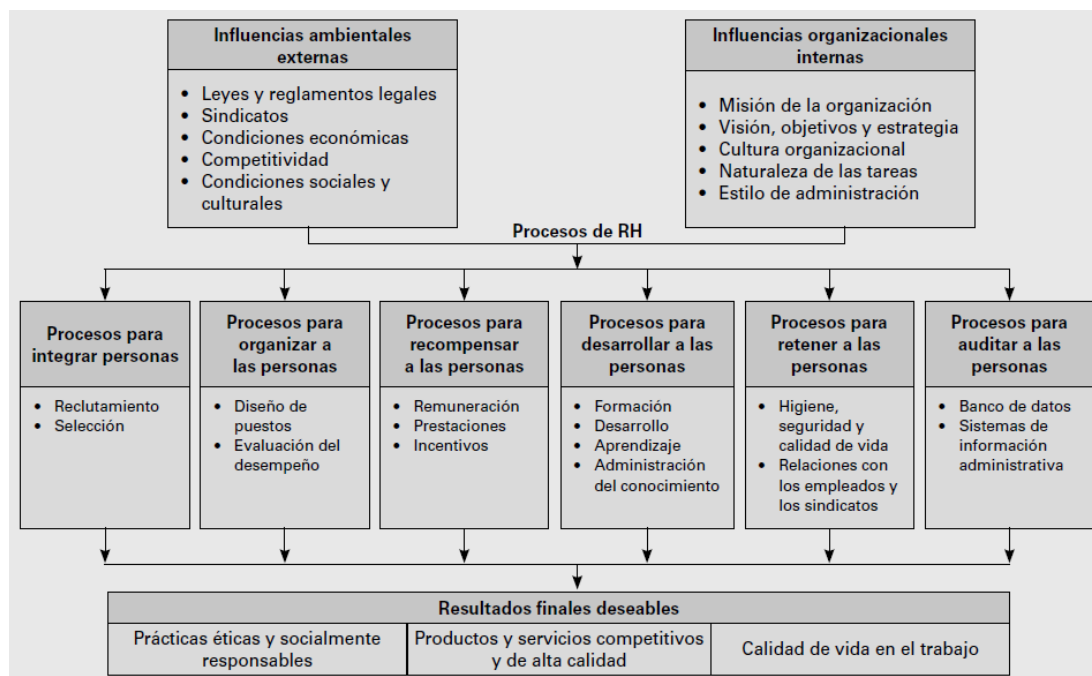


Figura 11. Modelo de diagnóstico de la ARH.

Para Alfaro (2012) en su recopilación de datos a diversas fuentes publicadas en su obra denominada Administración de personal, identifica las siguientes funciones:

Planear los recursos humanos, asegurando una colocación adecuada a los tipos y cantidades correctas, observar y suministrar personal idóneo a todos los departamentos de la organización en forma eficiente, efectuar una adecuada contratación e inducción del nuevo personal, a fin de llevar un comienzo productivo, fijar un sistema de remuneración justa, para lograr niveles de desempeño deseado, ejercer programas permanentes de capacitación y desarrollo de personal que eleve su capacidad operativa, ejercer una adecuada administración del contexto colectivo de trabajo y lograr adecuadas relaciones laborales, promover junto con el sindicato, programas de higiene y seguridad, establecer adecuadas comunicaciones y relaciones humanas, hacer respetar la autoridad y mantener la disciplina requerida en la organización, así como prestar servicios a todo el personal. (p. 31-32).<sup>[6]</sup>

Arias y Heredia (2013) muestran en la figura 4 el proceso que debe llevar la administración de recursos humanos para el alto desempeño en una organización.

<sup>6</sup> Administración de personal.

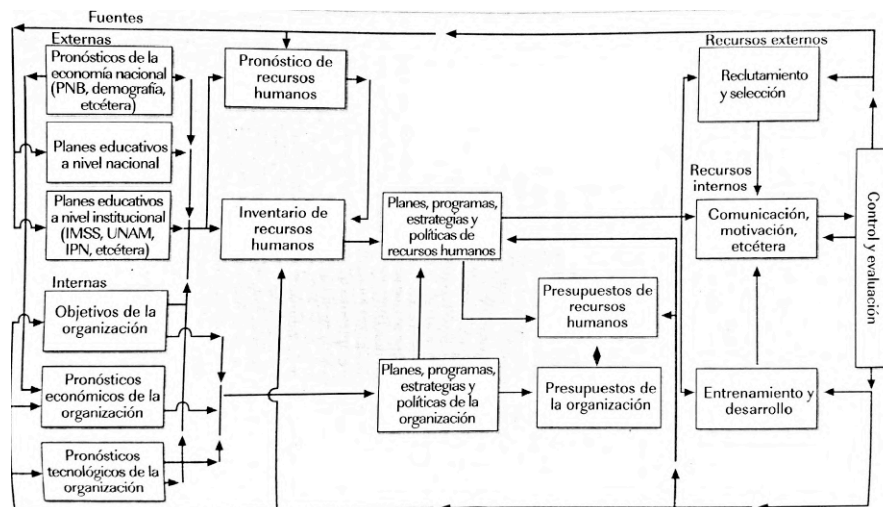


Figura 12. Planeación de recursos humanos.

### Metodología del estudio

De acuerdo a las 120 empresas que se sitúan en la Ciudad de Naranjos, únicamente 44 de estas son microempresas, las cuales cuentan como el universo a estudiar, por lo que se obtuvo el tamaño de la muestra con un 95% de certeza y un nivel de confiabilidad de 1.96, arrojando 39 microempresas como la muestra a estudiar.

Los factores que son analizados en el estudio son los siguientes:

Proceso de la administración de personal llevado a cabo en las microempresas, técnicas y herramientas de aplicación de los procesos, necesidad de los procesos de administración de personal, adecuación de los procesos en las microempresas y el uso adecuado del proceso.

Dentro del estudio de campo realizado a las microempresas de la ciudad de Naranjos Amatlán, Veracruz por medio de un cuestionario de 7 ítems, se obtuvo lo siguiente:

Los microempresarios no utilizan herramientas, técnicas ni procesos adecuados para la administración del personal, solo el 13% cuenta con este departamento y el 87% no, cabe mencionar que las microempresas que cuentan con este departamento es de manera rudimentaria, sin procesos organizacionales formales y científicos, no obstante el 69% de los microempresarios creen que es necesario un departamento de ayuda a la administración de su personal, mientras que el 31% no lo cree conveniente, ya que los ingresos obtenidos en sus negocios no es el óptimo para la implementación de un departamento como este.

Se cuestionó a los microempresarios para conocer qué actividades de administración de personal realizan y se puede decir que, aunque algunos desconocían el nombre del proceso, si lo llevan a la práctica de manera empírica, sin embargo, muchas microempresas no realizan ni la mitad de las actividades las cuales son: Análisis del puesto a ofertar, selección del personal, contratación del personal, inducción al puesto de trabajo, capacitación, desarrollo del personal y evaluación del puesto.

Dentro de la asignación del salario un 52% lo hace en base a su expectativa personal y únicamente un 26% considera a la ley para la asignación del salario, mientras que el 23% lo establece de acuerdo a su competencia.

Un 82% de los microempresarios están conscientes que los métodos que utilizan para la administración de personal no son los adecuados ni ayudan a la productividad de su empresa, pero el 18% considera que con lo que hace es suficiente.

El 64% de microempresarios de la ciudad de Naranjos-Amatlán, Veracruz, consideran que se deben estandarizar los procesos de la administración de personal en la ciudad, así como incorporar los factores de la administración del recurso humano más importantes para el éxito de su negocio.



Figura 13. Microempresas que cuentan con el departamento de recursos humanos.



Figura 14. Necesidad de las microempresas por un departamento de recursos humanos.

Tabla 9. Numero de microempresas que realizan diversas actividades para administrar el personal. Datos proporcionados por el autor (2017).

Factores a evaluar	Empresas encuestadas	Porcentaje de empresas encuestadas	Total de empresas encuestadas
Análisis del puesto a ofertar	3	8%	39
Selección del personal	39	100%	
Contratación del personal	39	100%	
Inducción al puesto de trabajo	16	41%	
Capacitación y desarrollo del personal	10	26%	
Evaluación del puesto de su personal	5	13%	



Figura 15. Asignación de sueldos al personal de las microempresas de la ciudad de Naranjos.

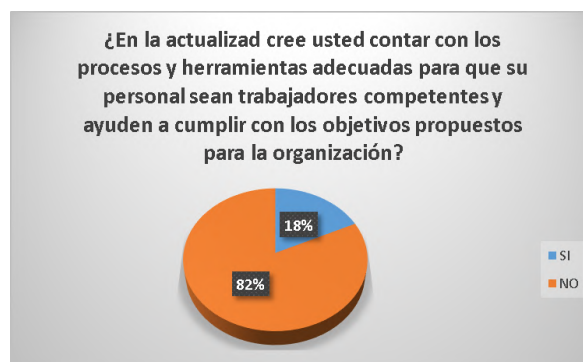


Figura 16. Microempresas que cuentan con los procesos adecuados de recursos humanos.

Tabla 10. Procesos que las microempresas desean estandarizar en la ciudad de Naranjos. Datos proporcionados por el autor (2017).

Análisis del puesto a ofertar	25	64%
Selección del personal	39	100%
Contratación del personal	39	100%
Inducción al puesto de trabajo	20	51%
Capacitación y desarrollo del personal	15	38%
Evaluación del puesto de su personal	39	100%

Tabla 11. Factores que las microempresas consideran importantes para el éxito de su negocio. Datos proporcionados por el autor (2017).

Planeación del capital humano.	25	64%
Análisis de puesto	25	64%
Reclutamiento	25	64%
Identificación del talento	39	100%
Reclutamiento	25	64%
Canales de reclutamiento	25	64%
Selección	20	51%
Inducción	20	51%
Capacitación	15	38%
Planeación de la carrera	10	26%
Evaluación del desempeño	39	100%
Administración de sueldos y salarios	10	26%
Sistemas de compensaciones	10	26%
Seguridad e higiene	10	26%

## Determinación de los procesos de la administración de personal

Al término del análisis de los resultados obtenidos en las encuestas y del estudio bibliográfico de los diferentes autores de los procesos de la administración de personal, se diseña el proceso que las microempresas de la ciudad de Naranjos-Amatlán, Veracruz necesitan incorporar en sus actividades para optimizar la productividad de sus empleados, tal y como se muestra en la figura 9.

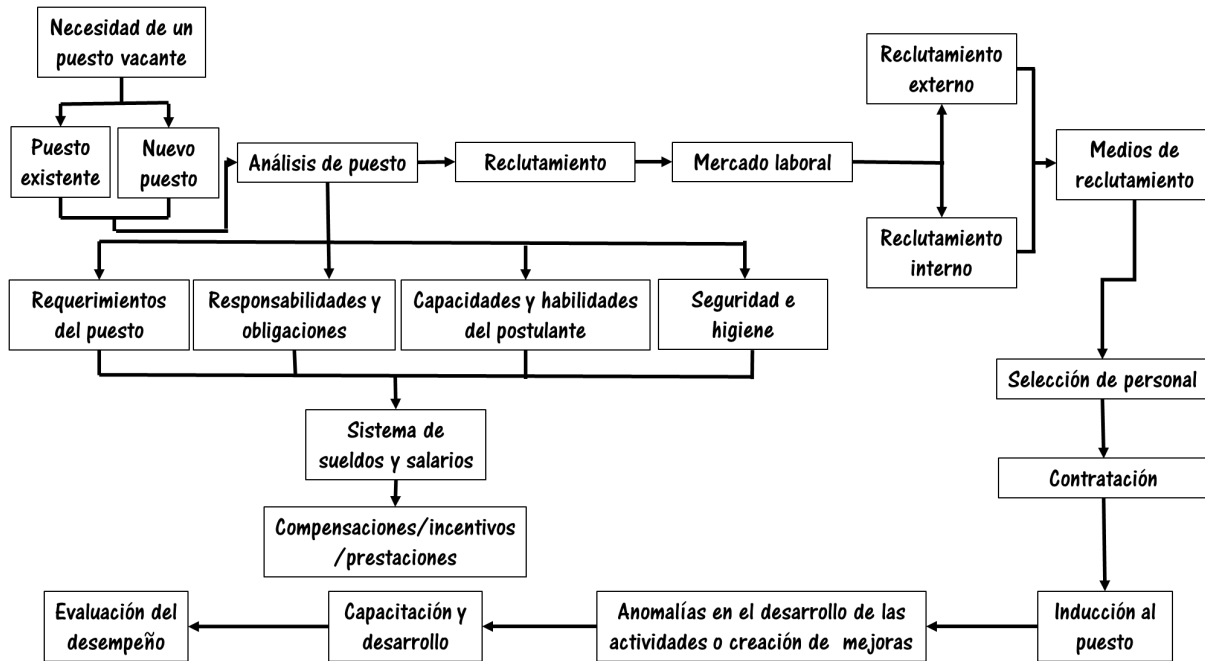


Figura 17. Esquema de las etapas del proceso de la administración del recurso humano a incorporar en las microempresas de la ciudad de Naranjos-Amatlán, Veracruz. Elaboración propia (2017).

## Resultados

Dentro del trabajo de investigación se pudo estudiar la aplicación a las microempresas en materia del recurso humano, así como la recapitulación de procesos que existen y son aplicados en empresas nacionales e internacionales y que de alguna manera al implementarse en la ciudad de Naranjos-Amatlán hacen que las mentalidades de los empresarios cambien y se adapten a las nuevas necesidades que existen hoy en día, generando competitividad entre las mismas.

## Anexos

Tabla 12. Encuesta realizada a microempresarios de la ciudad de Naranjos-Amatlán, Veracruz.

<p><b>Propósito:</b> Recopilar información referente a los procesos de recursos humanos que se utilizan en las microempresas de la ciudad de Naranjos-Amatlán, Veracruz.</p>
<p><b>Instrucciones:</b> La presente encuesta cuenta con preguntas de índole general, acerca de los procesos administrativos que genera para la adquisición, remuneración y retención de su personal, por lo cual se le solicita amablemente sea contestado con la mayor veracidad posible.</p>

**1. ¿Su empresa cuenta con el departamento de recursos humanos?**

Si

No

**2. ¿Cree necesario este departamento en su empresa?**

Si

No

**3. ¿Qué actividades realiza para administrar el personal:**

Análisis del puesto a ofertar: \_\_\_\_\_  
Selección del personal: \_\_\_\_\_  
Contratación del personal: \_\_\_\_\_  
Inducción al puesto de trabajo: \_\_\_\_\_  
Capacitación y desarrollo del personal: \_\_\_\_\_  
evaluación del puesto de su personal: \_\_\_\_\_

**4. ¿Cómo designa los sueldos a su personal?**

Me baso en la ley \_\_\_\_\_  
De acuerdo a mi expectativa \_\_\_\_\_  
En base a la competencia \_\_\_\_\_

**5. ¿En la actualidad cree usted contar con los procesos y herramientas adecuadas para que su personal sean trabajadores competentes y ayuden a cumplir con los objetivos propuestos para la organización?**

Si

No

**6. ¿Qué procesos cree usted que se deberían estandarizar en las microempresas de la ciudad de Naranjos?**

Análisis del puesto a ofertar: \_\_\_\_\_  
Selección del personal: \_\_\_\_\_  
Contratación del personal: \_\_\_\_\_  
Inducción al puesto de trabajo: \_\_\_\_\_  
Capacitación y desarrollo del personal: \_\_\_\_\_  
evaluación del puesto de su personal: \_\_\_\_\_



**7. De acuerdo al listado que se presenta a continuación, marque con una x, los factores que deberían tomar en cuenta las empresas de la ciudad de Naranjos para el éxito del personal:**

- |                          |                                                                                                                |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Planeación del capital humano.                                                                                 |
| <input type="checkbox"/> | Análisis de puesto: Requisitos del puesto y del capital humano                                                 |
| <input type="checkbox"/> | Reclutamiento                                                                                                  |
| <input type="checkbox"/> | Identificación del talento humano.                                                                             |
| <input type="checkbox"/> | Reclutamiento interno y reclutamiento externo                                                                  |
| <input type="checkbox"/> | Canales de reclutamiento                                                                                       |
| <input type="checkbox"/> | Selección de personal: técnicas y herramientas para la adquisición de personal altamente calificado.           |
| <input type="checkbox"/> | Programas de inducción al puesto: técnicas y herramientas de orientación a la empresa.                         |
| <input type="checkbox"/> | Capacitación y desarrollo: herramientas que determinan la necesidad y técnicas de aplicación.                  |
| <input type="checkbox"/> | Planeación de la carrera profesional: gestión estrategias de la organización para el crecimiento del personal. |
| <input type="checkbox"/> | Evaluación del desempeño: métodos de análisis y obtención de información                                       |
| <input type="checkbox"/> | Administración de sueldos y salarios                                                                           |
| <input type="checkbox"/> | Sistemas de compensaciones                                                                                     |
| <input type="checkbox"/> | Seguridad e higiene: Seguro social y seguridad física                                                          |

**Gracias por su participación.**

## **Agradecimientos**

Se agradece a las empresas que participaron en este estudio con el fin de obtener información sobre los procesos de integración y retención de personal que llevan a cabo, así como a los alumnos de la carrera de Ingeniería En Gestión Empresarial que contribuyeron al estudio de este proyecto por medio de las diversas prácticas.

## **Conclusiones**

La estandarización de procesos de la administración de personal, así como la inclusión de los mismos a las microempresas de la ciudad de Naranjos-Amatlán generan apoyo para el correcto manejo del recurso humano, creando una visión más amplia encaminada hacia los logros, con mayores expectativas para los trabajadores y sobre todo para los empresarios.

El trabajo realizado funge como base para los investigadores que deseen indagar en el desarrollo del talento humano que optimizan a las microempresas de la ciudad de Naranjos-Amatlán, en la zona norte del estado de Veracruz, algunas de las actividades que se deben tomar en cuenta para continuar con este

estudio, es la factibilidad en la realización de bolsas de trabajo, centros de capacitación y consultoría, así como la generación de perfiles profesionales que puedan competir en el mercado laboral de la ciudad, además de ampliar este proyecto a otros lugares del estado de Veracruz e inclusive en toda la república mexicana, con el fin de crear ventaja competitiva de personal en las empresas de la nación y con ello poder mejorar la calidad empresarial de las organizaciones generando mayor productividad y solvencia a la economía del país por medio de las microempresas.

## **Bibliografía**

Alfaro Melida (2012) Administración de personal, Estado de México, Editorial Red Tercer Milenio

Arias Fernando, Heredia Víctor. (2013). Administración de recursos humanos para el alto desempeño. Editorial: Trillas.

Chiavenato Idalberto. (2009). Gestión del talento humano. México. Editorial McGraw Hill

Dessler Gary, Varela Ricardo. (2011). Administración de Recursos humanos enfoque latinoamericano. México. Editorial Pearson

Dessler Gary. (2009). Administración de recursos humanos. México. Editorial Pearson

Rodríguez J. (2007). Administración moderna de personal. México. Editorial Cengage Learning

Secretaria de economía. (2016). Sistema de Información Empresarial Mexicano SIEM. consultada por Internet en 2016,

Dirección de

<https://www.siem.gob.mx/siem/portal/consultas/respuesta.asp?estado=30&municipio=013&consultaporliga=1>

### PROGRAMA DE ESTABLECIMIENTO Y DIFUSIÓN DE NORMAS PARA LA ELIMINACIÓN DE MATADEROS CLANDESTINOS

*Dayana Gallardo Del Àngel, Dalia Trinidad Trinidad, Jesus Ruben Hernández Hernandez, M.E. Miriam Hernandez Lugo, I.G.E. Jaime Hernandez Huerta*

*Instituto Tecnológico Superior de Naranjos, Calle Guanajuato S/N, Ciudad Naranjos, Veracruz.*

*dayana.gallardo.d.a@hotmail.com*

#### **Resumen**

Los procesos y normas para el sacrificio de ganado bovino son indispensables para garantizar la calidad de su consumo, no obstante en la ciudad de Naranjos Amatlan, Veracruz únicamente existe un solo establecimiento certificado donde se lleva a cabo de manera correcta el sacrificio de estos animales, sin embargo la comuna no recurre al establecimiento para dicha actividad, generando un desconocimiento en el proceso adecuado para el sacrificio bovino, siendo los afectados los consumidores de carne de res de la región, por lo que se crea el proyecto denominado programa de establecimiento y difusión de normas para la eliminación de mataderos clandestinos, desarrollado por medio de la metodología de las 8 D's.

Este proyecto tiene como objetivo establecer normas y reglamentos para el sacrificio bovino presentando por medio de las autoridades correspondientes de Naranjos Amatlán para la ciudadanía y sus alrededores con el fin de combatir el sacrificio bovino clandestino y de esta manera atacar los problemas de salud que se pueden presentar en la zona debido a la carencia de conocimiento de cómo y dónde realizar de manera correcta un sacrificio animal, como por ejemplo la tuberculosis bovina y la brucelosis.

Por medio de este programa se dan a conocer las normas para el sacrificio de ganado bovino mediante un manual a la ciudadanía de Naranjos, Amatlan que en su momento requieren del sacrificio de ganado bovino, del mismo modo se elimina los procesos de sacrificio de ganado bovino que se realizan de manera clandestina.

**Palabra clave:** establecimiento, normas, clandestinos, matadero, enfermedades.

#### **Abstract**

The processes and rules for the slaughtering of cattle are essential to guarantee quality of the consumption, however in Naranjos Amatlán, Veracruz there's just only one certified stablishement where it's been applied correctly the slaughtering of livestock but nevertheless the community doesn't use it to perform such activity, generating an unknowledgeable about the right process for the

slaughtering of cattle, affecting red meat consumers in the region, so it's created the project called as "establishment and diffusion of rules for the elimination of clandestine slaughterhouse" developed through 8 D's methodology. This project has been aimed to settle down the standards and rules for the slaughtering of cattle presented by the corresponding Naranjos Amatlan's authorities for the citizenship and its surroundings with the objective of facing clandestine slaughtering of cattle and in this way to attack the healthy problems that may appear in the area because of the lack of knowledge of how and when to perform in a correct way a slaughter of livestock, such as bovine tuberculosis and brucellosis. Through this program they make themselves known the standards of slaughtering of cattle by a manual aimed to the Naranjos, Amatlán citizenship that time to time require the slaughtering of livestock, in the same way to eliminate the processes made in a clandestine way.

**Key words:** establishment, standards, clandestine, slaughterhouse, illnesses

## **Introducción**

De acuerdo a (González, Carrasco, Muñoz, Granjales, García. 2010):

El bienestar resulta de primordial importancia no sólo desde el punto de vista ético, sino también económico. Este tema es relevante ya que tiene una relación con algunos de los temas de mayor importancia en la producción de alimentos, como por ejemplo: el sacrificio de los animales para el consumo humano el manejo pre sacrificio resulta especialmente importante porque puede afectar de forma sensible los parámetros que determinan la calidad de la carne. Para evaluar si los procesos de producción y transformación de la carne se llevan a cabo correctamente existen actualmente indicadores y protocolos desarrollados a través de varios años por instituciones como son el proyecto Welfare Quality® (WQ) de la Unión Europea y el Instituto Americano de la Carne (AMI). En ese sentido, en el estado de Veracruz a pesar de que es un productor de carne importante a nivel nacional, no se sabe en qué grado el manejo pre sacrificio de los bovinos afectan el bienestar animal y las características de la canal (Pág. 25).<sup>[7]</sup>

En la zona de Naranjos Amatlan, Veracruz se presenta la problemática de realización de sacrificios bovinos de manera clandestina, esto quiere decir que la sociedad acude a personas inexpertas en el tema para realizar sacrificios, lo que conlleva a que se realicen sacrificios a animales que pueden ir contaminados con la bacteria de tuberculosis y brucelosis para que posteriormente por falta de conocimiento pueda llegar a ser ingerida por la población y se puede originar un problema serio de salud en la zona; para dar solución a este problema de salud se creará el establecimiento de normas y leyes que regulan el sacrificio bovino, el cual se presenta a las autoridades de Naranjos Amatlan, Veracruz para que a través de ellos se dé a conocer la manera y lugar correcto donde se realizan los sacrificios bovinos y a su vez la empresa Cárnicos y derivados de Naranjos S.A de C.V tenga mayor demanda en cuando a su mercado.

---

<sup>7</sup> Estudio de algunos factores pre sacrificio que afectan el bienestar de bovinos en un rastro tif de la zona centro del estado de Veracruz.

## ***Metodología***

Para el desarrollo del programa de establecimiento de las normas se llevó a cabo la metodología de las 8D'S para la solución de problemas.

De acuerdo a (Lean Manufacturing 2018). Las 8 disciplinas:

Son una de las técnicas empleadas para la determinación de soluciones efectivas, como siempre, con el fin de obtener la mejor calidad en nuestro producto o servicio. Con la metodología 8D se puede encontrar la causa de raíz de cualquier problema, elaborar una solución a corto plazo y diseñar una solución a largo plazo.<sup>8</sup>

Los inicios de esta metodología surgen desde 1980 en Ford, siendo conocida como TOPS (Team Oriented Problem Solving).

La principal característica del proceso de 8D es su estructura, disciplina y metodología. Esta última consiste en emplear las mejores técnicas de distintas herramientas para la mejora continua. Se enfoca en la resolución de problemas desde sus inicios para crear un cambio sistémico.

De esta manera se soluciona el problema y se evitan consecuencias negativas que se deriven de este.

### **Disciplina 1: forma un equipo de trabajo**

Emplea un equipo funcional de cruz (CFT). Esto significa que dicho equipo debe estar integrado por miembros que tengan conocimientos de distintas disciplinas. Esto incrementará la posibilidad de ver los errores desde distintas perspectivas y con ello dar mejores soluciones.

El equipo deberá cumplir las siguientes características:

- Contar con miembros que pertenezcan a las siguientes áreas: producto, producción y datos. Este equipo deberá utilizar enfoques o técnicas basadas en datos reales y actuales sobre el problema, técnicas inductivas y convergentes.
- Realizar lluvias de ideas para la observación y estudio de los problemas
- Asignar un líder de equipo que conozca completamente la metodología 8D y guíe al resto de miembros para su implementación
- Determinar un patrocinador, es decir la persona que se encargará de influir y aprobar todos los avances que se obtengan y las soluciones propuestas.

### **Disciplina 2: Determinar el problema**

El objetivo inicial del método 8D es describir adecuadamente el problema, mediante la utilización de datos conocidos, colocándolos en categorías específicas para futuras comparaciones.

---

<sup>8</sup> Lean Manufacturing

Este enfoque utiliza las siguientes herramientas:

- 5 ¿Por qué? (herramienta inductiva).
- Planteamiento del problema.
- Diagrama de afinidad (herramienta deductiva).
- Espina de pez, diagrama de Ishikawa.
- Determinar lo que “es” lo que “no es”.
- Descripción del problema.

### **Disciplina 3: Solución provisional o contención de acción**

Antes de determinar la solución permanente, es necesario realizar una acción inmediata o acción provisional (ICA), que debe retirarse una vez que se implemente la solución definitiva. Es importante aclarar la importancia de este paso, pues muchas empresas optan por dar soluciones inmediatas sin avanzar hasta la permanente.

### **Disciplina 4: Análisis de las causas**

Una vez que se plantean los 5 por qués, es posible determinar la causas iniciales de cada problema.

Para poder evaluar si se ha llegado a la raíz del problema es necesario es hacer una lista comparativa de las diferencias entre la situación actual del producto o servicio y lo que se pretende obtener en realidad:

- Crea una lluvia de ideas con todas las posibles causas
- Recopila datos para validar cuál es la causa exacta
- Emplea un diagrama de flujo para evaluar cada uno de los procesos y determinar los cuellos de botella o áreas de oportunidad

### **Disciplina 5: Acciones correctivas permanentes**

Ahora que has logrado determinar la raíz al problema el siguiente paso es cambiar dichas condiciones del proceso o producto:

- Establece los estándares óptimos o requisitos que debe cumplir obligatoriamente el producto o servicio.
- Realiza un análisis de riesgos tipos de problemas y magnitud de los efectos negativos
- Seleccionar la mejora permanente
- Evaluar la eficacia de dicha mejora

### **Disciplina 6: Implementar y dar seguimiento a la acción correctiva permanente.**

Para poder realizar una implementación de éxito se debe crear una buena comunicación entre las distintas áreas involucradas, todas deben saber las causas y efectos del problema, así como tener claro las acciones de cada uno para aplicar una solución definitiva:

- Desarrolla el plan de proyección y ejecución
- Comunicar el plan y procedimientos a aplicar a todas las áreas involucradas
- Validar las mejoras mediante evaluaciones y estándares de calidad

#### **Disciplina 7: Prevención de problemas.**

Este punto es muy importante, pues no solo se trata de darle seguimiento a las acciones permanentes, sino de establecer este nuevo de trabajo en distintos procesos operativos. De esta forma se evitará que el mismo problema surja en otras áreas o en líneas de producción con procesos para productos similares.

Los pasos a seguir son:

- Verificar los procesos y productos similares
- Desarrollar procedimientos de mejora continua para detectar problemas antes de que estos afecten el producto
- Establecer un estándar de trabajo, implementación y desarrollo de dichas soluciones permanentes
- Asegurar que los procesos de control de calidad estén actualizados

#### **Disciplina 8: Cierre y reconocimiento de esfuerzo a todos los involucrados.**

El darle importancia a los logros obtenidos también es muy importante, de esta forma se incentiva a los involucrados a obtener los mejores resultados pues de esta manera su trabajo será más valorado.

Además, este punto de la metodología te permitirá:

- Resguardar los documentos o historial para referencias futuras
- Documentar las lecciones aprendidas y la manera en que se logró dar solución a los problemas
- Comparación del antes y después de los problemas para medir avances
- Celebrar el éxito obtenido y reconocer el esfuerzo de todos.
- En esta metodología la parte más importante es saber identificar la causa de los problemas, mirarlo desde distintas perspectivas y así otorgar una solución que realmente evite futuros problemas.

Para llevar a cabo el método de las 8D y establecer las normas vigentes en el estado de Veracruz para el sacrificio de Ganado bovino se realizó un cronograma de actividades de la siguiente manera:

PERIODO: AGO-DIC	SEMANAS														OBJETIVO				
	P/R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14	15	16	
DIAGNOSTICO A LA EMPRESA "CARNICOS Y DERIVADOS DE NARANJOS S.A. DE C.V.	P	■																	Representar mediante matrices y análisis detallados la información del establecimiento de manera interna y externa con respecto a sus carencias y necesidades.
	R																		
DETERMINACION DE DATOS INTERNOS Y EXTERNOS DE LA EMPRESA DENOMINADA "RASTRO"	P		■																Conocer el área de trabajo y la manera en que se realizan los procesos conforme a las leyes de higiene y salud, detallando las áreas de oportunidad donde se apliquen estrategias.
	R																		
DESCRIPCIÓN DE LA NECESIDAD DEL RASTRO	P			■	■														Redacción de la necesidad detectada mediante el análisis basado en metodologías para la especificación de necesidad que ocupa solucionar el rastro.
	R																		
APLICACIÓN DE ACCIONES PREVENTIVAS (TECNICAS, MODELO Y/O ESTRATEGIAS) ASI COMO UNA ACCION PROVISIONAL DE CONTENCIÓN, RESPECTO A LA NECESIDAD DEFINIDA EN EL RASTRO.	P					■	■												Determinación del modelo a seguir, mediante una matriz de selección, con la finalidad de dar solución a la necesidad planteada.
	R																		
ESTABLECIMIENTO DE FUNCIONES A LAS INSTITUCIONES QUE TRABAJARÁN EN CONJUNTO	P							■											Determinar un grupo de expertos, incluyendo las instituciones como son Ayuntamiento Municipal y Rastro Público para la determinación de funciones a realizar, para un mejor resultado.
	R																		
MANUAL DE PROGRAMA DE ESTABLECIMIENTO DE NORMAS.	P								■	■	■								Integración de técnicas, modelos y estrategias que se determinaron para la solución de la necesidad con la finalidad de recabar una descripción teórica basada en leyes y normas oficiales obligatorias que se deben cumplir y establecer respecto a la matanza de la res anexando sanciones al que no cumpla con lo establecido al programa.
	R																		
PREVENIR LA RECURRENCIA E IMPLEMENTAR LA PROPUESTA DE TRABAJO	P												■	■					Exponer la finalidad e importancia del contenido del programa, buscando concientizar a los representantes de dicho sector y de esta manera prevenir, las desventajas que contrae el no realizar correctamente este servicio que es la matanza.
	R																		

Figura. 1. Cronograma de actividades.

Al implementar el modelo de las 8D' en la empresa Cárnicos y derivados de Naranjos S.A de C.V. se contribuye con el desarrollo y fortalecimiento de la organización y generando un cambio en el proceso y concientización del servicio de sacrificio de ganado bovino en la zona de naranjos Veracruz.

Tabla 13. Actividades a realizar. Elaboración propia 2018.

Actividad	Objetivos por actividad	Periodo de Tiempo semana	Aportaciones específica	Evidencias
Diagnostico a la empresa "cárnicos y derivados de naranjos s.a. de C.V.	Representar mediante matrices y análisis detallados la información del establecimiento de manera interna y externa con respecto a sus carencias y necesidades.	Semana 1 a la 2	Localizar las áreas de la empresa que tengan deficiencia en algún aspecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aplicación de check list para verificar la necesidad.</li> <li>➤ MATRIZ FODA</li> <li>➤ MATRIZ MEFE Y MEFI</li> <li>➤ MATRIZ DAFO</li> </ul>
Determinación de datos internos y externos de la empresa denominada "rastros"	Conocer el área de trabajo y la manera en que se realizan los procesos conforme a las leyes de higiene y salud, detallando las áreas de oportunidad donde se apliquen estrategias.	Semana 3	Conocer y acoplarse al área de trabajo en el cual se estarán diagnosticando áreas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Descripción del Diagnóstico de entorno general y específico.</li> </ul>
Descripción de la necesidad del rastro	Redacción de la necesidad detectada mediante el análisis basado en metodologías para la	Semana 4 a la 5	Redactar de manera detallada la	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Metodología Heurística</li> <li>➤ Metodología</li> </ul>

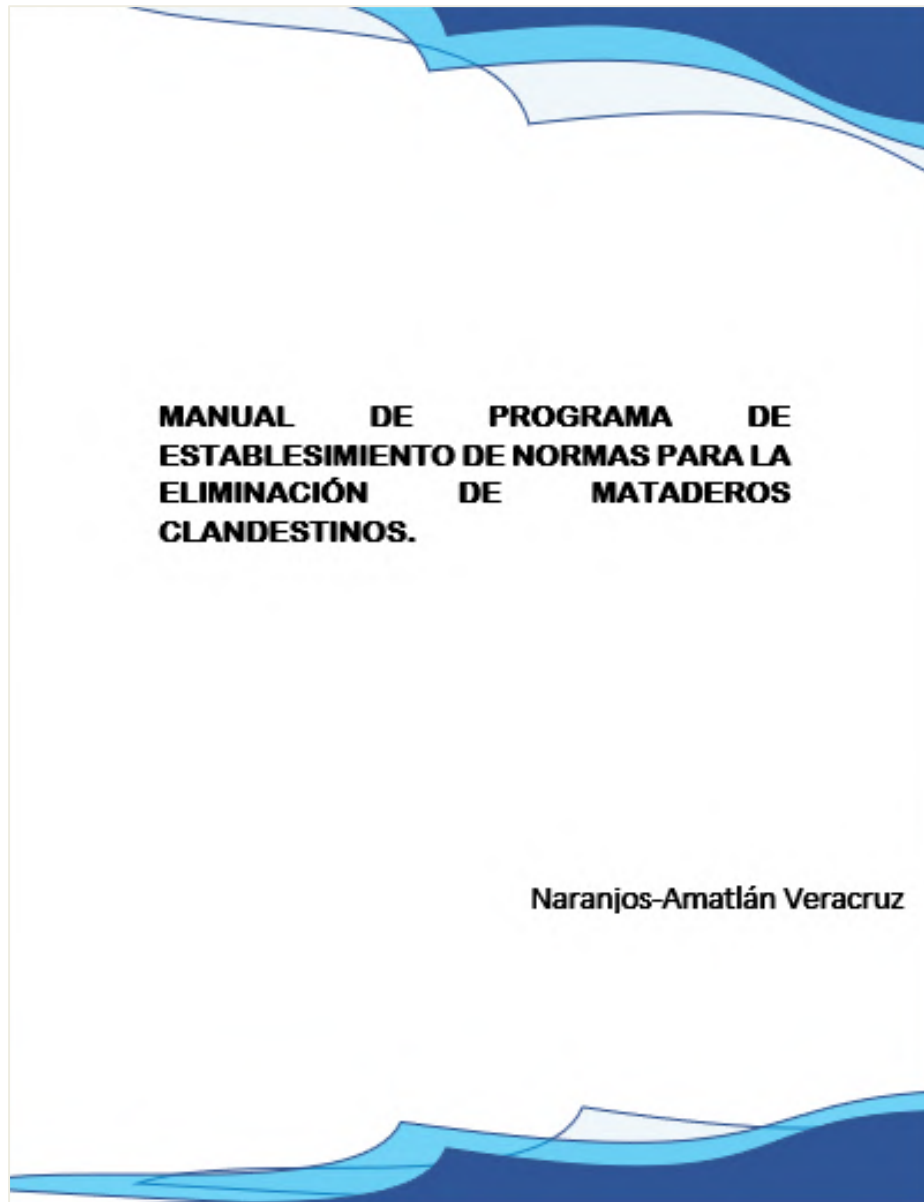


	especificación de necesidad que ocupa solucionar el rastro.		necesidad de la empresa y darla a conocer al encargado	de las 6Ws
Aplicación de acciones preventivas (técnicas, modelo y/o estrategias) así como una acción provisional de contención, respecto a la necesidad definida en el rastro.	Determinación del modelo a seguir, mediante una matriz de selección, con la finalidad de dar solución a la necesidad planteada.	Semana 6 a la 7	Crear estrategias que solventan el área de oportunidad encontrada en la empresa	➤ Estrategia de las (8D) 8 Disciplinas
Establecimiento de funciones a las instituciones que trabajarán en conjunto	Determinar un grupo de expertos, incluyendo las instituciones como son Ayuntamiento Municipal y Rastro Público para la determinación de funciones a realizar, para un mejor resultado.	Semana 8	Establecer procedimientos y funciones delegando las actividades a los departamentos y puestos pertinentes	➤ Minuta de trabajo.
Manual de programa de establecimiento de normas.	Integración de técnicas, modelos y estrategias que se determinaron para la solución de la necesidad con la finalidad de recabar una descripción teórica basada en leyes y normas oficiales obligatorias que se deben cumplir y establecer respecto a la matanza de la res anexando sanciones al que no cumpla con lo establecido al programa.	Semana 9 a la 12	Erradicar el problema de rastros clandestinos	➤ Integración del manual
Prevenir la recurrencia e implementar la propuesta de trabajo	Exponer la finalidad e importancia del contenido del programa, buscando concientizar a los representantes de dicho sector y de esta manera prevenir, las desventajas que contrae el no realizar correctamente este servicio que es la matanza.	Semana 13 a la 14	Dar a conocer el manual mediante una exposición a las autoridades determinadas	➤ Plan de trabajo
Resultados	Completar los procesos administrativos y reconocer la	Semana 15	Dar a conocer el establecimiento	➤ Check Lista

	aportación de los profesionales que han participado en el proceso de solución del problema, beneficiando así a la organización.		correcto de los procesos de sacrificio de ganado bovino con el uso del manual.	final
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--------------------------------------------------------------------------------	-------

## Resultados

Al realizar las actividades anteriormente mencionadas, se llegó al diseño del manual con el cual se difunden las normas para el sacrificio bovino en la ciudad de Naranjos, Veracruz.



*Figura. 2. Caratula del manual*

Se establece el procedimiento adecuado del sacrificio de ganado bovino en la ciudad de Naranjos, Veracruz, por medio de la figura 3.

Diagrama de flujo para el sacrificio y faenado de res para consumo humano.

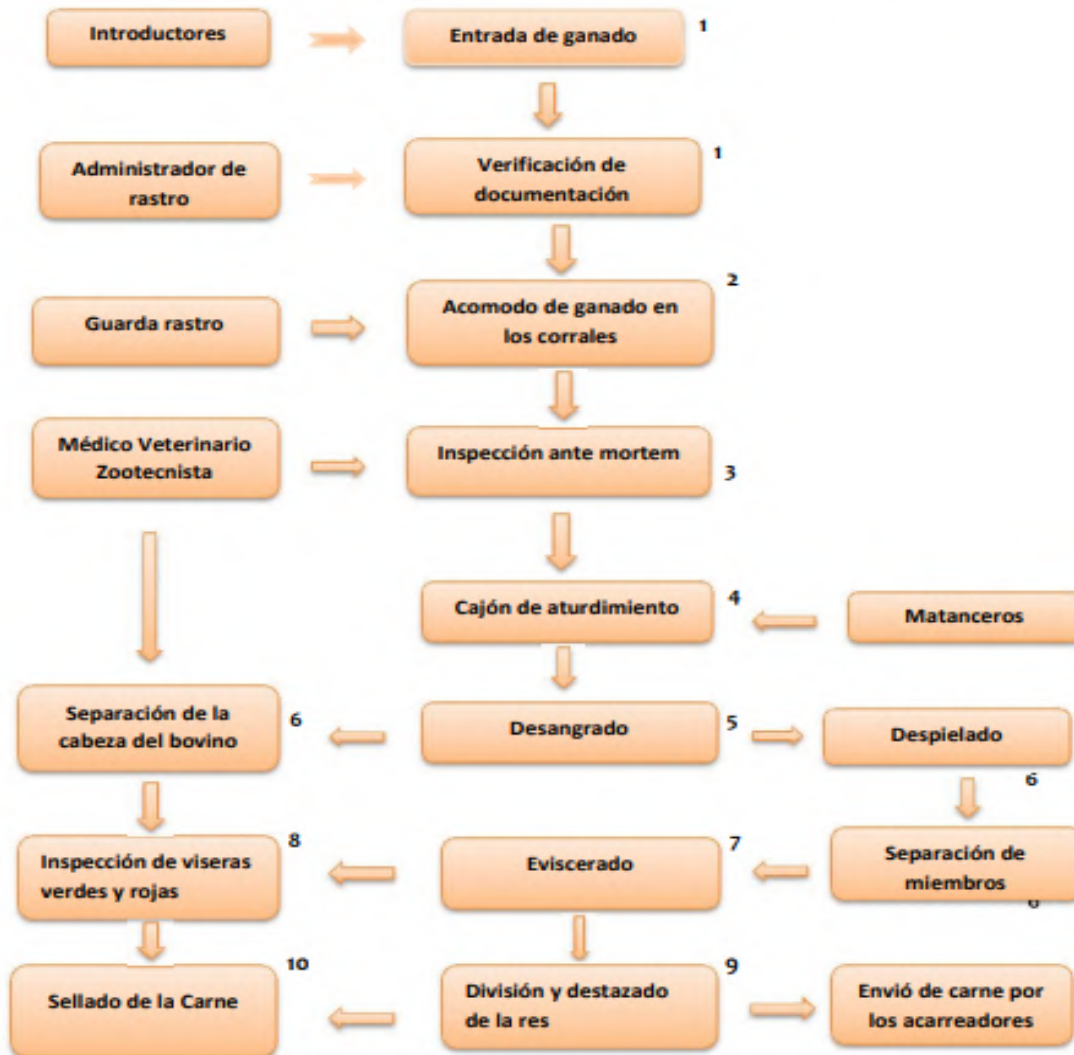


Figura. 3. Diagrama de flujo del proceso de sacrificio del ganado bovino en la ciudad de Naranjos, Veracruz.

## Anexos

Imágenes del trabajo realizado en Cárnicos y derivados de Naranjos S.A. de C.V.







### **Agradecimiento**

Agradecemos principalmente al M.V.Z. Benjamín Arturo del Ángel Torres y M.V.Z. David López Azuara, así como al personal en general por su invaluable apoyo y contribución de información, tanto como permitarnos realizar el presente artículo y manual dentro de la empresa Cárnicos y Derivados de Naranjos S.A de C.V. recalcando que es un organismo de carácter público con un alto nivel de calidad para el proceso de sacrificio que manejan.

### **Conclusiones**

Por ende, comprendemos la importancia de la existencia y eficacia de un matadero que cuente con todas las normas adecuadas y que beneficien a la población en general, así como todas aquellas normas que se adecuan, ya que existen mataderos clandestinos en donde no se les realizan ningún tipo de pruebas a los animales sacrificados lo que presenta un riesgo a la población.

### **Bibliografía**

González U., Carrasco A., Muñoz M., Grajales S., García R. (2010). Estudio de algunos factores pre sacrificio que afectan el bienestar de bovinos en un rastro tif de la zona centro del estado de Veracruz. Tecnológica forestar y agropecuaria de Veracruz, II, 25.

Vilaboa J., Díaz P., Ruíz O., Platas D., Juárez F. (2009). Factores que Influyen en la Calidad de la Carne Bovina Mexicana de Engormix. Recuperado de <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/factores-influyen-calidad-carne-t27975.htm>

Pérez C. (2016). Manual de procedimientos rastro municipal, de Gobierno de Cihuahatlán. Recuperado de [http://www.cihuahatlan.gob.mx/transparencia/articulo8/FraccionIV/8IVe-Los\\_Manuales\\_de\\_Procedimientos/Manuales\\_de\\_Procedimientos\\_2015\\_2018/Rastro\\_Municipal.pdf?dl=0](http://www.cihuahatlan.gob.mx/transparencia/articulo8/FraccionIV/8IVe-Los_Manuales_de_Procedimientos/Manuales_de_Procedimientos_2015_2018/Rastro_Municipal.pdf?dl=0)

Lean Manufacturing (2018). Las 8 D: Las 8 disciplinas para la solución de problemas. Recuperado de <https://leanmanufacturing10.com/8ds-las-8-disciplinas>

**OBJECT RECOGNITION IN IMAGES USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

*Edna Cruz-Flores<sup>1</sup>, Miguel Pérez-Ramírez<sup>2</sup>, Alberto Ochoa-Zezatti<sup>3</sup>, Jaime DelÁngel-García<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *Instituto Tecnológico Superior de Naranjos.*

<sup>2</sup> *Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias.*

<sup>3</sup> *Maestría en Cómputo Aplicado, UACJ.*

*edna.cruz@outlook.es<sup>1</sup>*

**Resumen**

En el área de la Artificial Intelligence (AI) se tiene el subárea Computer Vision (CV), uno de los procesos de mayor importancia que se utilizan es el reconocimiento de objetos a través de imágenes o de videos en tiempo real. Para la recomendación de uno es necesario comparar diferentes algoritmos, utilizando el software MATLAB se ejecutan algunos algoritmos para demostrar ciertas diferencias existentes en su proceso de detección de objetos. Como resultado obtendremos una mejor comprensión del funcionamiento de los algoritmos puestos a prueba y así considerar el que se adapte mejor a las necesidades para el desarrollo del prototipo para el mantenimiento correctivo y preventivo de ductos submarinos haciendo uso de la Realidad Aumentada (RV).

**Palabra clave:** Artificial Intelligence (AI), Computer Vision (CV), Algoritmos para detección de imágenes, Reconocimiento de objetos, Realidad virtual aumentada.

**Abstract.**

In the area of Artificial Intelligence (AI) is the sub-area Computer Vision (CV), in which one of the most important processes that are used is the recognition of objects through images or videos in real time. For the recommendation of some algorithm it is necessary to make a comparison of its behavior, the MATLAB software was used to execute some algorithms and to demonstrate certain existing differences in its processes of detection of objects. As a result we will obtain a better understanding of the performance of the algorithms tested and thus consider the one that best adapts to the needs for the development of the prototype system for the corrective and preventive maintenance of submarine ducts using the Augmented Reality (RA).

**Keywords:** Artificial Intelligence (AI), Computer Vision (CV), Image processing, Object Recognition, Augmented Reality (AR), Subsea pipelines.



## Introducción.

El uso de los simuladores de entrenamiento o capacitación va en aumento con la integración de nuevas tecnologías como la Realidad Virtual, ya sea de manera inmersiva o no inmersiva que su principal objetivo es ofrecer una apariencia al usuario de ser parte de un escenario meramente virtual consistido por un conjunto de hardware y software especializado [1]. Por otra parte se encuentra la tecnología denominada Realidad Aumentada la cual consiste en proporcionar una mezcla de información real en escenarios reales y agregar información virtual[2].

Se comparan los algoritmos encontrados en la literatura especializada en el ámbito de la sub área de Inteligencia Artificial conocida como Visión por Computador (VC) o Visión Artificial (VA); esta consiste en la extracción de información de forma tridimensional a través de la apariencia de los objetos y de imágenes[3].

En la metodología se presenta la ejecución de los algoritmos de Canny, Scale Invariant Feature Transform (SIFT) y Speed Up Robust Features(SURF) para observar su proceso en la detección de objetos en las imágenes proporcionadas, siendo una simple simulación que se podría aprovechar para la toma de decisión de algún métodos para el desarrollo de un prototipo como un sistema experto dirigido al sector petrolero que sea de ayuda en el mantenimiento preventivo y correctivo de ductos submarinos.

### **Robust real-time face detection por Viola P. & Jones M. J.**

Consiste en la clasificación de imágenes en base a un valor de características simples. Estas características permiten actuar para codificar conocimiento de dominio ad-hoc fácil de aprender utilizando una cantidad finita de datos para entrenamiento. En su metodología propusieron tres pasos principales para llegar a la detección de rostros. Inicialmente se obtiene una imagen de entrada de la cual se extraen características en diferentes escalas, para así obtener una Imagen Integral. El segundo paso es la extracción de características a través de la aplicación de filtros con bases Haar que procesan la imagen para seleccionar características de contornos, puntos y líneas a partir de sus patrones. Como tercer paso se realiza la clasificación, donde el algoritmo se encarga de ordenar cada conjunto de características a la clase con la que se detecte mayor coincidencia, este proceso se realiza utilizando el clasificador Boosting [4].

En [13] muestran el algoritmo boosting utilizado por Viola y Jones donde lo denominaron Adaboost.

Dado un conjunto de imágenes  $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$  donde  $y_i = 0, 1$  para muestras negativas y positivas respectivamente.

Inicia los pesos  $w_{1,i} = \frac{1}{2m}, \frac{1}{2l}$  para  $y_i = 0, 1$ , donde  $m$  es el número de muestras negativas y  $l$  es el número de muestras positivas.

Para  $t = 1, \dots, T$ :

1. Normalizar los pesos  $w_{t,i} \leftarrow \frac{w_{t,i}}{\sum_{j=1}^n w_{t,j}}$
2. Seleccionar el mejor clasificador base respecto al peso del error:  

$$\epsilon_t \min_{f,p,\theta} \sum_i w_i |h(x_i, f, p, \theta) - y_i|$$
3. Definir  $h_1(x) = h(x_i, f, p, \theta)$  donde  $f_1, p_1$  y  $\theta_1$  son usadas para minimizar  $\epsilon_t$
4. Actualizar los pesos:  $w_{t+1,i} = w_{t,i} \beta_t^{1-e_i}$  donde  $e_i = 0$  si la muestra  $x_i$  es clasificada correctamente, o  $e = 1$  en otro caso, con  $\beta_t = \frac{\epsilon_t}{1-\epsilon_t}$ .
5. El clasificador robusto final es:

$$C(x) = \begin{cases} 1 & \sum_{t=1}^T \alpha_t h_t(x) \geq \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \alpha_t \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

### Algoritmo Canny.

Este es utilizado principalmente para la detección de bordes en imágenes siguiendo tres etapas principales. Al obtener una imagen de entrada se aplica un filtro gaussiano mejor conocido como primera derivada, este se encarga de eliminar el ruido existente en la imagen de bordes que no son tan intensos y sólo extraer los bordes donde se detecten más variación (gradientes) y así generar una matriz con los valores de gradientes. Como siguiente paso está la supresión no máxima donde se adelgazan los bordes obtenidos por el filtro gaussiano; se busca la orientación de cada gradiente a partir de diferentes ángulos para detectar el valor de los gradientes analizando si tienen vecinos para así tomar el valor del menor y asignar a los demás un valor de 0 para eliminarlos. En la tercer etapa se elimina el ruido que queda con ayuda de la histéresis de umbral donde se toma la imagen con bordes adelgazados, la orientación de sus gradientes y dos umbrales para eliminar la aparición de bordes falsos encontrados en uniones que confluyan en un mismo punto de un segmento [5].

### Histogram of Oriented Gradients (HOG).

El algoritmo HOG es más utilizado como descriptor pues intenta construir una caracterización más detallada de la estructura espacial con una pequeña ventana de imagen.

El proceso que sigue este algoritmo es dividir la imagen en pequeñas regiones conectadas llamadas células, y para cada célula colocar un histograma de gradiente con direcciones u orientaciones de borde para los pixeles dentro de la célula. Organiza cada célula en contenedores angulares de acuerdo con la orientación del gradiente. El pixel de cada célula contribuye al gradiente ponderado a su bin angular correspondiente. Los grupos de células adyacentes son considerados como regiones especiales llamadas bloques. La agrupación de células es un bloque es la base para la agrupación y normalización de histogramas. El grupo normalizado de histogramas representa el histograma bloque y el conjunto de

estos histogramas en bloques representa el descriptor. El resultado es un descriptor que captura la estructura espacial gruesa, pero es invariante a deformaciones locales. [6, 7].

### **Scale Invariant Feature Transform (SIFT).**

Es un algoritmo propuesto por Lowe, 2004 para resolver la rotación de la imagen, la escala y deformación, cambio de punto de vista, ruido, cambios de iluminación y también para la robustez fuerte en la detección de sus puntos clave. Se conforma de cuatro pasos principales: la detección extrema en espacio de escala, la localización de puntos clave, orientación y la generación de descripción.

En la primer etapa se identifica la ubicación y las escalas de los puntos clave utilizando las Diferencias Gaussianas (DoG) de los puntos invariantes en el espacio – escala y su función con diferentes valores de  $\sigma$ , la función DoG convolve a la imagen en el espacio - escala separándola por un factor constante  $k$  como en la siguiente ecuación:

(1)

$$D(x, y, \sigma) = (G(x, y, k\sigma) - G(x, y, \sigma)) \times I(x, y)$$

Donde,  $G$  es la función gaussiana e  $I$  es la imagen.

Se le aplica un numero  $n$  de diferencias gaussianas a la imagen de entrada para obtener los puntos clave en diferentes escalas en octavas hasta formar una pirámide que posteriormente se analiza piso por piso para obtener los puntos clave encontrados como extremos locales dentro del vecindario.

En el paso de localización de puntos clave, los candidatos de puntos clave se localizan y refinan eliminando los puntos clave donde rechazaron los puntos de bajo contraste. En la asignación de orientación, la orientación del punto clave se obtiene en gradiente de imagen local. En la etapa de generación de descripción se calcula el descriptor de imagen local para cada punto clave basado en la magnitud del gradiente de la imagen y la orientación en cada punto de muestra de imagen en una región centrada en el punto clave; estas muestras construyen el histograma 3D de la localización y de la orientación del gradiente; con  $4 \times 4$  cuadrícula de ubicación de matriz y 8 orientación de contenedores en cada muestra. Es decir, la dimensión de 128 elementos del descriptor de puntos clave [8].

### **Speed Up Robust Features (SURF).**

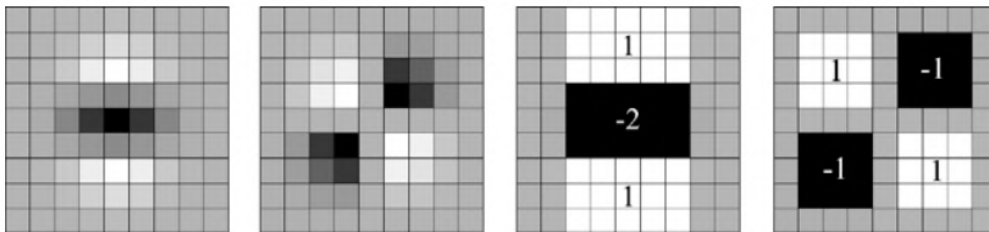
El algoritmo SURF (Speed Up Robust Features), está basado en la teoría espacial de varias escalas y el detector de características y en la matriz de Hesse. La matriz Hessian tiene un buen rendimiento y precisión. En una imagen  $I$ ,  $x = (x, y)$  es el punto dado, la matriz Hessian  $H(x, \sigma)$  en  $x$  a escala  $\sigma$ , se puede definir como[8]:

(2)

$$\mathbf{H}(\mathbf{x}, \sigma) = \begin{bmatrix} L_{xx}(\mathbf{x}, \sigma) & L_{xy}(\mathbf{x}, \sigma) \\ L_{yx}(\mathbf{x}, \sigma) & L_{yy}(\mathbf{x}, \sigma) \end{bmatrix}$$

Donde  $L_{xx}(x, \sigma)$  es el resultado de convolución de la derivada de segundo orden del filtro de Gauss

$\frac{\partial^2}{\partial x^2} g(\sigma)$  con la imagen  $I$  en el punto  $x$ , y de manera similar para  $L_{xy}(x, \sigma)$  y  $L_{yy}(x, \sigma)$ . SURF crea una "pila" sin muestreo descendente 2:1 para niveles más altos en la pirámide, lo que resulta en imágenes de la misma resolución. Debido al uso de imágenes integrales, SURF filtra la pila usando una aproximación de filtro de caja de segundo orden de derivadas parciales gaussianas. Dado que las imágenes integrales permiten el cómputo de los filtros rectangulares en caja constantemente. Debido a que las imágenes integrales permiten el cómputo de filtros rectangulares en caja constantemente, en la Figura 1 se muestran las derivadas parciales Gaussianas de segundo orden en la dirección  $y$  y dirección  $xy$ .



**Figura 1.-** El segundo orden Gaussiano (discretizado y recortado), derivada parcial en la dirección  $y$  ( $L_{yy}$ ) y  $xy$  ( $L_{xy}$ ) respectivamente, la aproximación para la derivada parcial gaussiana de segundo orden en  $y$  ( $D_{yy}$ ) y la dirección  $xy$  ( $D_{xy}$ ). Las regiones grises son iguales a cero [9].

SURF en el primer paso se fija una orientación reproducible basada en información de una región alrededor del punto de interés. En el segundo paso construye una región cuadrada alineada con la orientación seleccionada y extraer el descriptor SURF de la misma[8].

### Support Vector Machine (SVM).

Es un clasificador bi-clase y multi-clase que puede ser utilizado para la detección de personas con ayuda del descriptor HOG. Su función como clasificador es inferir una frontera de decisión en el espacio de características de modo que las observaciones posteriores se clasifiquen de manera automática en uno de los grupos definidos por mencionada frontera o hiperplano. Genera dicho hiperplano de modo que maximice su separación con cada uno de los grupos, por tal motivo se dice que es un clasificador de margen máximo[10].

Si consideramos elementos en un espacio D-dimensional, el hiperplano está determinado por un vector  $\theta = (\theta_0, \theta_1, \dots, \theta_D)$ , y su ecuación es la siguiente[10]:

(3)

$$\theta_0 + \sum_{i=1}^D \theta_i X_i = 0$$

Dado el elemento  $x = (x_1, \dots, x_D) \in \mathbb{R}^D$ , asigna  $x$  a una clase a otra en función de si  $\theta_0 + \sum_{i=1}^D \theta_i x_i > \gamma$  o

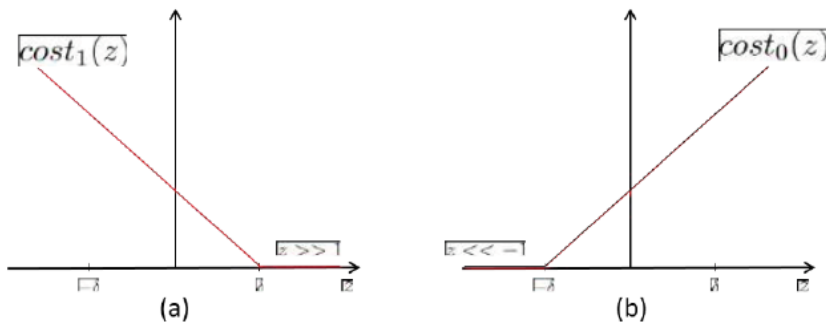
$$\theta_0 + \sum_{i=1}^D \theta_i x_i < \gamma \text{ con } \gamma > 0.$$

Para inferir el hiperplano durante la fase de entrenamiento es necesario minimizar la función de coste:

(4)

$$J(\theta) = C \sum_{i=1}^N [y_i \text{cost}_1(\theta^T x_i) + (1 - y_i) \text{cost}_0(\theta^T x_i)] + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^D \theta_j^2,$$

Donde  $\text{cost}_0(z)$  y  $\text{cost}_1(z)$  son funciones de coste en función de si  $y_i = 1$  o  $y_i = 0$ , respectivamente que tienen un aspecto similar al que se ilustra en la siguiente figura.



**Figura 2.-** Funciones  $\text{cost}_0(z)$  y  $\text{cost}_1(z)$ [10].

### Convolutional Neural Networks (CNN).

Las redes neuronales convolucionales siguen una estructura por capas (input layer, hidden layers y output layers), con diferente número de neuronas por cada capa. Las interconexiones entre neuronas son ponderadas por unos pesos los cuales se van ajustando en la etapa de entrenamiento con el objetivo de minimizar una determinada función de coste. Estos pesos ( $w_0, w_1, \dots$ ) se multiplican por la salida de la

neurona anterior ( $x_0, x_1, \dots$ ) y posteriormente se aplica un sumador de todas las entradas de la neurona para acabar calculando una determinada función de activación que no es lineal [11].

La arquitectura de las redes neuronales convolucionales esta optimizada para trabajar con entradas de más de una dimensión, como imágenes las cuales son entradas 2D. Los pesos obtenidos de las imágenes no son escalares sino que serán matrices n-dimensionales, también conocidas como filtros que mediante estos se aplica la convolución en la entrada para obtener las salidas. Para una red convolucionales puede tomar diferentes tipos de capas.

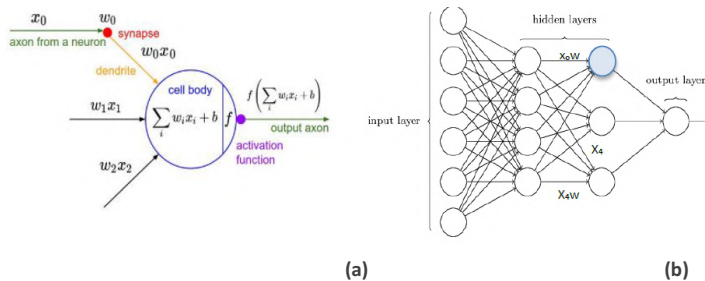


Figura 3.- (a) Neurona, (b) estructura de una red neuronal [11].

### Local Binary Pattern (LBP).

Este operador introducido por Ojala et al. 1996 se basó en la hipótesis de que la textura tiene localmente dos aspectos complementarios, un patrón y su fuerza. El algoritmo original funciona en un bloque de 3 x 3 pixeles de una imagen. Los pixeles en el bloque son limitados por su calor de pixel central, multiplicado por potencias de dos y luego sumando para obtener una etiqueta para el pixel central[12].

El objetivo de LPB es etiquetar cada pixel de la imagen analizando su vecindario, estudiando si el nivel de gris de cada pixel supera un determinado umbral y codificando dicha comparación mediante un número binario. A continuación se encuentra la ecuación para calcular LBP sobre una imagen en escala de grises[10]:

$$LBP_{P,R} = \sum_{p=0}^{p-1} s(g_p - g_c) 2^p \quad s(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } x \geq 0 \\ 0 & \text{si } x < 0 \end{cases}$$

Donde  $P$  es el número de vecinos que se van a considerar,  $R$  es el tamaño del vecindario y,  $g_c$  y  $g_p$  son los valores de gris del pixel central y cada uno de los  $p$  pixeles del vecindario respectivamente.

### Metodología.

Los algoritmos presentados no son los únicos utilizados en el campo de la visión por computador pues podemos encontrar un grupo más extenso aplicados en esta área. Sin embargo se hace referencia de algunos de los cuales son los más utilizados en este tipo de trabajo, asimismo cada uno utiliza diferentes

técnicas para el reconocimiento de objetos a través de imágenes, pero unos pueden resultar mejores que otros, ya sea en la precisión, invariantes y/o tiempo de respuesta.

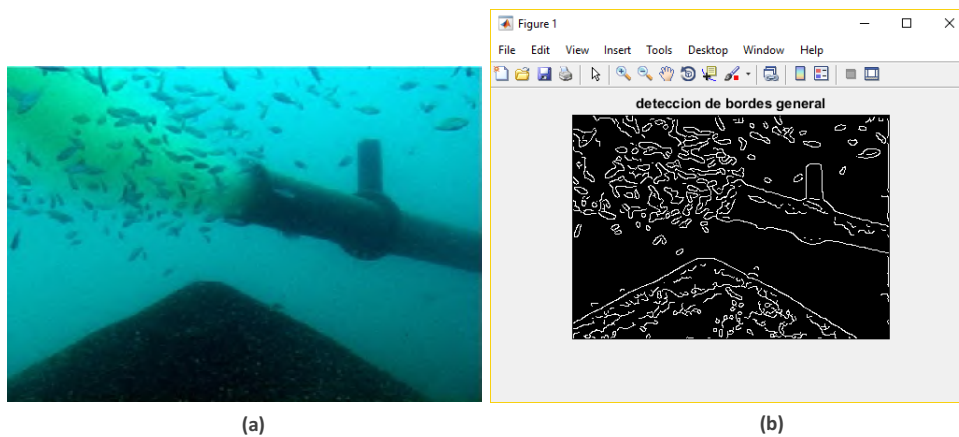
La elección de qué algoritmo se debe emplear en un sistema experto para el reconocimiento de objetos es de suma importancia, más aun para su implementación en submarinos de supervisión en tuberías submarinas. Se deben tomar en cuenta factores como la poca visibilidad debajo del agua, sombras, merma que obstruya las tuberías, etcétera.

### Diseño de experimentos.

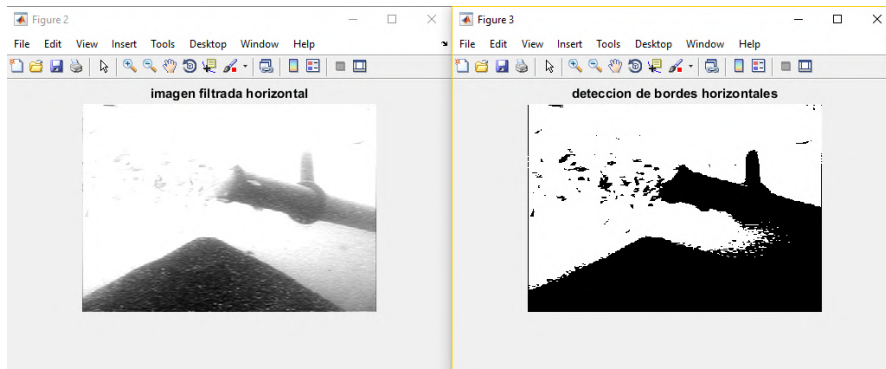
A continuación se muestran algunas pruebas de algoritmos para el reconocimiento de objetos ejecutados en el software MATLAB. El objetivo de estas simulaciones es observar si los algoritmos son capaces de detectar los objetos de mayor importancia y más sobresalientes en las imágenes presentadas.

### Prueba del Algoritmo Canny.

Para la implementación del algoritmo se utilizó una imagen donde muestra una fuga en una tubería submarina. El código original fue recuperado de [15] y adaptado para un mejor procesamiento a la imagen de entrada. En la ejecución el código aplica un filtro general donde detecta los bordes para su posterior adelgazamiento como lo indica el algoritmo Canny, este proceso se va efectuando al aplicar el filtro gaussiano en diferentes ángulos principalmente los horizontales y verticales, así obteniendo los gradientes sobresalientes y finalmente detectar los bordes finales.



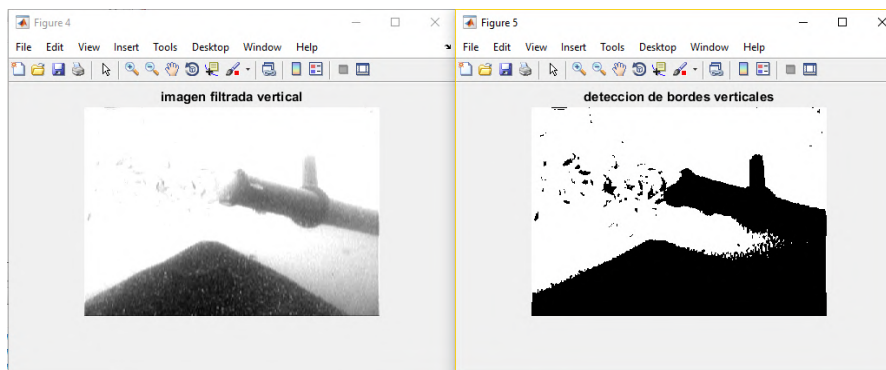
**Figura 4.-** (a) Imagen de entrada[14], (b) Primera detección en de bordes en la imagen de entrada por el algoritmo Canny.



(a)

(b)

**Figura 5.-** (a) Aplicación del filtro horizontal, (b) Resultado de detección de bordes.



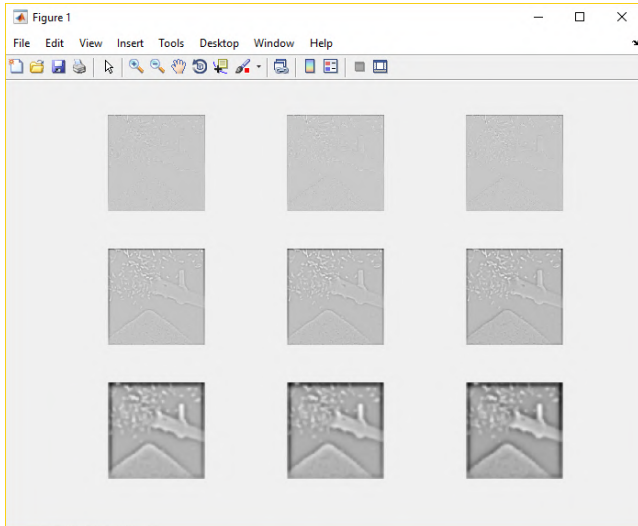
**Figura 6.-** (a) Aplicación del filtro vertical, (b) Resultado de detección de bordes

### Prueba del algoritmo SIFT.

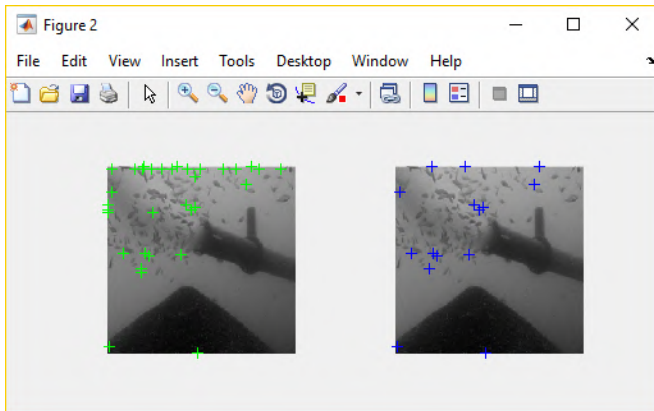
Se tomó la misma imagen de la fuga en el ducto submarino como entrada para el procesamiento de la imagen en la implementación de SIFT, el código original fue recuperado de [16] para su modificación y mejor procesamiento de la imagen de entrada.

En la primer fase como lo dictamina el algoritmo es aplicar los filtros con las diferencias gaussianas (DoG) para localizar cada región de la imagen, crear los histogramas y detectar los puntos clave comparando las escalas para finalmente recuperar los puntos más invariantes en la imagen recuperados de los vecindarios de las DoG.





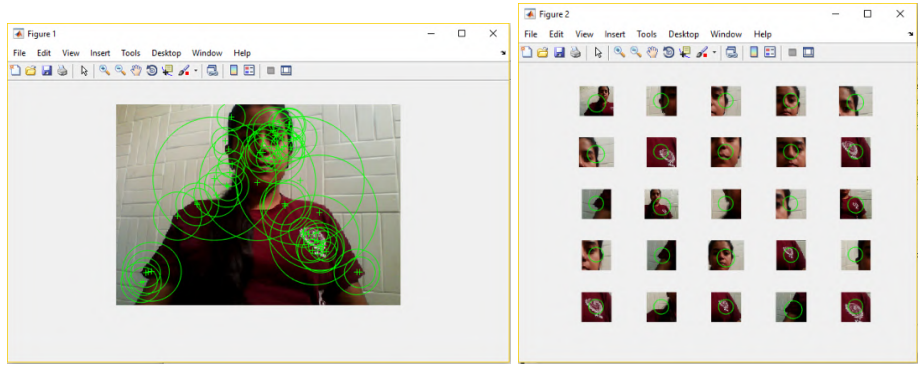
**Figura 7.-** Proceso de la implementación de DoG para la selección de los puntos clave.



**Figura 8.-** Resultado del descriptor SIFT con los puntos clave locales.

### **Prueba del algoritmo SURF.**

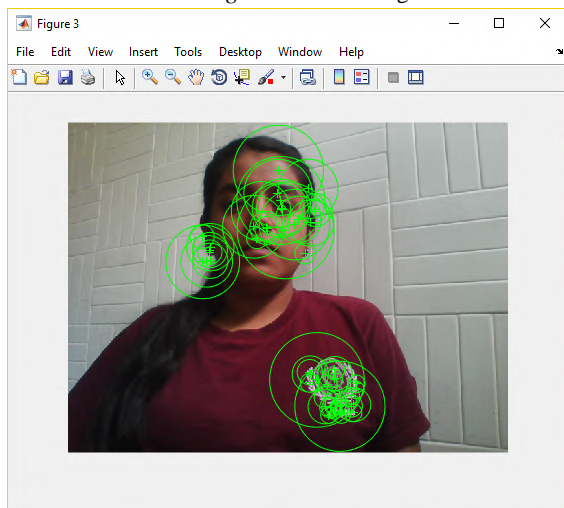
Debido a que SURF es un algoritmo no tan complejo a la hora de codificar, para la prueba de su eficiencia se realizó de otra manera. El código fue recuperado de [17] y modificado para que no sólo haga la aplicación de filtros en la imagen, sino que tomara capturara la imagen en tiempo real para así compararla con la imagen de entrada.



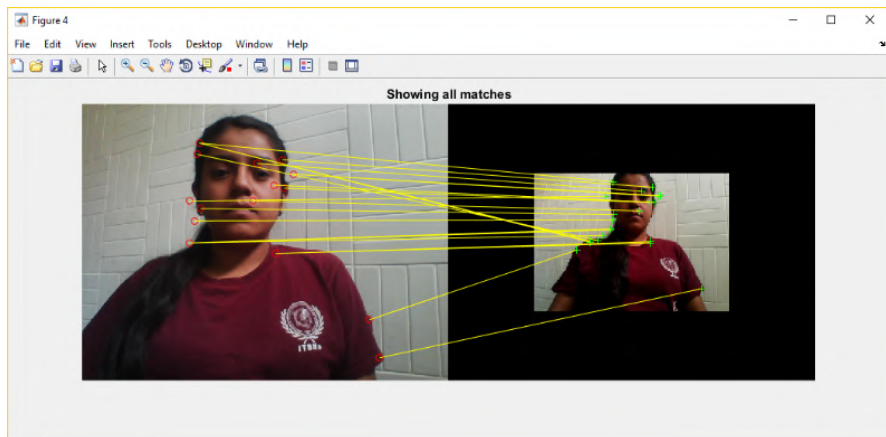
(a)

(b)

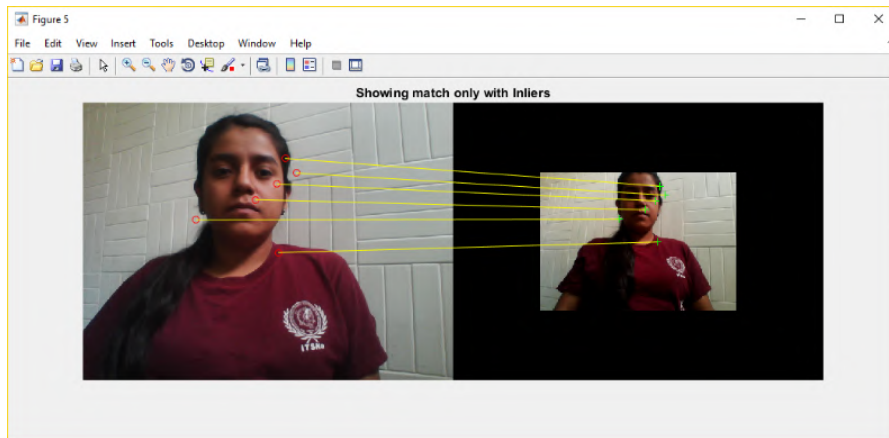
**Figura 9.-** (a) Primer procesamiento de la imagen de entrada, (b) Localización y Ubicación de 25 regiones con más gradiente en la imagen.



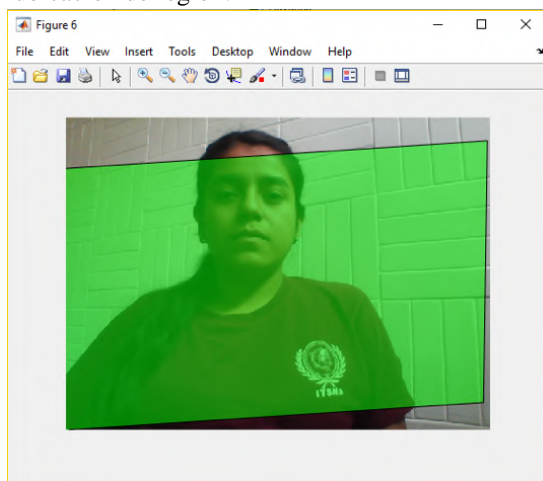
**Figure 10.-** Captura en tiempo real para su comparación con la imagen de entrada.



**Figure 11.-** Comparación de con la imagen de entrada mostrando posibles coincidencias.



**Figure 12.-** Demostración de las coincidencias en la misma ubicación de región.



**Figure 13.-** Resultado de las regiones donde detectó mayores coincidencias.

### **Análisis y resultados.**

Como ya se mencionó anteriormente, cada algoritmo realiza su proceso de diferente manera. Con dos algoritmos se realizó la prueba de la detección de objetos con una imagen de entrada donde aparece una fuga en un ducto submarino. En la aplicación del algoritmo Canny con MATLAB, como se esperaba, su ejecución fue rápida pero en sus resultados se vio muy robusto, puesto que en la generación de los filtros siguió detectando bordes falsos debido al poco contraste en la imagen. Para el algoritmo SIFT sus resultados fueron más precisos en cuanto a la detección de la fuga en la imagen, pero el tiempo de respuesta en la ejecución fue lento.

Finalmente la prueba del algoritmo SURF, que en su ejecución es más rápido que el algoritmo SIFT como lo mencionan los autores en [8] pero un poco menos efectivo al arrojar resultados. Resultó ser adaptativo para la comparación y reconocimiento de objetos a través de imágenes ajenas a la imagen de entrada y no arrojó resultados un tanto concisos, sin embargo también siguen afectando los cambios de luz y contraste en la nueva imagen.

## Conclusión y trabajos futuros.

Los algoritmos puestos a prueba para el reconocimiento de objetos dada una imagen de entrada, aun mostraron ciertas deficiencias en su ejecución por si solos, sin embargo para el desarrollo de un sistema experto no es suficiente con la implementación de un algoritmo de los anteriormente referenciados, actualmente en la CV se hace uso de diferentes algoritmos para las fases que debe cubrir un sistema completo para la detección de objetos, lo más requerido es un buen descriptor ya sea HOG, Canny, LBP, SIFT, SURF entre otros y un clasificador como SVM aun Neural Network.

La precisión necesaria para la supervisión de ductos submarinos requiere de mucho profesionalismo pues no es una tarea simple y los escenarios son cambiantes constantemente, como trabajo futuro se podría explorar otra sub área de la Artificial Intelligence denominada Machine Learnign donde podemos encontrar dentro de esta el Deep Learning que en investigaciones recientes según [18] las Convolutional Neural Networks (CNN) han obtenido mejores resultados en el reconocimiento de objetos. Cabe mencionar que esta técnica necesita para su implementación de cómputo acelerado ya que abordar problemas reales, el entrenamientos de la CNN podría tornarse una tarea un tanto compleja debido al alto rendimiento de recursos computacionales que requieren.

## Referencias.

Telefónica, F. (2011). *Realidad Aumentada: una nueva lente para ver el mundo*. Fundación Telefónica. Pp. 55.

Català, J. M., & Doménech, J. M. C. (2005). *La imagen compleja: la fenomenología de las imágenes en la era de la cultura visual* (Vol. 42). Univ. Autónoma de Barcelona.

Szeliski, R. (2010). *Computer vision: algorithms and applications*. Springer Science & Business Media.

Viola, P., & Jones, M. J. (2004). Robust real-time face detection. *International journal of computer vision*, 57(2), 137-154

Rebaza, J. V. (2007). Detección de bordes mediante el algoritmo de Canny. *Escuela Académico Profesional di Informática. Universidad Nacional de Trujillo*.

Prince, S. J. (2012). *Computer vision: models, learning, and inference*. Cambridge University Press.

Software.intel.com. Histogram of Oriented Gradients (HOG) Descriptor | Intel® Software. Recuperado de <https://software.intel.com/en-us/node/529070>

Panchal, P. M., Panchal, S. R., & Shah, S. K. (2013). A comparison of SIFT and SURF. *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, 1(2), 323-327.

Baya, H., Essa, A., Tuytelaarsb, T., & Van Goola, L. (2008). Speeded-up robust features (SURF). *Computer vision and image understanding*, 110(3), 346-359.

Alegre E., P. G., & E. A. (2016). *Conceptos y métodos en Visión por Computador*. Comité Español de Automática (CEA). Pp. 197-198, 118-119.

Sereno Rodriguez, P. (2017). *Reconocimiento de expresiones faciales mediante el uso de redes neuronales convolucionales* (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).

Huang, D., Shan, C., Ardabilian, M., Wang, Y., & Chen, L. (2011). Local binary patterns and its application to facial image analysis: a survey. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 41(6), 765-781.

Guevara, M. L., Echeverry, J. D., & Urueña, W. A. (2008). Detección de rostros en imágenes digitales usando clasificadores en cascada. *Scientia et Technica*, 1(38).

Trisha Thomas (2017). Ilustración de una fuga submarina [Figura 4(a)]. Recuperado de <http://mozzarellamma.com/2012/italiani-che-fanno-le-onde/>

Anónimo. *Procesamiento de imágenes con Matlab [Código]*. Recuperado de <http://matlabimagenes.blogspot.com/2014/07/deteccion-de-bordes-horizontales-y.html>

MathWorks (2017). *SIFT Feature Extraction [Code]*. Recuperado de <https://es.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/50319-sift-feature-extraction>.

MathWorks (2017). *January 2013 "Computer Vision with MATLAB" webinar demo files*. Recuperado de <https://es.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/40079-january-2013--computer-vision-with-matlab--webinar-demo-files>

ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge 2015 results. Recuperado de [www.image-net.org/challenges/LSVRC/2015/results](http://www.image-net.org/challenges/LSVRC/2015/results)

## DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE RV INMERSIVA.

*José Arturo Diego García<sup>1</sup>, Miguel Pérez Ramírez<sup>2</sup>, Carlos Alberto Ochoa<sup>3</sup>, Fernando García<sup>4</sup>, Jaime del Ángel García<sup>5</sup>*

*1,4,5 Instituto Tecnológico Superior de Naranjos, Guanajuato S/N Manuel Ávila Camacho C.P. 92370, Naranjos, Veracruz.*

*2 Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias, Gerencia de Tecnologías de la información, Reforma 113, 62490 Cuernavaca, México.*

*3 Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias, Gerencia de Tecnologías de la información, Reforma 113, 62490 Cuernavaca, México.*

*arturo.110297@gmail.com<sup>1</sup>, fernando.garciaisidro@gmail.com<sup>4</sup>*

**Resumen.** El uso de la Realidad Virtual a permitido generar entornos virtuales de apariencia real, en el cual con ayuda de las gafas de realidad virtual permite la visualización del entorno virtual al usuario. Para evitar riesgos de alto peligro a los trabajadores de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) se propone implementar un entorno inmersivo el cual simula una subestación de electricidad virtual para la capacitación del personal utilizando las gafas de realidad virtual, guantes y mandos virtuales. El propósito el evitar riesgos de accidentes reales a la hora de capacitar al personal de CFE, utilizando el Software Unity para su desarrollo.

**Palabras Clave:** Realidad virtual inmersiva (RVI), entorno virtual, unity, subestacion de electricidad.

**Abstract.** The use of virtual reality to generate virtual settings allowed appearance real, in which with the help of sunglasses virtual reality allows virtual surroundings viewing the user. To avoid risks high danger workers Federal Commission is offers electricity implement inmersivo environment which pretend a virtual electricity substation for training staff using the virtual reality glasses, virtual gloves and controls. The purpose of the avoid risks real accidents at train the staff, using the Software Unity for your development.

**Key words:** Virtual reality immersive (RVI), virtual environment, unity, electricity substation.

### 1. Introducción

En la actualidad para la solución de problemas es importante hace uso de las tecnologías como una herramienta para la solución de problemas, realizando sistemas y software de simulación. Los Sistemas están basados en algoritmos matemáticos haciendo que los usuarios desarrollen su lógica.

Para lograr una buena capacitación se propone el desarrollo un Sistema basado en realidad virtual inmersiva (RVI) que permita la integración de diferentes factores o dimensiones que influyen a un

proceso de aprendizaje. Es decir, la RVI no solo se utiliza en la creación de contenido instruccional, sino también en la integración y creación de contextos de aprendizaje, los cuales son concebidos como la suma de factores que intervienen en un proceso específico de aprendizaje. [1]

La RVI es una herramienta muy útil que ayuda a personas a reconstruir un entorno de trabajo en cual se puede simular que la persona puede moverse sobre el entorno y pueda realizar alguna actividad. La RVI se consigue una inmersión total mediante periféricos (cascos de realidad virtual, gafas, posicionadores, HDM...), hasta el punto de desaparecer del mundo real.

En la siguiente Figura se demuestra un ejemplo de RVI:



Figura 1.- Ejemplo de Realidad Virtual Inmersiva

### **1.1 Definición de la Realidad Virtual.**

La realidad virtual (RV), es el nombre dado a un conjunto de técnicas y tecnologías basadas en ordenador que aproxima la visualización de conceptos, objetos y acciones en tres dimensiones de una forma interactiva, de forma que se asemeje, o no, a la realidad. Este último punto, la interactividad es la que permite al usuario moverse en el interior de un espacio tridimensional, creado por ordenador e interactuar (mover, ver, tocar.) los objetos que hay presentes en dicho espacio. Así definido, se establece una clara diferencia entre realidad virtual y los típicos programas de diseño 3D. En estos últimos solo se diseñan objetos tridimensionales, mientras que en un programa de diseño de mundos virtuales se hace un mayor hincapié es la interacción con el usuario, sin descuidar la apariencia visual. [1,2]

### **Definición de Realidad Aumentada.**

La realidad aumentada es el término que se usa para definir una visión directa o indirecta de un entorno físico del mundo real combinada con elementos virtuales para la creación de una realidad mixta a tiempo real. Todo ello se consigue gracias a un conjunto de dispositivos que añaden información virtual a la información física ya existente. Esta es la principal diferencia con la realidad virtual, ya que no

sustituye la realidad física por otra emulada, la finalidad es añadir información de interés al mundo real existente.

La Realidad Aumentada está relacionada con la tecnología Realidad Virtual que sí está más extendida en la sociedad; presenta algunas características comunes como por ejemplo la inclusión de modelos virtuales gráficos 2D y 3D en el campo de visión del usuario; la principal diferencia es que la Realidad Aumentada no reemplaza el mundo real por uno virtual, sino al contrario, mantiene el mundo real que ve el usuario complementándolo con información virtual superpuesta al mismo. El usuario nunca pierde el contacto con el mundo real que tiene al alcance de su vista y al mismo tiempo puede interactuar con la información virtual superpuesta. [3]



Figura 2.- Logo oficial de la Realidad Aumentada

### **Realidad Virtual vs Realidad Aumentada.**

La realidad aumentada y realidad virtual son tecnologías que están muy relacionadas pero albergan diferencias importantes. “La realidad virtual es una tecnología que abarca un amplio espectro de ideas”, la expresión fue creada por Jaron Lanier, el fundador de ‘VPL Research’, que es una de las empresas que comenzaron a vender sistemas de realidad virtual. El término de Realidad Virtual fue definido como “un entorno generado por un ordenador, interactivo, tridimensional en el cuál se introduce a la persona”. Hay tres puntos claves en esta definición:

- Este entorno virtual está generado por un ordenador mediante una escena en tres dimensiones, la cual requiere una alta capacidad de gráficos por parte del ordenador para adecuar el nivel de realismo.
- El mundo virtual es interactivo pues el usuario requiere una respuesta en tiempo real desde el sistema para poder interactuar en él de una manera efectiva.
- El usuario está inmerso en el mundo virtual.

Una diferencia importante entre los sistemas de Realidad Virtual y los sistemas de Realidad Aumentada es la inmersión de la persona en el entorno. En los sistemas de Realidad Virtual, la persona se encuentra en un mundo totalmente virtual donde el entorno está bajo control del sistema. Sin embargo, los sistemas de Realidad Aumentada se encargan de “ampliar” la escena del mundo real manteniendo en el



usuario una sensación de presencia en el mundo real. Las imágenes virtuales están mezcladas con la visión del mundo real, creando una visión aumentada. [4]

Podemos decir que en los sistemas de Realidad Virtual, el usuario está completamente inmerso en un mundo artificial y no hay manera de interactuar con objetos del mundo real. En contraposición, en los sistemas de Realidad Aumentada, los usuarios pueden interactuar mezclando el mundo real y virtual de una forma natural.

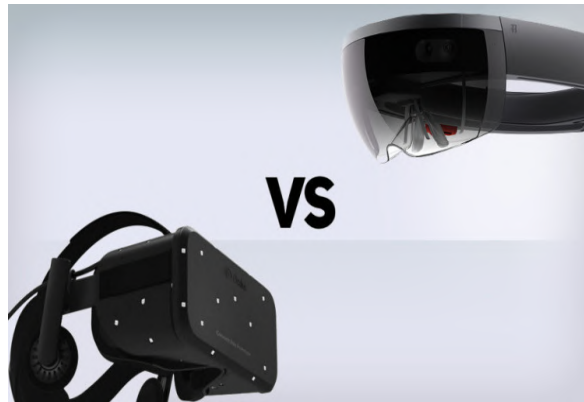


Figura 3. Realidad Virtual vs Realidad Aumentada.

## 1.2 Tipos de Realidad Virtual (RV).

Se ha dado por clasificar a la RV como inmersiva y no inmersiva. Sin embargo, la definición original de Lanier y de otros autores la situaría en lo que otros la clasifican como RV inmersiva. Se pueden clasificar al menos dos razones por las que se ha propuesto esta clasificación para la RV:

- La RV es un área en desarrollo en la que no se cuenta con toda la infraestructura que permita a un usuario común tener acceso a una experiencia de completa inmersión. Así, muchos intentos alcanzan solo una inmersión parcial. [5]
- La segunda razón es que existen aplicaciones en las que es deseable usar técnicas y tecnologías de RV.

Contrariamente a la propuesta de una inmersión total, es mucho más deseable que el usuario mantenga contacto con la realidad, con una combinación de imágenes reales con imágenes virtuales, de tal manera que la imagen real es enfatizada en algún aspecto que de otra manera no sería percibido o que sería débilmente percibido.

### 1.3 Características de la Realidad Virtual.

Las 3 características fundamentales que definen la RV frente a las animaciones 3D tradicionales son:

- Posibilidad de tiempo real, que permite elegir la dirección hacia dónde moverse en el interior del escenario o hacia dónde dirigir la mirada.
- Inmersión completa por el interior del mismo, perdiendo el contacto con la realidad exterior al percibir únicamente los estímulos del mundo virtual.
- Interacción con los elementos que lo conforman, que permite interactuar con el mundo virtual a través de diversos dispositivos de entrada, como: joysticks, guantes de datos, etc. Se posibilita así al usuario para modificar elementos del mundo virtual recibiendo, a su vez, una respuesta del mundo 3D, a través de sus sentidos.

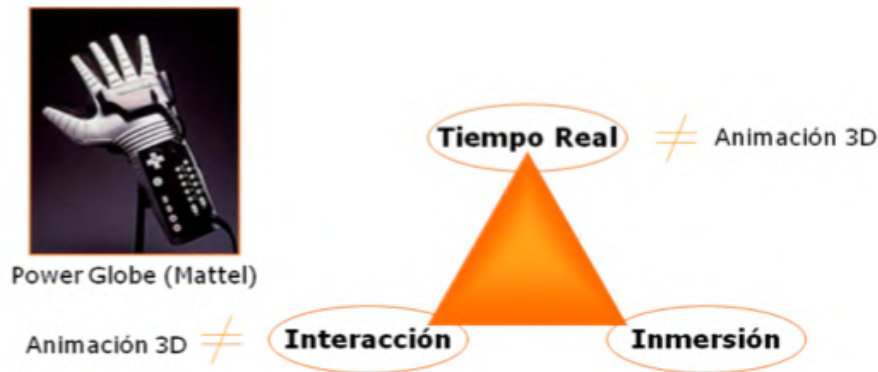


Figura 4.- Triángulo de la realidad virtual.

Dos de estas características están estrechamente relacionadas entre sí, aunque no son lo mismo: tiempo real e interactividad. Éstas son necesarias para una definición de RV, entre otros motivos, por su carácter distintivo. Permiten distinguir la RV, por ejemplo, de las fotografías 360° -en las que existe tiempo real, pero no la posibilidad de interactuar cambiando alguno de los elementos de la imagen, aunque sí “tocar” zonas activas de la misma que produzcan un efecto adicional y, por supuesto, en las que no existe inmersión total-. [6]

#### Funcionamiento de las Gafas para la Realidad Virtual.

Las gafas de realidad virtual que más popularidad han alcanzado en la actualidad son simples soportes para introducir nuestro teléfono móvil y situarlo delante de nuestros ojos. Cuentan con unas lentes que amplían el ángulo de visión y que nos crean la sensación de estar dentro de la escena abarcando todo nuestro campo visual. Además, las imágenes tienen un aspecto en tres dimensiones que aumentan la sensación de realismo.

La característica principal es que nuestros movimientos de la cabeza se traducen en cambios en la imagen virtual. El entorno virtual que vemos ocupa todo el espacio de forma que si queremos ver lo que ocurre a nuestro lado, solo tendremos que girar la cabeza hacia ese lado.

Mediante los sensores de movimiento que llevan los teléfonos, el entorno virtual reacciona en función del movimiento de la cabeza y podemos dirigir nuestra mirada a cualquier lugar de ese entorno solo con nuestros movimientos. [9]



*Figura 5.- Gafas de realidad virtual.*

### **Funcionamiento de los Guantes para la Realidad Virtual.**

La interacción implícita se basa en capturar la voluntad del usuario que está implícita en sus movimientos naturales. Con el uso de dispositivos de realidad virtual adecuados, como sensores y guantes, podemos capturar tanto el movimiento del usuario con sus acciones sobre los objetos de la escena. Asimismo, todo sistema de realidad virtual tiene que proporcionar soporte a una serie de acciones que no tienen un equivalente en forma de gesto natural. Por ejemplo, abrir el cajón de una mesa virtual es una acción que se puede capturar a partir de un movimiento de la mano del usuario, pero cargar otro modelo 3D o seleccionar otros parámetros de visualización son acciones que no tienen una traducción directa en un gesto natural y por tanto requieren un esfuerzo adicional por parte del usuario. [9]



*Figura 6.- Guantes de realidad virtual.*

#### **1.4 ¿Qué aporta la RV y por qué se presupone importante?**

Habría que hacer especial hincapié en el valor añadido que de por sí posee esta tecnología de visualización:

- En una animación 3D convencional el espectador se sumerge en la historia pero sin control sobre ella, es un observador pasivo y todo se desarrolla linealmente en el tiempo. Sin embargo, el espectador de un espacio virtual tiene más de una elección sobre las acciones y sobre lo que ve. “Se acerca mucho más a la vida”, dice Miro Kírov: “estamos ante una determinada situación y hemos de hacer una elección y asumir sus consecuencias”. [7] (Gauthier, Jean-Marc. Diseño animado interactivo en 3D. 2005. Ed. Anaya Multimedia). Mejora la relativa y el modo en que se ven las cosas. Permite cambiar la escala de representación de objetos y ver una brizna de hierba como lo haría un insecto.
- Es una forma más económica y completa de visualización. Se podrán observar los modelos 3D, que pueden haber sido generados previamente o no, e insertado dentro del entorno de visualización desde cualquier perspectiva y también desde el interior, sin restricción alguna, libre de riesgos para el usuario.
- Como dato adicional la realidad virtual aporta libertad absoluta de los movimientos o en los diferentes entornos virtuales permitiendo interactuar activamente con el entorno 3D. Al ocupar esta tecnología se reducen los costos y es una manera más sencilla de hacer simulaciones para en el entorno de trabajo.

#### **1.5 Caída de tensión empleando la RVI.**

La caída de tensión es un fenómeno que se presenta en los conductores eléctricos cuando alimentan una carga a cierta distancia del punto de alimentación. Esto quiere decir que cuando se suministra energía eléctrica a una distancia considerable, la tensión en el punto de conexión en la carga son diferentes. [7]

Para este proyecto se hará uso del programa Unity el cual es un motor de desarrollo para la creación de juegos y contenidos 3D interactivos, con las características que es completamente integrado y que ofrece innumerables funcionalidades para facilitar el desarrollo de videojuegos. [8]

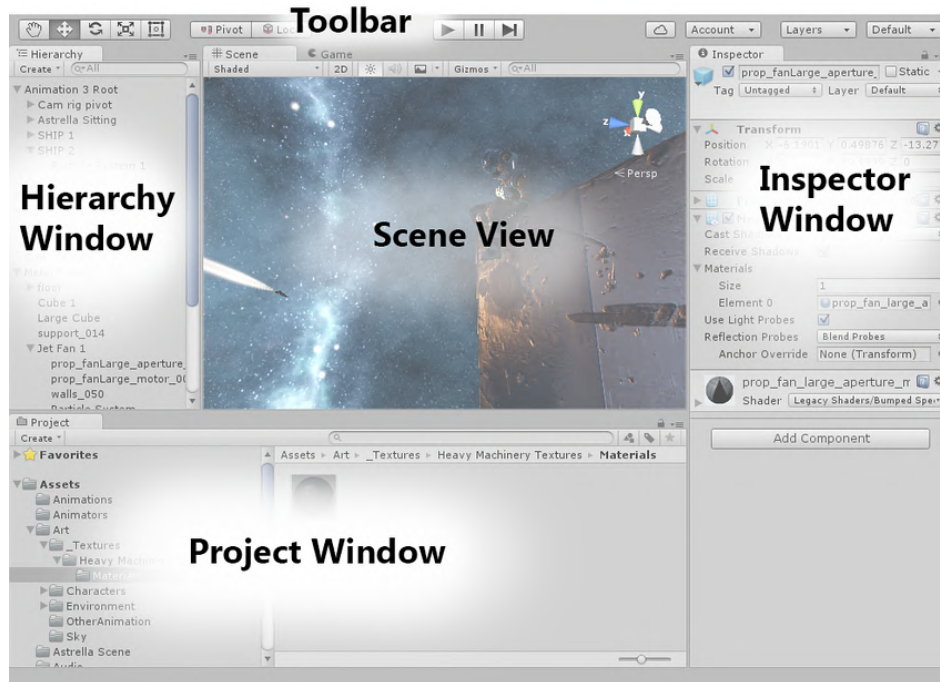


Figura 7.- Entorno grafico de Unity.

## 2. Metodología.

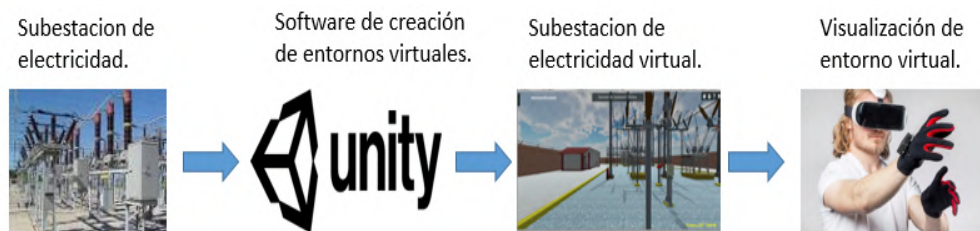


Figura 8.- Modelo del prototipo de la realidad virtual inmersiva.

Programa en Unity para la visión de la cámara para el movimiento en el entorno virtual mediante los lentes virtuales y el avatar pueda mover en la subestacion eléctrica.

Using UnityEngine;

Using System.Collections;

```
Public class ControladorVRCamara: MonoBehaviour
```

```

{

Public float Velocidad = 50;

Public float SencibilidadDeArrastre = 2;

Public bool RotacionDelTeclado = true;

Public bool RotacionDelMouse = true;

Public bool RotacionDeArrastre = true;

Private float x = 0.0f;

Private float y = 0.0f;

Void Start ()

{

}

Void Update ()

{

// **** Controles Del Teclado **** \\

If (RotacionDelTeclado)

{

x += Input.GetAxis ("Horizontal") * Velocidad * Time.deltaTime;

y -= Input.GetAxis ("Vertical") * Velocidad * Time.deltaTime;

}

}

```

```
#If !UNITY_ANDROID && !UNITY_IOS || UNITY_EDITOR
```

```
  //**** Controles Del Mouse ****\\
```

```
  If (RotacionDelMouse && Input.GetMouseButton (0))
```

```
  {
```

```
    x += Input.GetAxis ("Mouse X") * Velocidad * Time.deltaTime * SencibilidadDeArrastre;
```

```
    y -= Input.GetAxis ("Mouse Y") * 1.5f * Velocidad * Time.deltaTime * SencibilidadDeArrastre;
```

```
  }
```

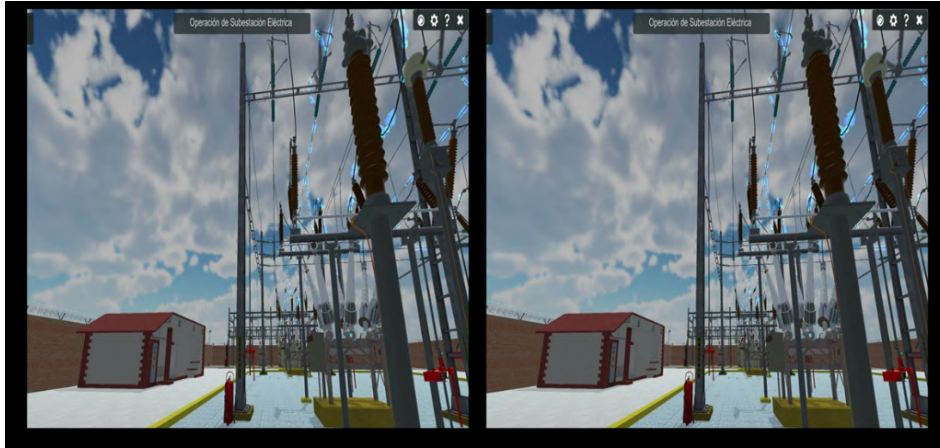
Creación del modelo de la subestación de electricidad en Unity.



Figura 9.- modelado de la interfaz de la subestación de electricidad.

En la figura 6 se muestra la subestación de electricidad creada en Unity en donde se crea la simulación del entorno en el cual los trabajadores harán uso de los lentes y guantes para estar inmersivo en la estación para realizar el trabajo necesario y no tener consecuencias graves ya que es una simulación y es una forma más sencilla de practicar dichos deberes.

Interfaz de la subestación de electricidad inmersiva.



*Figura 10.- interfaz de los lentes virtuales*

En la figura 7 se ejecuta la aplicación utilizando los lentes y guantes virtuales en el cual el trabajador esta inmersivo en la subestación eléctrica y pueda moverse dentro de ella sin tener algún contacto la vida real y realizar trabajos que el encargo le encomiende y realizar la simulación dentro del entorno virtual sin tener ningún problema de dañar algún equipo en la vida real.

### **3. Conclusiones y trabajos futuros**

Las capacitaciones de personales de la comisión federal de electricidad resultan muy peligrosas, porque no tienen la experiencia y puede resultar un riesgo para el personal, con el software Unity se desarrollan entornos virtuales, el objetivo es crear un entorno virtual inmersivo que ayude a la capacitación del personal de la comisión federal de electricidad sin estar expuestos al peligro con ayuda de las gafas y guantes la persona esta inmersiva dentro del entorno virtual.

- El trabajo futuro de esta investigación es la implementación de entornos virtuales que ayuden a compañías a realizar simulaciones para no tener accidentes al realizar algún trabajo en la vida real y poder mejorar las habilidades de los trabajadores.

### **4. Referencias.**

- [1] Realidad virtual como una herramienta de aprendizaje integral, Miguel R., Norma H.,
- [2] La Realidad virtual inmersiva en ambientes inteligentes de aprendizaje, Alma G., Gerardo H., revista de comunicación y nuevas tecnologías-ISSN: 1697-8293, 2011.
- [3] Realidad Aumenta, Daniel R., Universidad Carlos III de Madrid Laganés.



[4] De la Realidad virtual a la Realidad aumentada, Fernando R., taller Pertenece al Ciclo Open DC de septiembre-octubre 2012.

[5] Realidad virtual: Un panorama general, Miguel R., Eric B., Eduardo P.

[6] Tesis Presente y futuro de la tecnología de la Realidad virtual. Francisco M., Madrid.

[7] Subestaciones electricas, transformando y distribuyendo energia, electricidad la guia del electricista, febrero 2011.

[8] produccion de un videojuego multijugador en unity combinando MOBA y RTS, Daniel B., Guillermo B., Javier R., Facultad de informatica, Universidad complutense de madrid junio 2014.

[9] capitulo 2, introducción a la realidad virtual.

## FOTODEGRADACIÓN DE UN COLORANTE AZOICO SOBRE TiO<sub>2</sub> SINTETIZADO HIDROTÉRMICAMENTE

*Cinthya C. Casanova Juárez<sup>a</sup>, Heriberto Esteban Benito<sup>a</sup>, Ricardo García Alamilla<sup>b</sup>, Raul Enrique Contreras Bermúdez<sup>c</sup>*

<sup>a</sup> *Instituto Tecnológico Superior de Naranjos, Guanajuato s/n, col. Manuel Ávila Camacho, C.P. 92370 Naranjos, Veracruz.*

<sup>b</sup> *Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Juventino Rosas y Jesús Urueta s/n, Col. Los Mangos, C.P. 89440, Ciudad Madero, Tamaulipas.*

<sup>c</sup> *Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Químicas, Prolongación de la Av. Venustiano Carranza S/N, Col. Revolución, C.P. 93390, Zona Poza Rica – Tuxpan, México. Teléfono y Fax cinthya.casanova@itsna.edu.mx*

### Resumen

La degradación del naranja de metilo se realizó sobre el óxido de titanio sintetizado por el método hidrotérmico, la temperatura de calcinación de los materiales fue de 350 y 450°C. El TiO<sub>2</sub> fue caracterizado por difracción de rayos X, adsorción-desorción de N<sub>2</sub>, espectroscopía FT-IR y microscopía electrónica de barrido. A 350 °C el TiO<sub>2</sub> desarrollo un mayor porcentaje de la fase anatasa que rutilo con área específica de 66 m<sup>2</sup>/g la cual se redujo a 31 m<sup>2</sup>/g por efecto del incremento de la temperatura de calcinación. Las pruebas de actividad catalítica del óxido de titanio se realizaron en un sistema semi-continuo con una masa de 0.5 g/L de catalizador. El TiO<sub>2</sub> (350 °C) y TiO<sub>2</sub> (450°C) fueron activos en la degradación de 20 ppm de naranja de metilo, a 250 minutos de reacción se obtuvo el 98% de degradación del colorante azoico, por lo tanto los procesos de oxidación avanzada representan una alternativa para le remoción de contaminantes orgánicos.

**Palabra clave:** Fotocatálisis, dióxido de titanio, colorantes

### Abstract

The degradation of the methyl orange was carried out on the titanium oxide synthesized by the hydrothermal method, the calcination temperature of the materials was 350 and 450 °C. TiO<sub>2</sub> was characterized by X-ray diffraction, N<sub>2</sub> adsorption-desorption, FT-IR spectroscopy and scanning electron microscopy. At 350 °C, TiO<sub>2</sub> developed a greater percentage of the anatase phase than rutile with a specific area of 66 m<sup>2</sup>/g which was reduced to 31 m<sup>2</sup>/g due to the increase in the calcination temperature. The catalytic activity tests of the titanium oxide were carried out in a semi-continuous system with a mass of 0.5 g/L of catalyst. TiO<sub>2</sub> (350 °C) and TiO<sub>2</sub> (450 °C) were active in the degradation of 20 ppm of methyl orange, after 250 minutes of reaction 98% degradation of the azo dye was obtained, therefore the oxidation processes advanced represent an alternative for the removal of organic pollutants.

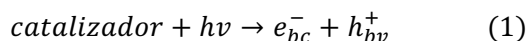
**Keywords:** Photocatalysis, titanium dioxide, colorants

## Introducción

Uno de los problemas que enfrenta la sociedad actual son los elevados niveles de contaminación de aire y agua. Los recursos hídricos son los más afectados ya que la industria y las actividades humanas utilizan grandes volúmenes de agua en sus diferentes procesos, mismos que inevitablemente terminan en los ríos, lagunas y mares con alta concentración de compuestos orgánicos e inorgánicos que modifican y en su mayoría destruyen los ecosistemas acuáticos. Tal es el caso de los colorantes sintéticos que incluso una baja concentración de éste contaminante orgánico presenta un obstáculo importante para el uso y reúso del agua, incluso la flora marina también se ve afectada ya que el colorantes interfiere con la luz solar impidiendo que se lleve a cabo la fotosíntesis. Sin embargo, los colorantes son indispensables en diferentes ramas de la industria, es decir, textil, pintura, cuero, impresión, fotografía, etc. [1], debido al uso extensivo de estos colorantes se han convertido en una parte integral de los efluentes industriales, en su mayoría son altamente tóxicos y potencialmente carcinogénicos [2, 3]. Las tecnologías convencionales de tratamiento de efluentes no son eficientes para eliminar los colorantes en el agua, por tal motivo, las investigaciones se han enfocado a desarrollar métodos alternativos para eliminar estos contaminantes en los efluentes residuales, entre los más importantes se encuentran la biodegradación, coagulación, procesos de oxidación avanzada y procesos de membrana [2]. Sin embargo, los procesos de oxidación avanzada resultan ser muy prometedores y se clasifican en:

- Fotólisis (UV)
- Peróxido de hidrogeno (incluye  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{UV}$ , Fenton:  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+} + \text{UV}$ )
- ozono (incluye ozonización, foto-ozonización, ozonización+ catálisis y  $\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$  y  $\text{O}_3 + \text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ )
- Fotocatálisis

En las últimas décadas la fotocatalisis heterogénea ha sido objeto de innumerables investigaciones, el mecanismo se inicia cuando el catalizador se expone a radiación UV, los electrones pasan de la banda de valencia a la banda de conducción. Como resultado de esto, se produce un par de electron-hueco [2, 4].



Donde,  $e_{bc}^-$  y  $h_{bv}^+$  son los electrones en la banda de conducción y la vacante de electrones en la banda de valencia, respectivamente. Ambos pueden migrar a la superficie del catalizador, donde pueden entrar en una reacción redox con otras especies presentes en la superficie. En la mayoría de los casos  $h_{bv}^+$  pueden reaccionar fácilmente con  $\text{H}_2\text{O}$  unido a la superficie para producir radicales  $^*\text{OH}$ , mientras que  $e_{bc}^-$  pueden reaccionar con  $\text{O}_2$  para producir un radical superóxido, que conlleva a la degradación de la materia orgánica [2].

El óxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ), es un semiconductor de banda ancha más estudiado debido a sus aplicaciones como soporte catalítico, fotocatalizador, celdas fotoeléctricas, etc. El  $\text{TiO}_2$  Degussa P25, es el fotocatalizador comercial más empleado en pruebas de remoción de contaminantes, este material está constituido por una mezcla de fases (70% anatasa y 30% rutilo) [5]. Siendo la fase anatasa la más fotoreactiva para la remoción de compuestos orgánicos, por lo cual diversas investigaciones se han realizado con el objetivo de estudiar las propiedades de la titania. Rajeev *et al.* [6] investigaron el efecto de las propiedades físicas de las nanopartículas de  $\text{TiO}_2$  (tamaño de partícula, forma, área superficial, estructura del cristal y composición de fase). Utilizaron el método hidrotérmico para preparar tres materiales mezclando agua y etanol, que posteriormente fueron calentados en autoclave a 140, 150 y 220°C. Los catalizadores solo presentaron la fase anatasa y al aumentar la relación del precursor y la temperatura de calentamiento el tamaño de cristal aumento de 5-15 nm, por consiguiente, el área específica se redujo de 251-83  $\text{m}^2/\text{g}$ . Por otra parte, Liu et al. [7] estudiaron la degradación de tres colorantes azoicos; el ácido naranja 7, rojo MX-5B y el reactivo negro 5 en presencia de nanocristales de  $\text{TiO}_2$  dopado con nitrógeno. En el presente trabajo se sintetiza el  $\text{TiO}_2$  utilizando el método hidrotérmico y estudiar las propiedades estructurales, morfológicas y texturales y probado en la degradación de naranja de metilo.

### **Metodología**

El hidróxido de titanio,  $\text{Ti}(\text{OH})_4$ , se preparó en un reactor de vidrio, adicionando una mezcla de hidroxipropil celulosa (75-150 cps, peso molecular 100.000, Aldrich), agua destilada y 2-propanol (99.5%, Aldrich). La mezcla resultante se mantuvo en agitación constante y se enfrió a 4°C a través de un baño de etilenglicol con la finalidad de evitar que una solución de 3M de tetracloruro de titanio (J. T. Baker) se hidrolizara mientras se adicionaba por goteo lentamente a la solución acuosa. Posteriormente, la solución acuosa fue calentada a 70°C y se mantuvo a esta temperatura por 1 h, seguido de una neutralización por goteo lento de una solución de hidróxido de amonio (29.4%, Fermont) la cual dio origen a un precipitado blanco. La agitación continuó por un lapso de 1 h a 70°C para finalmente dejar el precipitado en añejamiento a temperatura ambiente por 24 h.

El precipitado se recuperó por filtración a vacío y se lavó con agua destilada y acetona. El secado se realizó a 120°C durante 24 h y posteriormente se calcinó el  $\text{Ti}(\text{OH})_4$  a 350 y 400°C en atmosfera estática durante 3 h.

### **Resultados**

Los patrones de difracción de rayos X del dióxido de titanio preparado por el método hidrotérmico se muestra en la figura 1. El material está constituido por una mezcla de fase anatasa y rutilo con estructura tetragonal. También se identificaron pequeñas trazas de la fase brookita, ésta última se atribuye a la acidez del medio de síntesis. Cassaignon *et al* [8], estudiaron el efecto de la acidez sobre las propiedades estructurales del  $\text{TiO}_2$ , observaron que al modificar con ácido nítrico el medio de síntesis del catalizador, propiciaba la formación de la fase brookita. Por otra parte, las fases cristalinas de la titania están en función del tratamiento térmico aplicado, el tamaño de cristal aumenta gradualmente con la temperatura de calcinación, afectando también el crecimiento de la fase rutilo y por consiguiente

provoca una reducción de la fase anatasa, considerada como la más foto-reactiva en los procesos fotocatalíticos.

En la tabla 1 se reporta las fases cristalinas del óxido de titanio calcinado a diferentes temperaturas, así como el tamaño de cristal calculado con la ecuación de Scherrer [8].

$$D_p = \frac{\lambda k}{\beta \cos \theta} \quad (2)$$

Donde:

$D_p$  = Diámetro de la partícula.

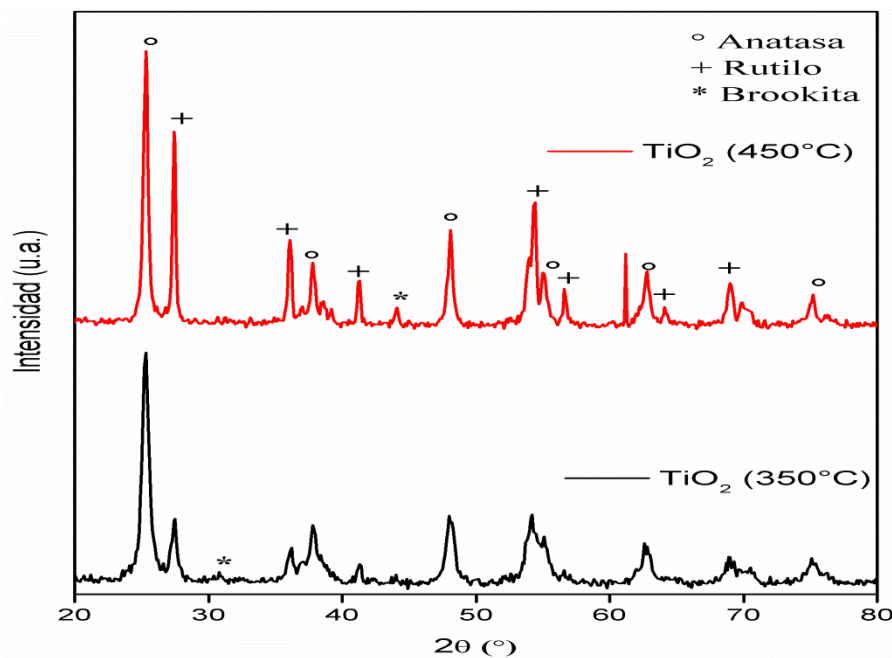
$\lambda$  = Longitud de onda de la radiación.

$\theta$  = Angulo de difracción.

$k$  = Constante de Scherrer la cual toma un valor de 0.9

$\beta$  = Ancho del pico a la altura media, la cual se expresa en radianes.

El porcentaje de fases cristalinas de la titania fue determinado por ajuste Rietveld observando que la transición de la fase anatasa a rutilo ocurre a temperaturas superiores a 350°C.

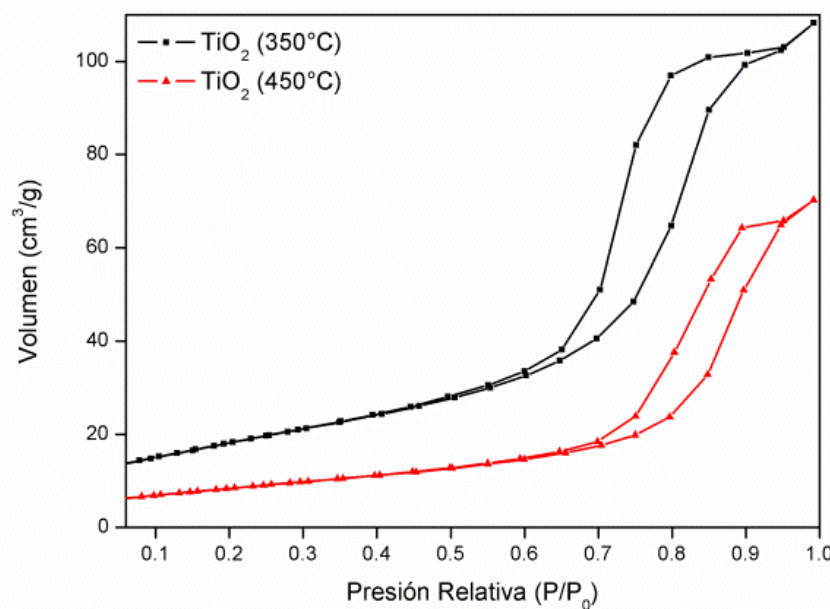


*Figura 1. Difracción de rayos de los catalizadores.*

**Tabla 1.** Tamaño de cristal y fracción de fases del TiO<sub>2</sub>

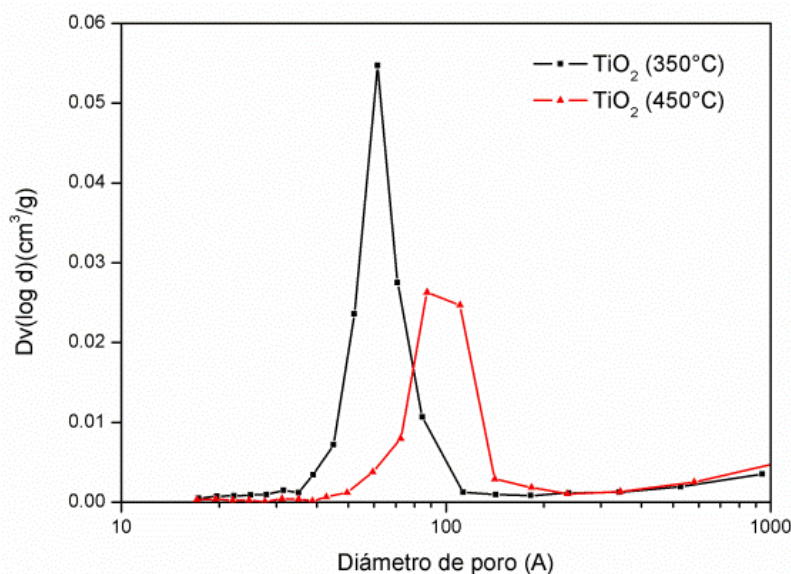
Catalizador	Temperatura de calcinación (°C)	Fase	% Fase	Tamaño de cristal (nm)
TiO <sub>2</sub>	350	Anatasa	79	10
		Rutilo	21	20
	450	Anatasa	61	13
		Rutilo	39	25

En la figura 2 se muestran las isotermas de adsorción-desorción de N<sub>2</sub> del TiO<sub>2</sub> calcinado a 350 y 450°C, ambos materiales tienen isotermas de tipo IV que caracteriza a materiales mesoporosos [9]. La histéresis es de tipo H1 propia de materiales con tamaño y forma de poros uniformes [9].



**Figura 2.** Adsorción- desorción de nitrógeno del dióxido de titanio.

La distribución del tamaño de poro de los materiales se presenta en la figura 3. De acuerdo a la clasificación IUPAC ambos materiales presentan mesoporosidad, sin embargo el incremento de 100 °C en el material provocó un incremento en el tamaño de poros la cual puede ser atribuida a un desgaste de las paredes del material a consecuencia de la temperatura de calcinación, también se observó una reducción del área específica del material TiO<sub>2</sub> (450°C).



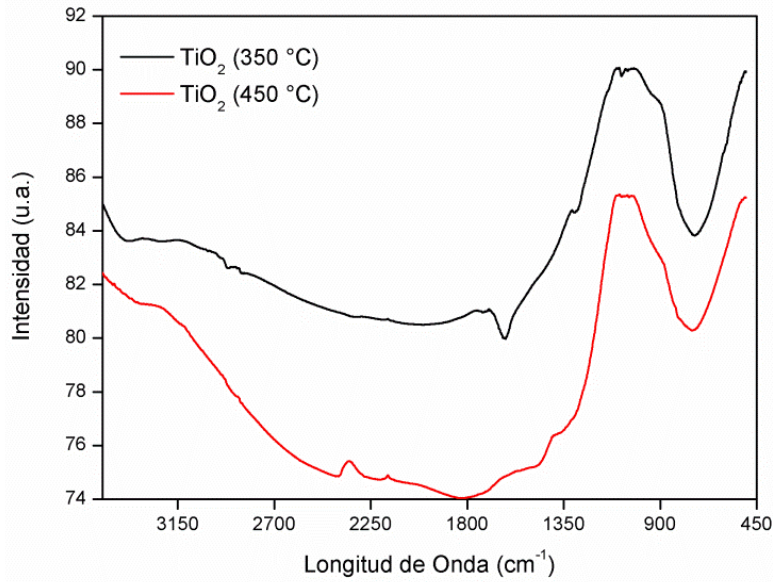
**Figura 3.** Distribución del tamaño de poro del TiO<sub>2</sub> calcinado a 35 y 450°C

En la tabla 2 se reportan las propiedades texturales del TiO<sub>2</sub> en la cual se observa que al aumentar la temperatura de calcinación el área específica se reduce notablemente. Estos resultados indican que los catalizadores sintetizados poseen áreas específicas similares a lo reportado para el TiO<sub>2</sub> Degussa P25 (50±15 m<sup>2</sup>/g). En correlación con los análisis de difracción de rayos X se concluye que la temperatura adecuada para calcinar el TiO<sub>2</sub> es a 350 °C ya que a esa temperatura se tiene un área específica de 66 m<sup>2</sup>/g y mayor porcentaje de fase anatasa, la cual es considerada la más fotoreactiva en la degradación de colorantes azoicos como es el caso del naranja de metilo.

**Tabla 2.** Área superficial de los materiales

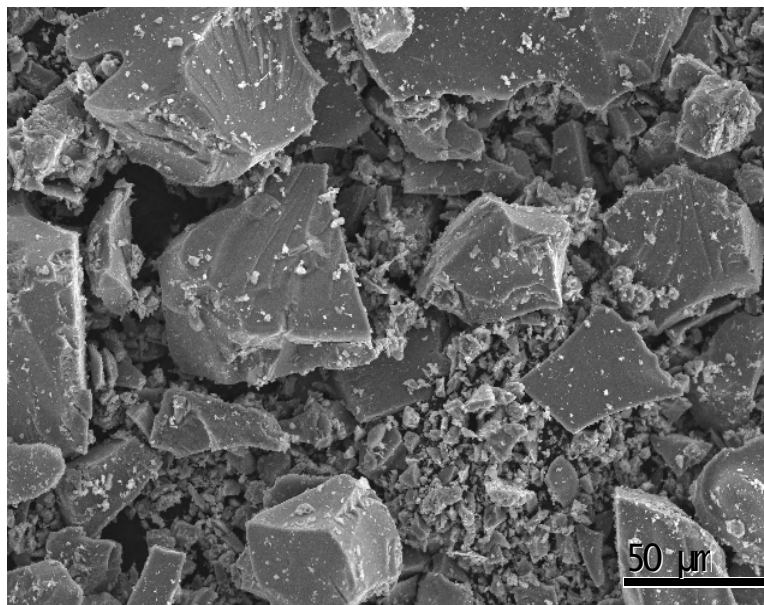
Catalizador	Temperatura de calcinación (°C)	Área (m <sup>2</sup> /g)	Diámetro de poro (Å)	Volumen de poro (cc/g)
TiO <sub>2</sub>	350	66	60	0.145
	450	31	101	0.108

Los espectros FT-IR realizado al TiO<sub>2</sub> se muestran en la figura 4. Los materiales muestran bandas en 643-550 cm<sup>-1</sup> que correspondiente a vibraciones de los enlaces Ti-O [10, 11], así como bandas en 3298-3493 cm<sup>-1</sup>, 3639 cm<sup>-1</sup>, 3798 cm<sup>-1</sup> correspondientes a grupos OH superficiales, mientras que a 1623 cm<sup>-1</sup> se registran bandas de adsorción de luz infrarroja asignadas a grupos OH de moléculas de agua adsorbidas en la superficie [12].



**Figura 4.** Espectroscopía FT-IR del TiO<sub>2</sub>

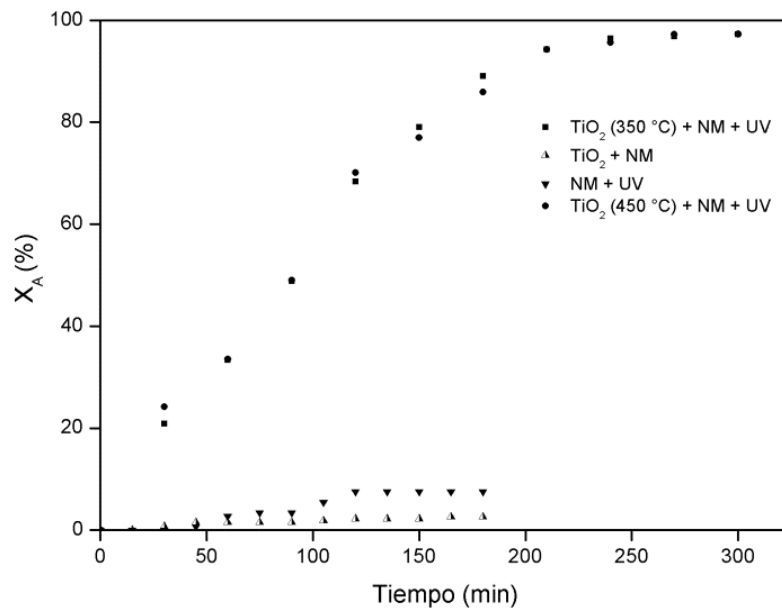
La morfología del TiO<sub>2</sub> (450 °C) fue estudiada por microscopía electrónica de barrido tomado a un aumento de 500x. En la figura 5 se observa que el material está constituido por conglomerado de partículas de tamaño variado que oscilan entre 20-50 μm y partículas de hasta 90 μm.



**Figura 5.** Micrografía SEM del TiO<sub>2</sub> (450°C), 500x



En la figura 6 se presentan los resultados de las pruebas de degradación de 20 ppm de naranja de metilo, utilizando 0.5 g/L de catalizador. Todas las pruebas se realizaron en un sistema de reacción semi-continuo en presencia de una lámpara de luz UV de 125 W (VIQUA V1416) de 254 nm para activar el catalizador. Se estudió el efecto de adsorción del  $\text{TiO}_2$  y el efecto de fotólisis, en ambas pruebas el porcentaje de decoloración fue menor al 5%. Posteriormente, se evaluó la actividad fotocatalítica del óxido de titanio, con ambos materiales se obtuvo el 98% de degradación del naranja de metilo durante 250 min de reacción.



**Figura 6.** Degradación de naranja de metilo

### Agradecimiento

Al Instituto Tecnológico de Ciudad Madero por las facilidades otorgadas para las caracterizaciones de los catalizadores.

A la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana por el apoyo en la análisis por espectroscopia UV-Vis.

### Conclusiones

Con el método hidrotérmico se obtuvo el óxido de titanio con fase anatasa y rutilo, la temperatura de calcinación fue determinante para la obtención de las fases cristalina. Ambos materiales fueron activos catalíticamente en la degradación del naranja de metilo, a 250 min de reacción se obtuvo el 98% de la degradación del colorante.

## Bibliografía

- [1] L. Gomathi Devi, S. Girish Kumar, K. Mohan Reddy, C. Munikrishnappa, *Journal of Hazardous Materials*, 164, 2009, 459–467
- [2] M. A. Rauf, S. Salman Ashraf, *Chemical Engineering Journal*, 151, 2009, 10-18
- [3] L. Gomathi Devi, S. Girish Kumar, K. Mohan Reddy, C. Munikrishnappa, *Journal of Hazardous Materials*, 164, 2009, 459-467
- [4] Raphael B. M. Bergamini, Eduardo B. Azevedo, Lucia R. Raddi de Araújo, *Chemical Engineering Journal*, 149, 2009, 215-220
- [5] Rongbo Zheng, Xianwei Meng, Fangqiong Tang. *Applied Surface Science*, 255, 2009, 5989-5994
- [6] Rajeev K. Wahi, William W. Yu, Yunping Liu, Michelle L. Mejia, Joshua C. Falkner, Whitney Nolte, Vicki L. Colvin. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 242, 2005, 48-56
- [7] Y. Liu, X. Chen, J. Li, C. Burda, *Chemosphere*, 61, 2005, 11-18
- [8] Sophie Cassaignon, Magali Koelsch, Jean-Pierre Jolivet. *Journals Materials Science*, 42, 2007, 6689-6695.
- [9] G. Leofanti, M. Padovan, G. Tozzola, B. Venturelli, *Catalysis Today*, 41, 1998, 207-219
- [10] K. M. Parida, N. Sahu, N. R. Biswal, B. Naik, A. C. Pradhan. *Journal of Colloid and Interface Science*, 318, 2008, 231–237
- [11] Jian-hua Xu, Wei-Lin Dai, Jingxia Li, Yong Cao, Hexing Li, Heyong He, Kangnian Fan. *Catalysis Communications*, 9, 2008,146-152.
- [12] Sung-Yeon Kim, Tae-Ho Lim, Tae-Sun Chang, Chae-Ho Shin, *Catalysis Letters*, 117, 2007, 112-118

## EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR, EL CO<sub>2</sub> EN AULAS EDUCATIVAS

*Sergio Natan González Rocha<sup>a</sup>, Raúl Enrique Contreras Bermúdez<sup>a</sup>, José Saúl Oseguera López<sup>a</sup>, Dania Abril Maldonado Hernández<sup>a</sup>, Inés Palomino Méndez<sup>a</sup>*

*<sup>a</sup>Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Químicas, Prol. Ave. Venustiano Carranza S/N Col. Revolución, C.P. 93390, Poza Rica, Veracruz*

*ngonzalez@uv.mx*

### Resumen

Este artículo muestra los resultados sobre la evaluación de la Calidad de Aire Interior (CAI) por CO<sub>2</sub> en aulas de la Facultad de Ciencias Químicas de Poza Rica. La realización de este diagnóstico en la Facultad midió la CAI del CO<sub>2</sub> en cuatro aulas, identificó y evaluó factores y agentes de riesgos que pueden ocasionar diversos efectos en el rendimiento de los estudiantes de los programas impartidos en la entidad, y que bajo esta circunstancia puedan alterar su integridad fisiológica y/o psicológica. A través de este estudio se realizaron mediciones de CO<sub>2</sub> en cuatro aulas con el Equipo Portátil marca EXTECH, Easyviewindoor air quality meter/datalogger modelo EA80. La metodología de monitoreo contempló una calendarización temporal en las aulas seleccionadas por dimensiones y número de alumnos, considerando la UNE 171330:2008, el NTP 549: El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior y la UNE 100-011-91.

Como resultado del estudio realizado, se encontraron valores que rebasaron estándares internacionales de CAI, como conclusiones y recomendaciones se propone como una posible solución para el problema detectado, adecuar las aulas para la recirculación de aire y no rebasar las capacidades de alumnos máximos permitidos en dichas aulas. Para evitar que los alumnos tengan síntomas de sueño, calor, disminución de la atención, entre otros efectos en sus horas de clase, por el exceso de CO<sub>2</sub> detectado, afectando de esta forma, su rendimiento escolar.

**Palabra clave:** Calidad del aire interior, Dióxido de Carbono, Rendimiento escolar

### Abstract

This article shows the results on the evaluation of the Air Quality Indoor (CAI Spanish acronym) by CO<sub>2</sub> in classrooms of the Chemical Sciences Faculty of Poza Rica. The realization of this diagnosis in the Faculty measured the CAI of CO<sub>2</sub> in four classrooms, identified and evaluate risk factors and agents that can cause different effects on the students' performance of the program taught in the entity, and that under this circumstance alter their physiological and / or psychological integrity. Through this study,

CO<sub>2</sub> measurements were made in four classrooms with the EXTECH Portable Equipment, Easy view indoor air quality meter / datalogger model EA80. The methodology contemplates a time schedule in the classrooms selected by size and number of students, considering the UNE 171330: 2008, NTP 549: Carbon dioxide in the evaluation of indoor air quality and UNE 100- 011-91standars.

As a result of the study carried out, values that exceeded international CAI standards were found, as conclusions and recommendations are proposed as a possible solution for the problem, to adapt the classrooms for air recirculation and not to exceed the capacities of maximum students allowed in the classrooms to avoid that students have symptoms of sleep, heat, decreased attention, among other effects in their classes, by the excess of CO<sub>2</sub> detected, affecting in this way, their school performance.

**Keywords:** Indoor air quality, Carbon dioxide, School performance

## **Introducción**

La Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana se encuentra localizada en la ciudad de Poza Rica en el estado de Veracruz. En estas instalaciones debido por su ubicación en una zona de clima tropical, muchas de sus aulas han sufrido adecuaciones para instalar sistemas de aire acondicionado, sellando prácticamente muchas de estas a la circulación del aire exterior. Actualmente, como parte de las estrategias que la Universidad ha implementado para disminuir y/o mitigar riesgos en sus aulas y áreas de trabajo mediante el Sistema Universitario de Gestión Integral de Riesgos (SUGIR) [1], es por ello que se plantea el presente estudio, con la finalidad de visualizar los riesgos asociados a la CAI y corregir problemáticas de confort no deseables, para que sus estudiantes y la comunidad académica cuenten con la mejor calidad en su ámbito de estudio y laboral.

Derivado de lo anterior, el objetivo principal de este trabajo fue evaluar la Calidad del Aire en cuatro aulas con sobrecarga estudiantil para diagnosticar posibles fuentes o causas de su problemática que incidan en las actividades académicas en las mismas.

Las condiciones en las que se realizan sus actividades repercuten profundamente en la eficiencia de las actividades, ya que el ambiente influye en la motivación, atención y destreza de los estudiantes, diversos autores mencionan por ejemplo en el caso de los olores u otro efecto sensorial “Los problemas sensoriales se manifiestan en diversas formas: hiperactividad, falta de concentración, déficit de atención, problemas de aprendizaje, apatía motora, agresividad, estrés, etc.”[2,3]

El desarrollo de este diagnóstico considera la calidad del aire interior (CAI) por CO<sub>2</sub> en cuatro aulas seleccionadas de la Facultad de Ciencias Químicas para identificar y evaluar, factores y agentes de riesgos que pudieran ocasionar situaciones de no confort y bajo rendimiento en los estudiantes, y que bajo estas circunstancias, puedan alterar la integridad fisiológica y/o psicológica de los estudiantes y docentes.

Calidad del aire interior

La calidad ambiental se entiende entonces como la armonía entre factores térmicos, acústicos, luminosos y del aire que se respira, que no supone un peligro para la salud y que ha de resultar fresco y agradable. El aire interior en una vivienda o edificio no debe entonces contener contaminantes en concentraciones que puedan perjudicar la salud o causar malestar a sus ocupantes. [4]

Existen diversos aspectos que afectan la calidad del aire interior, desde compuestos volátiles que se desprenden de muebles, plásticos, desodorantes, material particulado y gases proveniente de la limpieza y materia orgánica, entre otros generadores tanto al interior como aquellos que provienen del exterior, que aunado con la deficiencia de la circulación y ventilación, crean una calidad del aire en interiores mala.[5]

Existen diversos gases y elementos que son indicadores de la calidad del aire, de estos el CO<sub>2</sub> es uno de estos compuestos que son normados para efectos de salud en ambientes ocupacionales y en edificios tanto en E.E.U.U. y la Unión Europea.

El dióxido de carbono

El dióxido de carbono o CO<sub>2</sub> es un asfixiante simple que actúa básicamente por desplazamiento del oxígeno y que en concentraciones superiores a 30000 ppm puede causar dolor de cabeza, mareos, somnolencia y problemas respiratorios, dependiendo de la concentración y de la duración de la exposición.

Se describe al CO<sub>2</sub> como un componente del aire exterior en el que se encuentra habitualmente a niveles entre 300 y 400 ppm, pudiendo alcanzar en zonas urbanas valores de hasta 550 ppm. El valor límite de exposición profesional (LEP-VLA) del INSHT Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, para exposiciones diarias de 8 horas es de 5000 ppm con un valor límite para exposiciones cortas de 15 minutos de 15000 ppm. Estos valores son difíciles de encontrar en ambientes interiores no industriales como son oficinas, escuelas y servicios en general. [6]

En la práctica en estos espacios se encuentran valores de 2000 hasta 3000 ppm. Si se superan estos niveles puede deberse a combustión incontrolada, en cuyo caso el riesgo para la salud puede no ser debido al dióxido de carbono sino a la presencia de otros subproductos de la combustión, principalmente el monóxido de carbono (CO). [7]

Índice de Calidad de Aire Interior

La norma europea NTP 742: Ventilación general de edificios, clasifica el aire interior de la zona ocupada en cuatro grupos básicos los cuáles muestran los rangos de clasificación en la Tabla 1, y se enuncian a continuación [8]:

- IDA 1 Calidad de aire interior alta
- IDA 2 Calidad de aire interior media
- IDA 3 Calidad de aire interior moderada

- IDA 4 Calidad de aire interior baja

Tabla 1. Niveles de CO<sub>2</sub> en recintos

Categoría	Niveles de CO <sub>2</sub> del aire sobre el nivel exterior, ppm	
	Intervalo típico	Valor por defecto
IDA 1	≤ 400	350
IDA 2	400 - 600	500
IDA 3	600 - 1000	800
IDA 4	> 1000	1200

Fuente: [8]

### Metodología

Para el monitoreo y muestreo del CO<sub>2</sub>, se hizo uso de un monitor portátil marca EXTECH, Easyviewindoor air quality meter/datalogger modelo EA80, el cuál se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Equipo monitor portátil de CO<sub>2</sub>

El monitor portátil cuenta con un sensor de CO<sub>2</sub> NDIR (infrarrojo no dispersivo) de onda dual con un rango de 0 a 6000 ppm. Registra hasta 20,000 conjuntos de datos automáticamente o ingresar manualmente hasta 99 conjuntos para su posterior recuperación. En los trabajos realizados, se hizo uso de la interfaz de computadora para programar la captura de datos automáticos en los tiempos de clase en las aulas del estudio.

La metodología de desarrollo del trabajo utilizada en este proyecto, se adaptó de las Guías y normas Españolas, UNE-EN 15251, NTP 549: El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire

interior, y la NTP 742: Ventilación general de edificios. En la Figura 2 se muestra el procedimiento realizado.

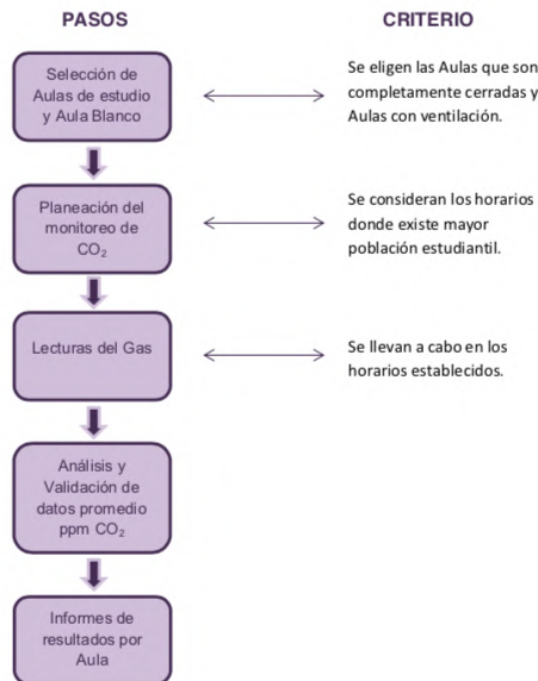


Figura 2. Metodología para el desarrollo del diagnóstico en aulas

De acuerdo a la figura 2, se inicio la primer etapa con el proceso de planeación del muestreo y monitoreo del gas, para este paso se inició con la selección de las cuatro aulas que deberían de cumplir con los criterios siguientes:

1. Tamaño versus población estudiantil, en esta parte se eligieron aquellas aulas donde el tamaño o dimensiones del aula eran consideradas pequeñas, de acuerdo a la población inscrita en cada materia o experiencia educativa previa revisión de los horarios de Experiencias por programa educativo.
2. Se eligieron del total de diez aulas, aquellas que cumplieran con el requisito de estar selladas por la climatización, en este paso se seleccionaron cuatro aulas, dos en el edificio B, el centro de cómputo y una en el edificio G.
3. Una vez seleccionadas aulas, verificado horarios y organizado el plan de monitoreo y muestreo, se procedio a organizar el plan de trabajo para la segunda etapa.

## Segunda Etapa

En esta etapa se procedió a realizar los trabajos de muestreo exploratorio en cada aula, de acuerdo a los programado con cada docente, para este fin y de acuerdo a las guías y normas consultadas, se localizaron en la hora de clase tres puntos de muestreo directo del gas mediante el equipo monitor portátil, uno al centro del aula, y los restantes en áreas cercanas a las esquinas de cada aula.

Para hacer comparativos, se eligieron pruebas blanco, en las mismas aulas en horarios en la mañana antes de iniciar clases, donde no había población escolar para determinar el umbral base de CO<sub>2</sub> en las mismas.

## Tercera etapa

En esta etapa, se procedió con la validación de los datos y a desarrollar los estadísticos de análisis para los reportes respectivos de concentración de CO<sub>2</sub> y determinar que valor de IDA se encontraba en ese momento.

## Resultados

De acuerdo a la metodología mencionada en el tema anterior, se obtuvo del monitoreo directo, los resultados promedio obtenidos de las mediciones realizadas en las aulas B13, GC1, GC2 y centro de cómputo de la Facultad mostrados en la Tabla 2

Tabla 2. Lecturas promedio en ppm de CO<sub>2</sub> en aulas monitoreadas e IDA

Aula	Lecturas con Alumnos ppm CO <sub>2</sub>	Lecturas sin Alumnos ppm CO <sub>2</sub>	Con Alumnos IDA
Centro de cómputo	1318.17	381.5	4
B13	2183.85	423.53	4
GC1(Blanco)	454.18	285.15	2
GC2	1150.28	287.82	4

Los datos de la tabla anterior muestran niveles de CO<sub>2</sub> elevados en las aulas analizadas Centro de cómputo, GC2 y B13, y se observa como sobrepasa el límite de la Norma UNE 100-011-91 que nos recomienda una concentración máxima de 1000 ppm de CO<sub>2</sub> para tener una CAI adecuada; como se observa en los datos se rebasa este límite en el aula B13 donde se alcanzan las 2183.85 ppm de CO<sub>2</sub>, considerando una cantidad de 35 alumnos para un aula pequeña con poca o nula ventilación, ya que en esta aula las ventanas se encuentran selladas, lo que impide la circulación de aire.

Por otro lado, se observa que en el Centro de computo, también se sobrepasa el límite con 1318.17 ppm, siendo de igual manera esta un aula donde la mayor parte del tiempo se encuentra cerrada, con ventanas selladas y con aire acondicionado pero sin ventilación y/o recirculación de aire exterior, quedando atrapado el aire en el interior y por lo que no presenta una buena CAI.



El Salón GC1, que es un aula un poco más espaciosa y que normalmente mantiene una recirculación natural por ventanas abiertas, mostró niveles de CO<sub>2</sub> dentro del valor normativo adecuado con 454.18 ppm, debido principalmente a la ventilación constante y al tamaño adecuado para la cantidad de alumnos que tomaban clase que era de 30 alumnos.

Finalmente se observó que en el aula GC2, que aunque cuenta con el mismo espacio que el aula GC1 que los niveles de CO<sub>2</sub> fueron de 1150.28 ppm por la falta de ventilación, rebasando ligeramente los valores normativos, ya que en esta aula se observó que mantienen constantemente cerradas las ventanas.

## **Conclusiones**

Se comprobó que en las aulas analizadas sin alumnos al tomarse las lecturas, estaban dentro de los valores de la normativa, con valores de 300 a 400 ppm de CO<sub>2</sub>.

Derivado de los hallazgos anteriores, se evidencio que al mantener un poco de ventilación y no tener una gran cantidad de alumnos dentro de los salones, se puede mantener una mejor CAI o valor de IDA.

Otra recomendación es que si el espacio del aula es reducido, no se sobrepase su capacidad en el número de alumnos para así evitar que la mala ventilación y la acumulación de dióxido de carbono en las aulas, sea una de las causas por las que los alumnos tengan demasiado sueño malestares en sus horas de clase, situación que puede afectar su desempeño. Abundando un poco, sobre los efectos negativos que causa esta situación se puede encontrar que niveles altos de dióxido de carbono acumulado en espacios cerrados como el aula de clase, adormecen a las personas, afecta su nivel de concentración y su habilidad para tomar las mejores decisiones.

Por lo anterior, la concentración normal y adecuada de dióxido de carbono en un espacio abierto o con una adecuada ventilación, como es el caso de las aulas de la Facultad es de aproximadamente 380 ppm, mientras que en lugares cerrados puede alcanzar las 1000 ppm, recomendando mantener una cantidad adecuada de alumnos conforme al aula de clase que va ser asignada, y por consiguiente tener una buena calidad de aire al interior de las mismas.

## **Bibliografía**

[1] Portal de la Universidad Veracruzana, Sistema Universitario de Gestión Integral de Riesgos, disponible en <https://www.uv.mx/sugir/conoceme/que-es-el-sugir/>, accesado el 10 de octubre de 2018.

[2] Céline Roda, Sophie Barral, Hanitrinala Ravelomanantsoa, Murielle Dusséaux, Martin Tribout, Yvon LeMoullec, Isabelle Momas, (2011), Assessment of indoor environment in Paris child day care centers Environmental Research, 111 (2011), pp. 1010-1017 <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2011.06.009>

[3] Rey Martínez Francisco Javier y Velazco Gómez Eloy, (2007), Calidad de Ambientes interiores, Paraninfo, ISBN 978-84-9732-540-0, España

[4] Standard 62-2001, (2002), Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality  
Atlanta, E.E.U.U.

[5] Berenguer MJ, Solé M., (1989), Nota técnica de prevención 243: Ambientes cerrados: calidad del aire. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. España; [consultado 6 Feb 2018].  
Disponible en: <http://www.insht.es>

[6] Maldonado Hernández Dania A., (2018), Evaluación de la calidad del aire interior por CO<sub>2</sub> en aulas de la Facultad de Ciencias Químicas de Poza Rica, Tesis, Universidad Veracruzana, México

[7] INSHT, (1997), Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo, España.

[8] NTP 742: Ventilación general de edificios, (2000), España

## REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN LAS AGUAS DE DESECHO DE UNA LAVANDERÍA MEDIANTE UN FOTOCATALIZADOR TiO<sub>2</sub> (DEGUSSA-P25) BAJO IRRADIACIÓN DE LUZ ULTRAVIOLETA

*Rodolfo Andrés Baca<sup>a</sup>, Raúl Enrique Contreras Bermúdez<sup>a</sup>, Heriberto Esteban Benito<sup>b</sup>, Blanca Jacqueline Hernández Martínez<sup>a</sup>, Shirley Deyanira Hernández Lugo<sup>b</sup>, José Jacinto Sánchez Quiroz<sup>a</sup>.*

<sup>a</sup> *Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Químicas, Prolongación de la Av. Venustiano Carranza S/N, Col. Revolución, C.P. 93390, Zona Poza Rica – Tuxpan, México.*

<sup>b</sup> *Instituto Tecnológico Superior de Naranjos, Calle Guanajuato S/N, Manuel Ávila Camacho, Petrolera, C.P. 92370 Naranjos, Veracruz.*

*randresbaca@gmail.com*

### Resumen

En este trabajo se reporta la reducción de la contaminación de las aguas residuales generadas en una lavandería mediante tratamiento fotocatalítico en presencia de TiO<sub>2</sub> – Degussa P25 bajo irradiación con luz ultravioleta, este material cerámico presenta las fases anatasa y rutilo con un tamaño de partícula promedio de 25 y 85 nm, respectivamente, un área superficial de 49 m<sup>2</sup>/g. El catalizador fue activado mediante el uso de luz Ultravioleta (UV). La reacción fue llevada a cabo durante 60 minutos a temperatura ambiente, 1 atmósfera y agitación constante en un reactor tipo batch. Se probaron diversas masas de catalizador TiO<sub>2</sub> por volumen (0.50, 0.70, 0.90, 2.0, 4.0 g/L) y se compararon con los análisis fisicoquímicos de una muestra inicial de agua y la muestra de agua residual, determinando la masa óptima de 0.90 g/L para la degradación de tensoactivos y jabón. Los resultados obtenidos del tratamiento del agua residual muestran disminuciones considerables de la DBO, DQO, concentración de jabón y pH, 58, 89, 64 % y 7.5 respectivamente.

**Palabra clave:** TiO<sub>2</sub>, DBO, DQO, Reducción de la contaminación.

### Abstract

In this paper we report the reduction of pollution of wastewater generated in a laundry by photocatalytic treatment in the presence of TiO<sub>2</sub> - Degussa P25 under irradiation with ultraviolet light, this ceramic material presents the anatase and rutile phases with an average particle size of 25 and 85 nm, respectively, a surface area of 49 m<sup>2</sup>/g. The catalyst was activated by the use of Ultraviolet (UV) light. The reaction was carried out for 60 minutes at room temperature, 1 atmosphere and constant stirring, in a reactor batch type. Various masses of TiO<sub>2</sub> catalyst were tested by volume (0.50, 0.70, 0.90, 2.0, 4.0 g/L) and compared with the physicochemical analysis of an initial water sample and the residual water sample, determining the optimum mass of 0.90 g/L for the degradation of surfactants and soap. The results obtained from wastewater treatment show considerable decreases in BOD, COD, soap concentration and pH, 58, 89, 64% and 7.5 respectively.

**Keywords: TiO<sub>2</sub>, BOD, OCD, Pollution reduction**

## Introducción

Actualmente la contaminación de los cuerpos de agua es un problema que impacta en los diversos entornos en los cuales se desarrolla la flora y fauna, e influye en los sistemas ecológicos y cadenas alimenticias, inhibiendo el desarrollo de muchas especies y contribuyendo en la desaparición de otras. Además, es un recurso indispensable y vital para diversas funciones personales, domésticas, agrícolas e industriales dentro de las actividades realizadas por el hombre [1]. Es por esto que uno de los mayores desafíos que enfrenta hoy en día la humanidad es el de proporcionar agua potable cuyas propiedades sean las óptimas para su consumo y establecer una adecuada red de distribución para suministro a la población mundial, coadyuvando de esta manera en la disponibilidad de este recurso y mejorando su manejo [2]. Frente a esta problemática en torno al agua, países como Estados Unidos y algunos países de la Unión Europea están experimentando la necesidad de tratar sus aguas residuales para evitar o reducir la contaminación de su recurso hídrico y garantizar su disponibilidad para los diferentes usos. Una de estas estrategias de manejo sustentable del agua es el reúso y recirculación [1]. Sin embargo es necesario realizar tratamientos a los efluentes. Estos tratamientos deben ser adecuados para el propósito, tener una alta eficiencia, bajos costos y adicionalmente traer ventajas ambientales. Por consiguiente es importante desarrollar técnicas innovadoras que entren a competir técnica, económica y ambientalmente con las tecnologías tradicionales. Dentro de las tecnologías tradicionales se encuentran procesos biológicos y procesos fisicoquímicos. Los procesos físico-químicos más comunes son: filtración, intercambio iónico, precipitación química, oxidación química, adsorción, ultrafiltración, ósmosis inversa y electrodiálisis, entre otros [3]. Los procesos de oxidación avanzada (POA) constituyen en el futuro a una de las tecnologías más utilizadas en el tratamiento de las aguas contaminadas con productos orgánicos recalcitrantes provenientes de industrias (químicas, agroquímicas, textiles, de pinturas, etc.) [4]. Un contaminante común que se ha acrecentado en los últimos años se deriva del empleo de surfactantes y agentes tensoactivos vertidos en los cuerpos de agua, los cuales son generados por fuentes domésticas y diversas industrias en los procesos de higiene y lavado respectivamente. Una alta carga de estos materiales en los cuerpos acuáticos conduce a consecuencias ecotoxicológicas preocupantes y al deterioro de las aguas superficiales y subterráneas, estos compuestos inhiben la degradación biológica de otras sustancias presentes en el agua, disminuyen la capacidad de autodepuración y alteran las concentraciones de azufre, fósforo y nitrógeno que pueden generar procesos de eutrofización, acelerando el crecimiento de plantas acuáticas y ciertas especies animales que consumen oxígeno disuelto y disminuyen los niveles de oxígeno necesarios para el desarrollo de flora y fauna, y alteran los ciclos de vida de las especies acuáticas. Además, la descarga de tensoactivos en los efluentes tienen efectos tóxicos sobre el metabolismo de las especies acuáticas y las cadenas tróficas que se derivan, otro efecto de alto impacto es el incremento del pH lo cual implica la alteración de los ciclos de vida de las especies acuáticas [5,6].

El presente trabajo estudia la reducción de la contaminación del agua residual proveniente de una lavandería de ropa mediante TiO<sub>2</sub> en presencia de luz UV empleando un reactor tipo batch, y los efectos que este tratamiento tiene sobre algunos parámetros y los límites permisibles en los cuerpos de agua.

## Metodología

Una muestra de agua residual proveniente de una lavandería fue caracterizada antes de emplear el tratamiento fotocatalítico con  $\text{TiO}_2$  y bajo irradiación con luz UV. El dióxido de titanio Degussa P25, se utilizó en forma de polvo ultra fino, el cual presenta las fases anatasa y rutilo con un tamaño de partícula promedio de 25 y 85 nm, respectivamente, y un área superficial de  $49 \text{ m}^2/\text{g}$  [5,6]. El sistema de reacción utilizado para la degradación fotocatalítica es un reactor tipo batch (figura 1) con agitación constante (agitación magnética) a condiciones de temperatura ambiente y presión atmosférica. Se realizó un barrido de diferentes masas de catalizador  $\text{TiO}_2$  por volumen de muestra (0.50, 0.70, 0.90, 2.0 y 4.0 g/L) y se compararon con los análisis fisicoquímicos de una muestra inicial de agua y la muestra de agua residual para determinar la masa óptima de catalizador necesaria para reducir la contaminación en las aguas residuales.

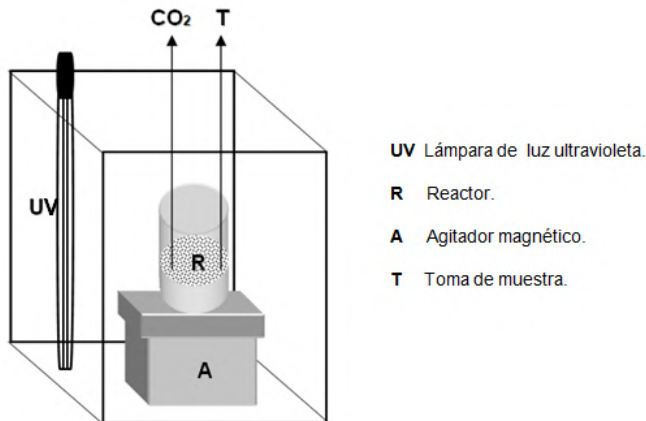


Figura 1. Sistema de reacción tipo Batch

Las muestras de agua residual se sometieron a tratamiento fotocatalítico con  $\text{TiO}_2$  bajo irradiación con luz UV, empleando una lámpara UV marca Trojan Technologies Inc. Viqua. Para determinar la degradación de las aguas residuales se utilizó un método espectrofotométrico utilizando un espectrofotómetro UV-Vis Cary 50, marca Varian. Al finalizar el proceso fotocatalítico se caracterizaron cada una de las muestras de agua para realizar un comparativo con la muestra inicial.

## Resultados

Se realizó un análisis fisicoquímico a las muestras de agua residual provenientes de una lavandería de ropa, presentando como resultado 190 mg/L en la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), 1800 mg/L en la Demanda Química de Oxígeno (DQO), concentración de jabón 950 mg/L. Las muestras fueron degradadas mediante fotocatalisis con dióxido de titanio Degussa P25 bajo luz UV y la reacción se llevó a cabo durante 60 minutos, se realizó un comparativo variando las masas de catalizador  $\text{TiO}_2$  por

volumen de muestra de 0.50-4.0 g/L, el cual se muestra en la figura 2, observando una mayor degradación para las muestras 0.9, 2.0 y 4.0 g/L.

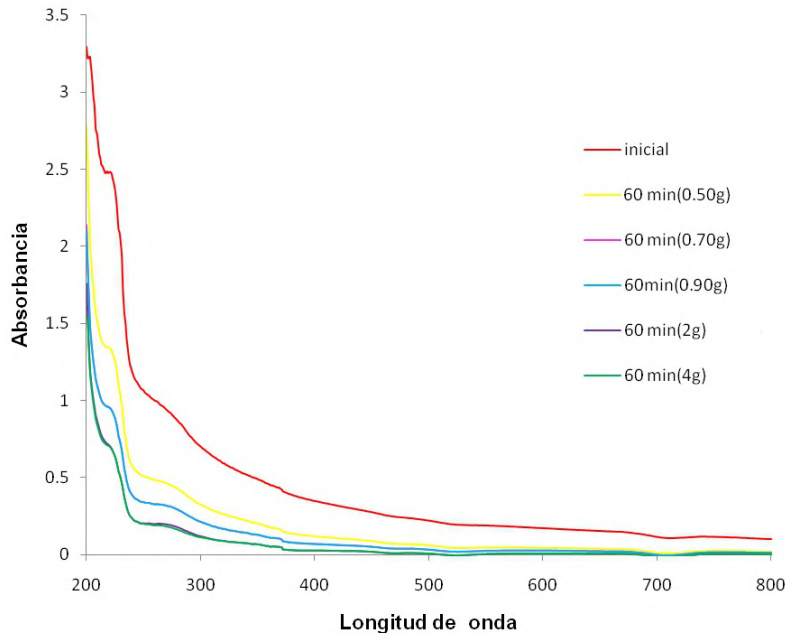


Figura 2. Efecto de la masa de catalizador  $TiO_2$  en la degradación del agua residual de una lavandería de ropa en presencia de luz UV.

La determinación analítica de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO) se realizó conforme a la norma NMX-AA-028-SCFI-2001 y NMX-AA-030-SCFI-2001. La figura 3 muestra la DBO y DQO antes y después del proceso de degradación fotocatalítica.

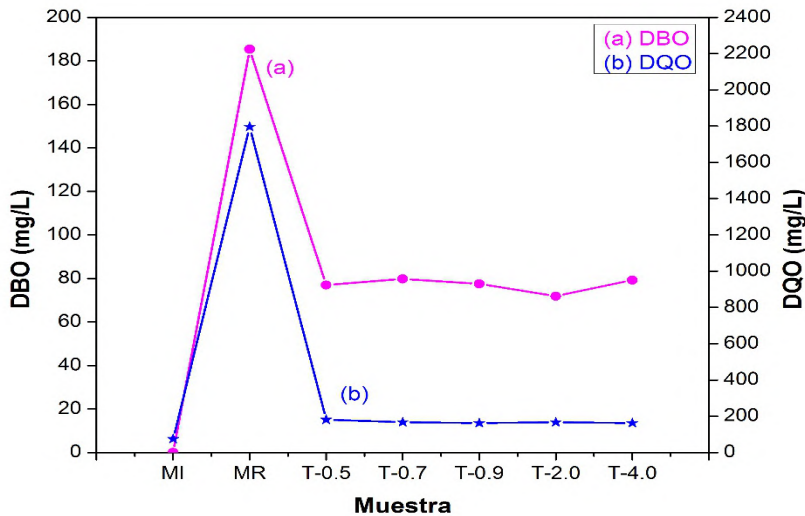


Figura 3. Análisis comparativo de (a) la DBO y (b) la DQO de las muestras antes del tratamiento y después del tratamiento con diferentes concentraciones de catalizador.

Estos resultados se correlacionan con los análisis espectrofotométricos en la degradación de agua residual, observando mejores resultados en los catalizadores con concentraciones de 0.90, 2.0 y 4.0 g/L, disminuyendo la concentración de la DBO y la DQO a niveles similares. La figura 4, indica la variación de las concentraciones de de tensoactivos y jabón en las muestras tratadas con diferentes concentraciones de catalizador, se observó que la muestra con una masa de catalizador de 0.90 g/L obtuvo una mayor disminución de estos parámetros.

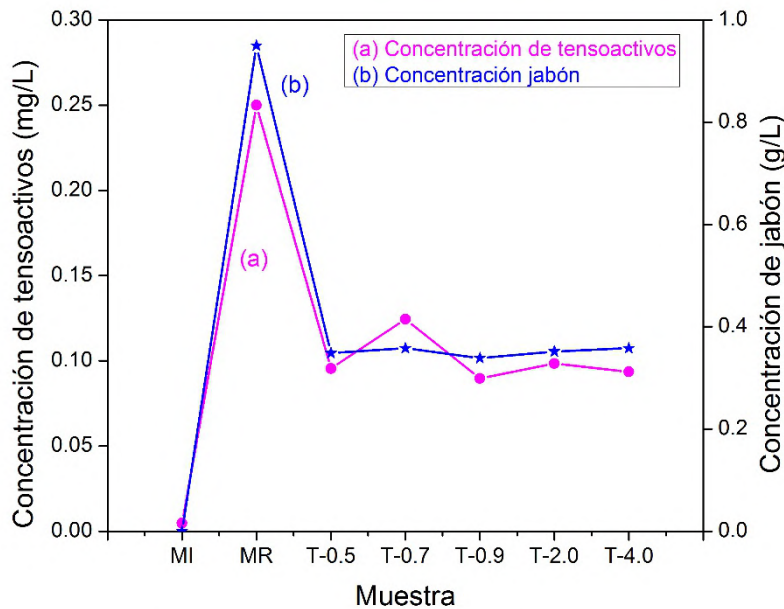


Figura 4. Análisis comparativo de (a) las concentraciones de tensoactivos y (b) jabón en las muestras antes del tratamiento y después del tratamiento con diferentes concentraciones de catalizador.

Los resultados anteriores conducen a la selección y determinación para el mejor sistema fotocatalítico, estableciendo como masa óptima 0.90 g/L, debido a los resultados obtenidos y a un menor costo del catalizador con respecto a las masas de 2.0 y 4.0 g/L. El comparativo de los resultados obtenidos para la muestra con una masa de 0.90 g/L se indican en la tabla 1. La DBO disminuye un 58.43 %, la DQO disminuye un 89.45%, además se observó que también disminuyeron los parámetros como la concentración de jabón en un 64%, la muestra inicial tiene un pH de 8.4 y después del tratamiento 7.5, estos resultados indican que el tratamiento fotocatalítico con  $\text{TiO}_2$  bajo luz UV es un proceso adecuado para reducir la contaminación de este tipo de aguas provenientes de las lavanderías de ropa.

Tabla 1. Resultados iniciales y finales de agua de desecho de lavanderías.

	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Concentración de tensoactivos (mg/L)	Concentración de jabón (mg/L)	pH
<b>Inicial</b>	190	1800	0.25	950	8.4
<b>Final</b>	78.98	189.9	0.09	342	7.5

## Conclusiones

El uso de TiO<sub>2</sub> en presencia de luz UV es adecuado para la degradación de agua residual proveniente de la lavandería de ropa, existe una considerable disminución en los parámetros de DBO, DQO, concentración de jabón y pH, lo cual indica que el proceso es adecuado para el tratamiento de este tipo de aguas y con ello contribuir a la disminución de contaminantes en el agua. La masa óptima de catalizador determinada para esta investigación fue de 0.90 g/L, ofreciendo resultados similares de DBO y DQO, pero con una mayor disminución de los principales contaminantes presentes en estas aguas de desecho como son agentes tensoactivos y jabón en relación a sus homólogos de TiO<sub>2</sub> Degussa P25 con concentraciones de 2.0 y 4.0 g/L.

## Bibliografía

1. Mollah M., Yousuf A., et al. "Electrocoagulation (EC) Science and applications". In: Journal of Hazardous Materials. Vol. 84, p. 29–41. 2001.
2. Restrepo-Mejía A., Arango-Ruiz A., Garcés-Giraldo L. "La electrocoagulación: retos y oportunidades en el tratamiento de aguas". Revista limpia. Vol.1, p. 58-57.2006.
3. Rajeshwar, Krishnan and Ibanez J. "Environmental electrochemistry: Fundamentals and Applications in pollution abatement". San Diego, California: Academic Press limited, p. 776. 1997.
4. Rodríguez F., Letón G., Rosal G., Dorado V., Villar F., Sanz G. "Tratamientos avanzados de aguas residuales". Comunidad de Madrid. 2006.
5. Carvajal-Muñoz J.S. "Fotocatálisis heterogénea para el abatimiento de tensoactivos en aguas residuales". Producción + Limpia. Vol. 6, No. 2, p. 92-107, 2011.
6. Visitación L., Gamboa N. "Degradación fotocatalítica de detergentes en efluentes domésticos". Revista de Química, p. 3-11, 2005.



## BIOSORCIÓN DE METALES PESADOS (Cr, Mn) MEDIANTE EL USO DE HONGOS (*agaricusbisporus* y *pleurotusostreatus*) Y ESPECTROFOTOMETRÍA EN MEDIO ACUOSO

Israel Hernández Romero<sup>a\*</sup>, Montserrat Maldonado Guzmán<sup>a</sup>, Raúl Enrique Contreras Bermúdez<sup>a</sup>,  
Francisca Sandoval Reyes<sup>a</sup>, Lizeth Ríos Velasco<sup>a</sup>, Jesús Enrique Escalante Martínez<sup>b</sup>, Celia Martínez  
Calderón<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Químicas, Prolongación de la Av. Venustiano Carranza S/N,  
Col. Revolución, C.P. 93390, Zona Poza Rica – Tuxpan, México. Teléfono y Fax (782)82-2-73-63

<sup>b</sup>Universidad Veracruzana, Facultad de Ingeniería Mecánica. Prolongación de la Ave. Venustiano Carranza S/N.  
Zona Poza Rica – Tuxpan. Veracruz, México. Teléfono y Fax (782)82-2-58-78

Email: huejutal@hotmail.com

### Resumen

La utilización de microorganismos como biosorbentes de metales pesados, ofrece una alternativa potencial a los métodos ya existentes para la destoxificación y recuperación de metales tóxicos presentes en aguas residuales. Actualmente los procesos biotecnológicos más eficientes utilizan la biosorción; se mencionan sistemas que emplean mezclas de microorganismos o plantas con el fin de evaluar la capacidad de absorción de cromo y manganeso, como los hongos *Agaricusbisporus* y *Pleurotusostreatus*. Se realizaron pruebas en el laboratorio con metales pesados en las soluciones acuosas que en este caso fueron contaminadas con (Cr<sup>+6</sup>) y (Mn<sup>+7</sup>). Se analizaron concentraciones de cromo y manganeso de 10 ppm a 50 ppm y en cada una de las pruebas se manejó 500 mL de agua contaminada a limpiar en un lapso de 100 min. Tomando pruebas, con diferentes pesos de hongos, las cuales fueron desde 5, 10, 15 y 20 g; realizando las mediciones con el espectrofotómetro cada 20 min, para la detección de la absorbancia de cada una de las muestras. En base a los resultados se concluye que el uso de los hongos champiñón y seta lograron demostrar que son una buena opción como biosorbente debido a la alta efectividad de (Cr<sup>+6</sup>) y (Mn<sup>+7</sup>) en soluciones acuosas. Logrando con el champiñón una efectividad de 98.1% en dicromato de potasio y un 99.8% con el manganeso, por otro lado el hongo seta presentó una efectividad del 95.8% en el dicromato de potasio y un 98.9% con el manganeso.

**Palabras clave:** biosorción, metales pesados, hongo seta, champiñón.

### Abstract

The use of microorganisms as heavy metal biosorbent offers a potential alternative to existing methods for the detoxification and recovery of toxic metals present in wastewater. Currently the most efficient biotechnological processes use biosorption; Systems are mentioned that use mixtures of microorganisms or plants in order to evaluate the absorption capacity of chromium and manganese, such as the fungi

Agaricusbisporus and Pleurotusostreatus. Tests were carried out in the laboratory with heavy metals in the aqueous solutions that in this case were contaminated with ( $\text{Cr}^{+6}$ ) and ( $\text{Mn}^{+7}$ ). Concentrations of chromium and manganese were analyzed of 10 ppm to 50 ppm and in each of the tests 500 mL of contaminated water to be cleaned was handled in a span of 100 min. Taking tests, with different weights of fungi, which were from 5, 10, 15 and 20 g; performing the measurements with the spectrophotometer every 20 min, for the detection of the absorbance of each of the samples. Based on the results, it is concluded that the use of mushroom and mushroom fungi proved that they are a good biosorbent option due to the high effectiveness of ( $\text{Cr}^{+6}$ ) and ( $\text{Mn}^{+7}$ ) in aqueous solutions. Achieving with the mushroom an effectiveness of 98.1% in potassium dichromate and 99.8% with manganese, on the other hand the mushroom fungus showed an effectiveness of 95.8% in potassium dichromate and 98.9% in manganese.

**Keywords:** biosorption, heavy metals, fungus mushroom, mushroom.

## Introducción

La preservación del medio ambiente representa uno de los mayores desafíos para la humanidad, pues el acelerado desarrollo tecnológico en respuesta a las crecientes demandas y expectativas del hombre, junto al acelerado crecimiento de la población, producen una enorme presión sobre el ecosistema del planeta, que a su vez se traduce en niveles cada vez mayores de contaminación[1]. El tratamiento del agua es el conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua cruda con el fin de remover o reducir sus contaminantes y lograr que sus características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas cumplan las especificaciones contenidas en las normas que regulan la materia, de acuerdo a su uso[2].

En la actualidad, existe una gran preocupación a nivel mundial, debido al censable incremento en los índices de contaminación de efluentes industriales por parte de metales pesados tales como cromo, níquel, cadmio, plomo y mercurio[3,4]. Estas sustancias tóxicas tienden persistir indefinidamente en el medio ambiente, comprometiendo el bienestar y equilibrio no solo de la fauna y la flora existente en dicho ecosistema sino también la salud de las personas residentes en las comunidades aledañas, mediante su acumulación e ingreso a la cadena trófica [5,6]

La bioadsorción, surge como una alternativa que llama la atención en la remoción de iones de metales pesados en los efluentes industriales, ya que, es una tecnología que permite no solo removerlos, si no también, darle un tratamiento a los desechos agrícolas que antes no tenían ninguna utilidad, además, estos materiales biosorbentes son de bajo costo y fácil adquisición[7,8]. Como alternativa surge la posibilidad de utilizar la biomasa viable e inactiva de los hongos lignolíticos que crecen sobre la madera[9,10,11,12,13]. La remoción de metales pesados con este grupo de microorganismos se puede llevar a cabo como proceso activo dependiente del metabolismo, también conocidos como bioacumulación y reacciones de oxidoreducción asociadas con enzimas o de forma pasiva independiente del metabolismo por medio de quelación, quimiosorción, complejación y bioadsorción[14,15]. Esta última se define como la capacidad que tiene la biomasa fúngica viva o inactiva para unir y concentrar metales pesados a partir de soluciones acuosas, la cual puede ser, física o química determinando que la biomasa fúngica actúe como un posible intercambiador de tipo biológico[16].

Recientemente, se ha estudiado el aislamiento de microorganismos resistentes y estudio de la capacidad de remoción y/o reducción de Cr (VI), a partir de sitios contaminados con el mismo metal, como las bacterias *Corynebacteriumhoagii*[17] y *Staphylococcusaprophyticus*[18], las levaduras *Candidasp*[19], *Candida maltosa*[20], y los hongos filamentosos *Penicilliumsp* y *Aspergillussp*. [21][22], *Trichodermainhamatum*[23] y *Aspergillus niger*[25].

Entre los metales pesados, el manganeso (Mn) es ampliamente usado en la producción de acero, baterías, cerámica, en algunos pesticidas, fertilizantes y como aditivo de la gasolina llamado tricarbonilometilciclopentadienilo de manganeso (MMT)[25]. Este metal puede ser encontrado en aguas naturales en la forma más reducida y soluble como Mn (II) y es gradualmente oxidado a la forma insoluble como MnO<sub>2</sub>, generando problemas relacionados con la calidad del agua, tales como turbidez y sabor metálico, entre otros. Adicionalmente, el manganeso en concentraciones elevadas es considerado como tóxico a la salud humana y particularmente afecta al cerebro, causando varios desordenes neurológicos relacionados con el mal de Parkinson's. Por lo tanto, la Organización Mundial de la Salud ha fijado límites específicos de manganeso en aguas de consumo humano de 0,1 mg L<sup>-1</sup>. Los tratamientos convencionales para la remoción de iones manganeso están principalmente basados en procesos fisicoquímicos, tal como la oxidación con cloruro, seguido por la precipitación de MnO<sub>2</sub> y posteriormente el paso de filtración y/o clarificación. Sin embargo, este proceso generalmente utiliza reactivos tóxicos y altos costos operacionales [26].

Por lo anterior el objetivo de este trabajo fue estudiar la capacidad de remoción de Cr (VI) y Mn (VII) en solución acuosa por los hongos *Agaricusbisporus* y *PleurotusOstreatus* para su utilización en la descontaminación o biodegradación de dicho metal en nichos acuáticos contaminados.

## Metodología

### 1. Localización de las tomas de muestra.

Las muestras de hongo se obtienen de la región de Puebla; que se localiza en el centro oriente del territorio mexicano. Al norte 19°14', al sur 18°50' de latitud norte; al este 98°01' y al oeste 98°18' de longitud oeste a una altura promedio de 2,150 metros sobre nivel del mar

### 2. Preparación de la materia prima

Primeramente se realiza la recolección de los hongos, después se recorta el tallo de los hongos, para posteriormente pesarlo y medir los gramos a utilizar; finalmente son triturados.

### 3. Preparación de la solución madre.

Primeramente se seleccionan los dos reactivos que se van a utilizar, en este caso son el dicromato de potasio y permanganato de potasio.

Se procede a pesar en la balanza analítica 10 gramos de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> y 6 gramos de KMnO<sub>4</sub>. Se agregan por separado en un matraz de aforación de 1000 mL. y se afora, de esta forma se obtiene la muestra problema de cada reactivo.

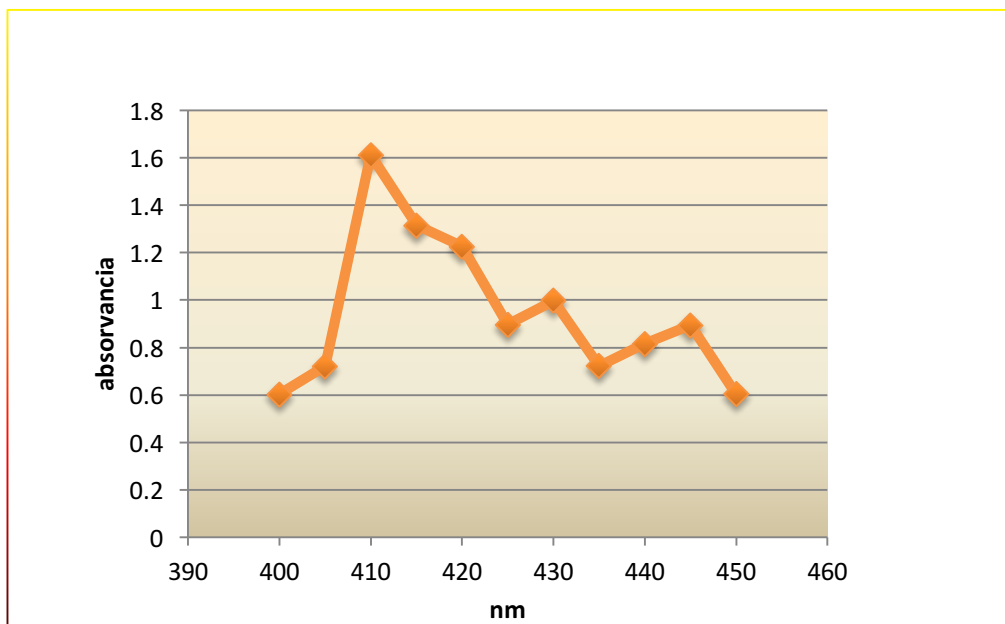
#### 4. Evaluación de los hongos

Para evaluar la eficiencia de los hongos (champiñón y seta), se utilizó el método espectrofotométrico. Primeramente se realiza una curva de barrido, comúnmente las unidades utilizadas son los nanómetros (nm) esta consiste en encontrar la longitud de onda de la radiación. Con esta curva de barrido se obtiene la curva de calibración. Los nanómetros son las unidades con las que se mide en el espectrofotómetro. Para llevar a cabo la evaluación de la biosorción de los hongos champiñón y seta, utilizando muestras de 30 ppm de  $K_2Cr_2O_7$  y  $KMnO_4$ , se lleva a cabo utilizando el espectrómetro UV-VIS Jenway 7305. Las celdas utilizadas son de polímero cuadradas.

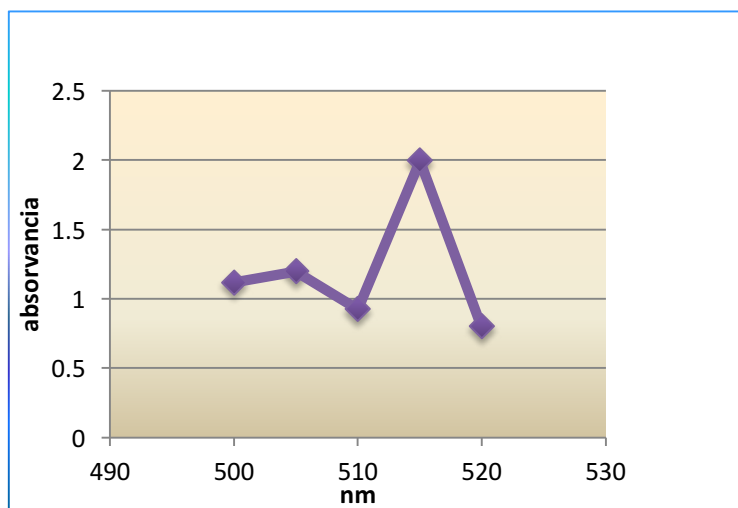
### Resultados

#### *Obtención de la longitud de onda adecuada*

Como se muestra en la figura 1, la longitud de onda máxima del dicromato, la cual se localiza en el punto más alto, que fue encontrado a 410 nm; y para el permanganato esta se localizó en el punto más alto, que fue encontrado a 515 nm como se aprecia en la figura 2.



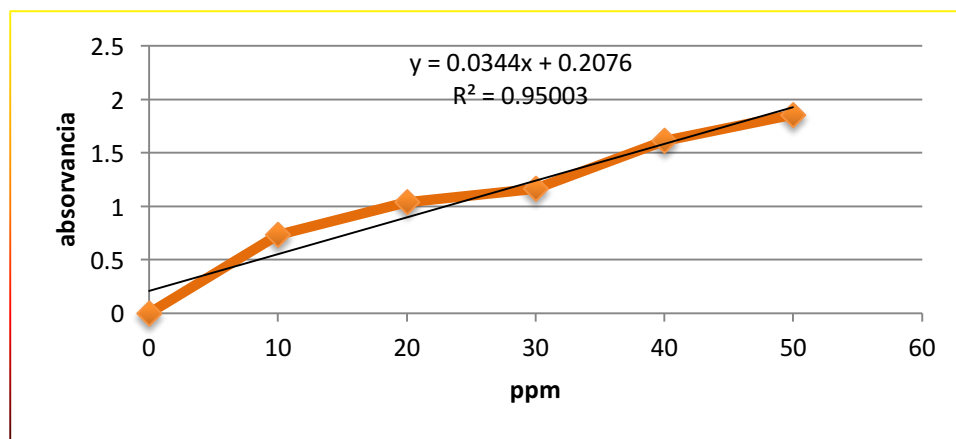
**Figura 1.** Curva de calibración del dicromato de potasio.



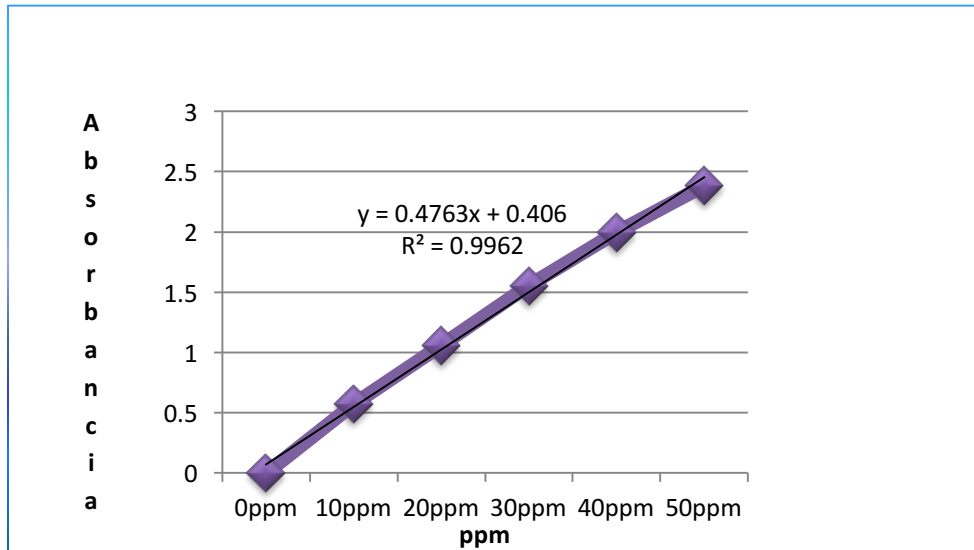
**Figura 2.** Curva de calibración del permanganato de potasio.

*Elaboración de la curva de calibración*

Se realizó la lectura a diferentes concentraciones (10, 20, 30, 40 y 50 ppm) de las dos soluciones madre con la finalidad de obtener los valores de la ecuación de la recta a través del cálculo de regresión lineal. La curva de calibración del dicromato de potasio y del permanganato de potasio se presenta en las figuras 3 y 4; para las cuales se obtuvieron una correlación del 0.95 y 0.99 para el dicromato y permanganato respectivamente.



**Figura 3.** Curva de calibración del dicromato de potasio.

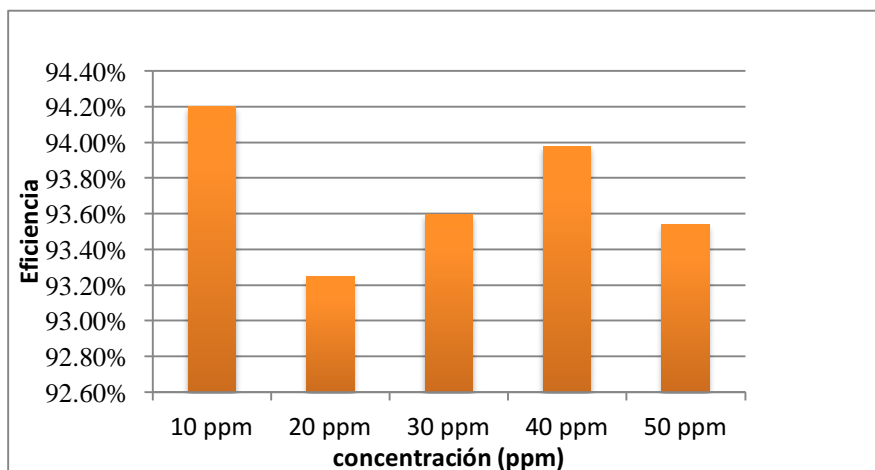


**Figura 4.** Curva de calibración del permanganato de potasio.

*Evaluación de la biosorción del hongo de champiñón*

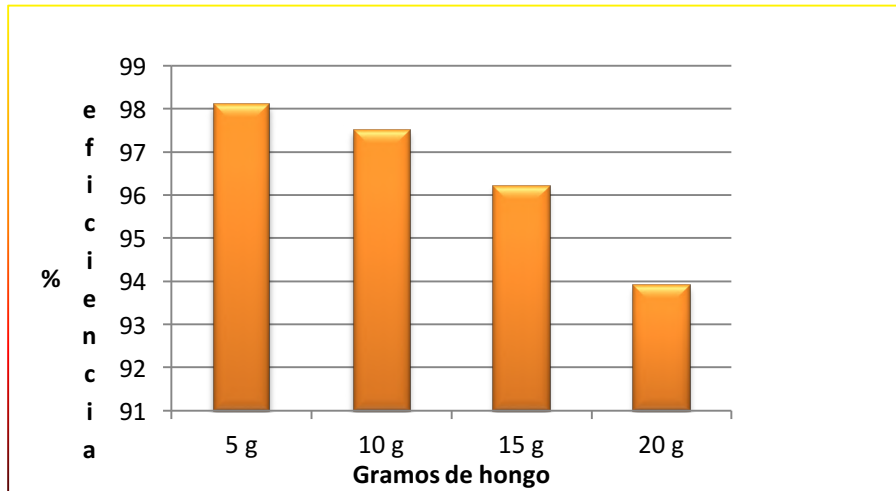
**Para el dicromato( $K_2Cr_2O_7$ )**

De acuerdo a lo obtenido en la figura 5, se tiene que a 10 g de hongo champiñón se logra tener mayor remoción de metal a los 40 min. Con una concentración inicial del 100% a 30 ppm, después de 40 minutos se obtuvo un 92.80% de eficiencia en la remoción de metal. Se logra observar que la mayor capacidad de absorción de se genera en los primeros 40 min. Ya que después de ese tiempo el hongo sufre una saturación y es poca su efectividad.



**Figura 5.** Absorción de dicromato con hongo champiñón a 40 min.

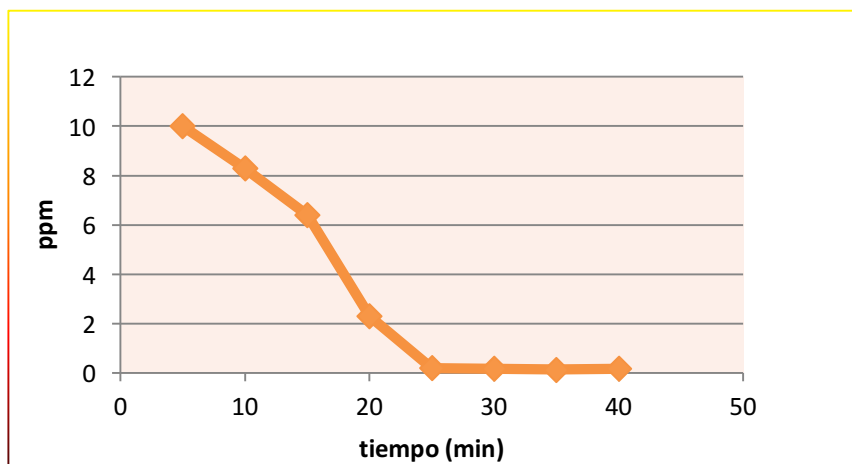
La figura 6 se muestra que los gramos que presentan mayor eficiencia son los 5 g de hongo champiñón. Con lo anterior el mejor tiempo, los gramos más efectivos y la concentración ideal para trabajar se realizó una última prueba (ver figura 7) esta consiste en evaluar la muestra en 40 min y tomar muestras cada 5 minutos, con el fin de conocer cuántas ppm se tienen al inicio de la prueba y a cuál es el resultado final, así como conocer la eficiencia generada.



**Figura 6.**

Absorción de dicromato (gramos de hongo).

De acuerdo a las pruebas realizadas al dicromato de potasio mediante el uso del hongo champiñón se obtiene como resultado que los gramos más efectivos a trabajar son 5 g con una concentración de 10 ppm en un tiempo de observación de 40 min. Teniendo como inicio una concentración de 10 ppm y obteniendo como resultado 0.19 ppm, mostrando así mismo una eficiencia de biosorción del 98.1%; como se muestra en la figura 7.



**Figura 7.** Prueba final de absorción de dicromato

## Para el permanganato(KMnO<sub>4</sub>)

### Evaluación de la biosorción del hongo seta

De acuerdo a lo obtenido en la figura 8, se tiene que a 10 g de hongo seta se logra tener mayor remoción de metal a los 40 min con una concentración inicial del 100 % a 30 ppm, después de 40 minutos se obtuvo un 93.70% de eficiencia en remoción de metal. Se logra observar que la mayor capacidad de absorción se genera en los primeros 40 min, ya que después de ese tiempo el hongo sufre una saturación y es poca su efectividad. Cuando se logra descubrir el mejor tiempo de absorción se da paso al segundo proceso que es descubrir la mejor concentración en ppm y gramos de hongo.

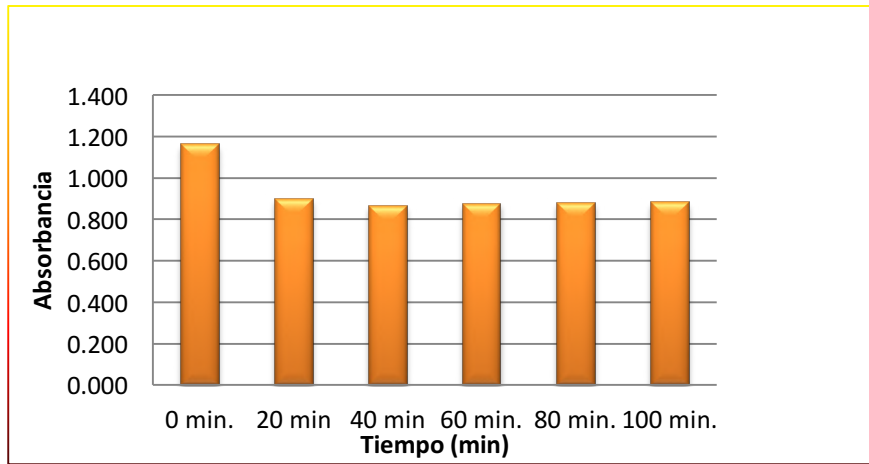
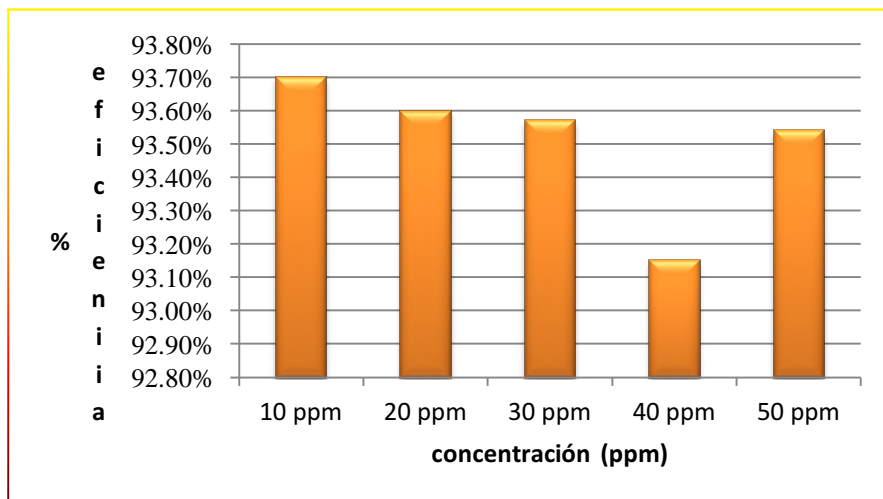


Figura 8.

### Absorción de dicromato con hongo seta

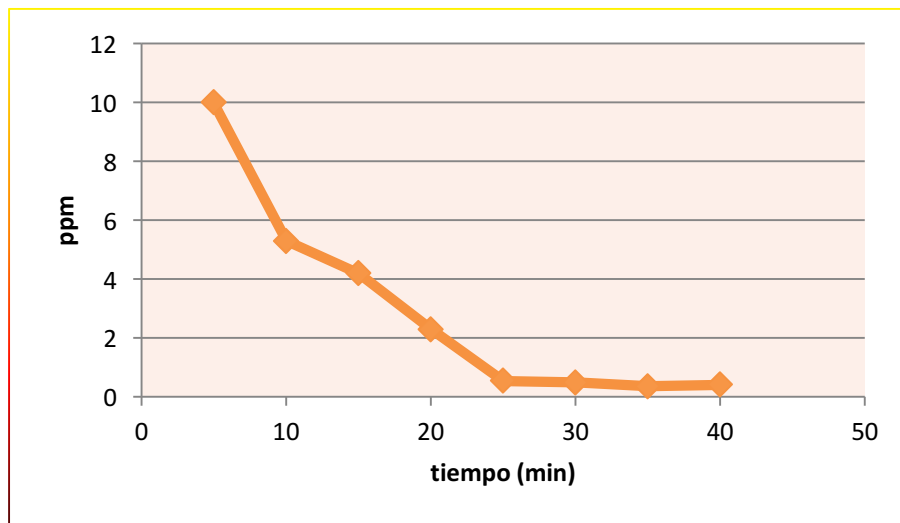
De acuerdo con lo obtenido en la figura 9, se tiene que a 10 g de hongo seta y dejándolo trabajar por un tiempo total de 40 min, se logra observar que la mayor capacidad de absorción se genera trabajando a una concentración de 10 ppm. Una vez conociendo el mejor tiempo y la mejor concentración en ppm se tiene que descubrir los gramos más efectivos.





**Figura 9.** Absorción de dicromato con hongo seta a 40 min.

De acuerdo con las pruebas realizadas al dicromato de potasio mediante el uso del hongo seta se obtiene como resultado que los gramos más efectivos a trabajar son 5 g. con una concentración de 10 ppm en un tiempo de observación de 40 min. Teniendo como inicio una concentración de 10 ppm y obteniendo como resultado 0.42 ppm, mostrando así mismo una efectividad del 95.8%, lo cual se muestra en la figura 10.



**Figura 10.** Prueba final de absorción de dicromato.

### Conclusiones

En este trabajo los hongos *agaricusbisporus* y *pleurotustreatus* demostraron el potencial que presentan en la biosorción de metales de cromo ( $\text{Cr}^{+6}$ ) y manganeso ( $\text{Mn}^{+7}$ ) presentes en soluciones acuosas por las siguientes razones. Es posible captar metales mediante el uso del hongo champiñón, cuando este se dejó trabajando en la solución acuosa de dicromato de potasio, el mejor porcentaje de absorción se logró en el tiempo de contacto entre el biosorbente y el contaminante fue de 40 minutos con una cantidad de 5 gramos de hongo y una concentración de 10 ppm alcanzando un 98.1% de eficiencia, De esta manera observamos que el champiñón presenta una gran capacidad de retención al momento de absorber el cromo. Por otro lado se realizó el mismo procedimiento para dejar trabajar el champiñón, en este caso con el manganeso, cuando se dejó trabajar el champiñón en la muestra problema contaminada con permanganato de potasio, el mejor porcentaje se logró en el tiempo de 40 minutos con una cantidad de 15 gramos de hongo y una concentración de 20 ppm logrando tener un 99.8% de eficiencia. Cuando el hongo seta se dejó trabajar en la solución acuosa de dicromato de potasio, se logró observar que el mejor tiempo de retención se presentó a los 40 min con una cantidad de 5 gramos de hongo y una concentración de 10 ppm alcanzando un 95.8% de eficiencia. Por otro lado se realizó el mismo procedimiento para dejar trabajar el hongo seta en este caso con el manganeso, cuando este entro en

contacto con el agua contaminada se logró observar que el mejor tiempo de retención se presentó a los 40 min con una cantidad de 20 gramos de hongo y una concentración de 20 ppm logrando obtener una efectividad del 98.95%. De esta manera se concluye que el uso de los hongos puede ser una alternativa sustentable ya que Las biomásas fúngicas son naturales y presentan un gran potencial para llevar a cabo la retención de metales por su alta capacidad de acumular iones metálicos de manera eficaz, rápida, son naturales, se pueden obtener en grandes cantidades, son económicas y pueden remover selectivamente diferentes iones metálicos de soluciones acuosas. Con respecto al residuo, que se genera los hongos se puede utilizar o dar tratamiento en una lombricomposta de esta manera se concluye la investigación dando paso a una nueva etapa de investigación.

## **Bibliografía**

- [1] Campos G. J.L, Carrera M. J, Chamy M. R, Jeison N. D, Oyanedel B. V, Poirrier G. P, Roca B. E, Ruiz F. G, Szanton N. M, Zuñiga H. M.V. (2003). *Avances en biotecnología ambiental: Tratamiento de residuos líquidos y sólidos*; Archivos de ingeniería bioquímica vol. 2; pp. 9.
- [2] Cartwright,P. (2009).Tratamientoy reusodel agua enaplicacionescomerciales eindustriales. *AguaLatinoamérica*,9(1), 20–24.
- [3] O. Cartaya, I. Reynaldo, and C. Peniche, “Cinética de adsorción de iones cobre (II) por una mezcla de oligogalacturónidos,” *Rev. Iberoam. Polímeros*, vol. 9, no. 5, pp. 473-479, 2008.
- [4] T. Akar, I. Tosun, Z. Kaynak, E. Kavas, G. Incirkus, and S. T. Akar, “Assessment of the biosorption characteristics of a macro-fungus for the decolorization of Acid Red 44 (AR44) dye,” *J.Hazard. Mater.*, vol. 171, no. 1-3, pp. 865-71, Nov. 2009.
- [5] V. R. García Villegas, A. G. Yipmantin Ojeda, E. G. Guzmán Lezama, R. Pumachagua Huertas, and H. J. Maldonado García, “Estudio de la cinética de biosorción de iones plomo en pectina reticulada proveniente de cáscaras de cítricos,” *Rev. la Soc. Química del Perú*, vol. 77, no. 3, pp. 173-181, 2011.
- [6] U. Farooq, J. A. Kozinski, M. A. Khan, and M. Athar, “Biosorption of heavy metal ions using wheat based biosorbents -a review of the recent literature,” *Bioresour. Technol.*, vol. 101, no. 14, pp. 5043-53, Jul. 2010.
- [7] L. D. Fiorentin, D. E. G. Trigueros, A. N. Módenes, F. R. Espinoza-Quiñones, N. C. Pereira, S. T. D. Barros, and O. A. A. Santos, “Biosorption of reactive blue 5G dye onto drying orange bagasse in batch system: Kinetic and equilibrium modeling,” *Chem. Eng. J.*, vol. 163, no. 1-2, pp. 68-77, Sep. 2010.
- [8] J. Mao, S. W. Won, K. Vijayaraghavan, and Y.-S. Yun, “Surface modification of *Corynebacterium glutamicum* for enhanced Reactive Red 4 biosorption.,” *Bioresour. Technol.*, vol. 100, no. 3, pp. 1463-6, Feb. 2009.

- [9] Dilek F.B., Erbay A. y Yetis U. (2002). Ni(II) biosorption by *Polyporus versicolor*. *Process Biochem.* 37, 723-726.
- [10] Jarosz-Wilkolazka A., Bieta-Malarczyk E., Pirszel J., Skowronski T. y Leonowicz A. (2002). Uptake of cadmium ions in white rot fungus *Trametes versicolor*: Effect of Cd (II) ions in the activity of laccase. *CellBiol. Inter.* 26, 605-613.
- [11] Bayramoglu G., Celik G., Yalcin E., Yilmaz M. y YakupArlica M. (2005). Modification of surface properties of *Lentinussajor-caju* mycelia by physical and chemical methods: evaluation of their Cr 6+ removal efficiencies from aqueous medium. *J. Hazard. Mat.* B119, 219-229.
- [12] Qingbiao L., Songtao W., Gang L., Xinkai L., Xu D., Daohua S., Yuelin H. y Yili H. (2004). Simultaneous biosorption of cadmium (II) and lead (II) ions by pretreated biomass of *Phanerochaetechrysosporium*. *Separat. Purificat. Technol.* 34, 135-142.
- [13] Bayramoglu G., Celik G., Yalcin E., Yilmaz M. y YakupArlica M. (2005). Modification of surface properties of *Lentinussajor-caju* mycelia by physical and chemical methods: evaluation of their Cr6+ removal efficiencies from aqueous medium. *J. Hazard. Mat.* B119, 219-229.
- [14] Kapoor A. y Viraraghavan T. (1995). Fungal biosorption, an alternative treatment option for heavy metal bearing wastewater: A review. *Bioresour. Technol.* 53, 195-206.
- [15] Coulibaly L., Gourene G. y Spiros A. (2003). Utilization of fungi for biotreatment of raw wastewaters. *African J. Biotech.* 2, 620-630.
- [16] Ahluwalia S. y Goyal D. (2007). Microbial and plant derived biomass for removal of heavy metals from wastewater. *Bioresour. Technol.* 98, 2243-2257.
- [17] Vitti, C., A. Pace y L. Giovannetti, *Characterization of Cr(VI) Resistant Bacteria isolated from Chromium-Contaminated Soil by Tannery Activity*, *Current Microbiology*: 46, 1-5 (2003).
- [18] Guillen-Jiménez y otro 4 autores, *Modulation of tolerance to Cr(VI) and Cr(VI) reduction by sulfate ion in a Candida yeast strain isolated from tannery wastewater*, *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*: 35, 1277-1287 (2008).
- [19] Ilham, S., M. N. Nourbakhsh, S. Kilicarslan y H. Ozdag, *Removal of chromium, lead and copper ions from industrial waste waters by Staphylococcus saprophyticus*, *Turkish Electronic Journal of Biotechnology*: 2, 50-57 (2004).
- [20] Ramírez-Ramírez, R. y otros siete autores, *Cr (VI) reduction in a Chromate-resistant strain of Candida maltose isolated from the leather industry*, *Antonie van Leeuwenhoek*: 85, 63-68 (2004).
- [21] Acevedo-Aguilar, F., A. y otros 7 autores, *Analytical speciation of chromium in in-vitro cultures of chromate-resistant filamentous fungi*, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*: 392, 269-276 (2008).

[22] Fukuda, T. y otros 4 autores, *Cr(VI) reduction from contaminated soils by Aspergillus sp. N2 and Penicillium sp. N3 isolated from chromium deposits*, Journal of General Applied Microbiology: 54,295-303 (2008).

[23] Morales-Barrera, L. y E. Cristiani-Urbina, *Hexavalent Chromium Removal by a Trichoderma inhatum Fungal Strain Isolated from Tannery Effluent*, Water Air Soil Pollution: 187, 327-336(2008).

[24] Khambhaty, Y., K. Mody, S. Basha y B. Jha, *Kinetics equilibrium and thermodynamic studies on biosorption of hexavalent chromium by dead fungal biomass of marine Aspergillus niger*, ChemicalEngineering Journal: 145, 489-495 (2009).

[25] U.S. Centers for Disease Control (ATSDR). 2000. "Toxicological Profile for Manganese". [http:// www. Atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp151.html](http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp151.html).

[26]Roccaro P, Barone C, Mancini G, Vagliasindi FGA. Removal of Manganese from Water Supplies Intended for Human Consumption: A Case Study.

## LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE COMPETENCIAS Y SUS DIFERENTES ESTRATEGIAS VERTIENTES.

*Ing. Edi Antonio López, M.E. Susana Astrid López García,*

*Instituto Tecnológico Superior de Naranjos ,Guanajuato S/N Colonia Manuel Ávila Camacho, Naranjos-Amatlan Veracruz*

*edi.antonio@itsna.edu.mx*

Resumen: Con el surgimiento de las tecnologías de la información y la comunicación, la Humanidad ha logrado desarrollar un nivel de conocimientos sin precedente en la historia, constituyéndose éste en el principal recurso con cuenta para enfrentar la degradación de los recursos naturales del planeta. Para lograr que el conocimiento ocupe el papel indicado se requiere la construcción de un nuevo modelo educativo que centre el currículo en el educando, particularmente en el desarrollo de sus competencias, de manera tal que se logre una convergencia entre lo individual y lo social en aspectos ligados a lo cognoscitivo, afectivo y psicológico, que potencien una capacidad adaptativa al entorno generado en los últimos años. Solo así se podrá estimular la creatividad y la innovación para enfrentar los retos planteados por dicho entorno, desde una perspectiva holística y transdisciplinar capaz de superar los modelos educativos heredados del siglo XX centrados en la adquisición de información. En este nuevo marco contextual el papel del docente se debe redefinir, pasando de ser un transmisor de conocimientos a un gestor de ambientes de aprendizaje.

Palabras clave: MODELO EDUCATIVO, VERTIENTES, COMPETENCIAS, CONOCIMIENTO.

Abstract: With the emergence of information technology and communication, Humanity has developed an unprecedented level of knowledge in history, becoming the main resource it has to face the degradation of the planet's natural resources. To achieve that knowledge occupies the indicated role, is required to build a new educational model to center the curriculum on the learner, particularly in the development of their competences, so as to achieve a convergence between individual and social aspects related to the cognitive, emotional and psychological, that enhance adaptive capacity to environment generated in recent years. Only then can stimulate creativity and innovation to meet the challenges posed by such an environment, a holistic and transdisciplinary able to overcome the educational model inherited from the twentieth century focused on the acquisition of information. In this new context within the teacher's role must be redefined, from being a transmitter of knowledge to a learning environment management

Keywords: EDUCATIONAL MODELS, SHEDS, COMPETENCIES, KNOWLEDGE.

### Introducción

Como resultado de la globalización y de la sociedad del conocimiento, las universidades han comenzado a tener un papel estratégico en la formación de profesionales integrales en los distintos campos del

saber. En consecuencia, se ha propuesto un replanteamiento del modelo educativo tradicional que comienza con la necesidad de formar profesionales, basándose en los saberes educativos: Ser, Hacer, Conocer y Convivir.

Tales cambios han conducido a la adopción del enfoque por competencias, en el plano universitario, ya que éste sustenta el proceso de enseñanza-aprendizaje en la articulación de la teoría y la práctica. Dentro de este enfoque resalta también la importancia de los conocimientos previos del estudiante, pues estos juegan un papel clave en su proceso formativo.

Por otra parte, es importante en este nuevo enfoque la importancia del arte, pues no es un ente ajeno a la situación descrita y, a diferencia de otros campos del saber, en este se facilita la adopción de este enfoque, ya que el proceso formativo del artista no se puede limitar a un aula de clase en vista de que se requiere plasmar los conocimientos teóricos en la obra creada. En vista de estos hechos el presente artículo presenta una discusión sobre la necesidad de replantear el modelo educativo tradicional e incorporar el modelo por competencias en el campo de la enseñanza. Metodológicamente la investigación se fundamentó en un diseño bibliográfico sustentado en la revisión de literatura especializada en el campo del modelo educativo basado en competencias, así como en los aspectos vinculados con la enseñanza a nivel universitario. De este modo, cuatro apartados estructuran el cuerpo de este trabajo. En el primero se exponen los principales fundamentos del modelo educativo por competencias; en el segundo se discute su aplicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el plano universitario; en el tercero se presentan los fundamentos que demuestran la necesidad de incorporar el modelo educativo por competencias para la enseñanza-aprendizaje y, para terminar, en el cuarto, se exponen las conclusiones a manera de reflexiones.

### **Los fundamentos teóricos del modelo educativo basado en competencias**

Es preciso indicar que, etimológicamente, el término competencia proviene del latín “*competentia*” que significa competente. Competencia significa “incumbencia, pericia, aptitud o idoneidad para hacer algo o intervenir en un asunto determinado”. También, se encuentra en el estudio realizado para la aplicación del término competencias en el campo educativo[1]. El autor precisa que las competencias permiten movilizar recursos cognitivos desde los siguientes aspectos:

Las competencias como “el conjunto de habilidades, actitudes, valores, emociones y motivaciones que cada sujeto o grupo, colocan en acción en un contexto determinado para satisfacer las demandas particulares en cada situación”.

De lo expuesto se deduce que las competencias abarcan el conjunto de comportamientos que el ser humano desarrolla y demuestra por medio de su capacidad para la resolución de problemas ante determinadas situaciones.

La aplicación del término competencias en el campo educativo supone la integración de tres elementos: “(a) una información, (b) el desarrollo de una habilidad y (c) puestos en acción en una situación inédita”. Por tanto, una competencia se observa sobre la base de los elementos descritos, lo cual implica el dominio de una información determinada, el desarrollo de una habilidad o habilidades y la puesta en práctica de tales habilidades para la resolución de un problema[1].

De este modo, el autor destaca la importancia del enfoque educativo basado en competencias como fundamento del proceso de enseñanza-aprendizaje. No obstante, enfatiza también en la necesidad de analizar los distintos modelos de enseñanza que pudieran aplicarse, como por ejemplo, el aprendizaje significativo, el aprendizaje situado, el aprendizaje colaborativo y el aprendizaje basado en problemas; los cuales deberán seleccionarse en función del campo disciplinario, los objetivos del proceso de enseñanza-aprendizaje, las competencias establecidas en el perfil curricular, entre otros aspectos.

En este contexto, la aplicación del modelo educativo descrito, así como su acumulación en la formación integral, implica la capacitación del docente en competencias, para así promover el desarrollo del contexto adecuado para la enseñanza-aprendizaje desde el modelo por competencias. Este docente comienza a tener el papel de mediador y el estudiante comienza a tener un papel estratégico en su proceso formativo, el cual, en líneas generales, se dirige hacia la construcción de conocimiento pertinente para la resolución de problemas concretos a partir de la integración de la teoría y la práctica, con principios de autonomía, creatividad, interdisciplinariedad y ética[2].

Para enfrentar los retos y los problemas que presenta el contexto, es necesario que el aprendizaje y la enseñanza logren sentido, tanto para el que aprende como para el que enseña, siendo esto un reflejo de la calidad del modelo educativo implementado en las áreas universitarias.

En la actualidad, la Humanidad enfrenta un gran reto en términos de su sobrevivencia. Los recursos naturales ya no pueden ser considerados como inagotables e incluso renovables, lo que nos obliga a tener que plantear una nueva relación con el entorno y, aunque parezca extraño, un proceso de readaptación a las nuevas condiciones, así como un modelo de desarrollo que no puede estar ligado exclusivamente a la extracción de tales recursos. De igual forma, poseemos recursos tecnológicos en abundancia como antes nunca existieron, que permiten un desarrollo y expansión de los conocimientos de manera vertiginosa.

En este contexto, es evidente que el modelo educativo no puede repetir ninguno de los que anteriormente existieron, debe ser remodelado y aunque surja en condición de emergente, deberá ser capaz de permitirnos sobrevivir y desarrollarnos.

El modelo educativo para las próximas generaciones deberá potenciar las capacidades de cada ser humano de manera individual, pero, a la vez, deberá permitir la confluencia de todas estas capacidades individuales como una sola fuerza. El mismo solo se podrá constituir si construimos e implementamos un currículo capaz de direccionar todos los esfuerzos hacia el desarrollo de las competencias de cada persona, donde su desempeño permita utilizar los recursos existentes, materiales y tecnológicos, físicos e intelectuales, cognitivos y emocionales de manera óptima y racional, capaces de potenciar al máximo la dimensión humana, capaz de conocer, interpretar y transformar la realidad, lo que implica estimular la creatividad, la imaginación, el pensamiento divergente, para resolver los problemas que plantea, demanda o se proyectan en el contexto actual y futuro.

La educación, en general, y el aprendizaje, en particular, es mucho más que recolectar conocimientos, o construirlos, debe abocarse a proponer respuestas a los problemas y a las necesidades que enfrentamos en las nuevas condiciones en que vivimos, por lo que se requiere movilizar toda la experiencia acumulada, los saberes de los distintos dominios de conocimiento, de las capacidades de acción, de

interacción, para generar un modelo que integre saberes, acciones, de interacción social y de autoconocimiento, desde una perspectiva integral, holística, dinámica. De ahí la necesidad de un nuevo modelo educativo basado en competencias[2].

### **La necesidad de universidades de un nuevo modelo educativo**

El contexto en el que se desenvuelve la humanidad en la actualidad plantea la necesidad de desarrollar un nuevo modelo educativo que considere los procesos cognitivo- conductuales como comportamientos socio afectivos (aprender a aprender, aprender a ser y convivir), las habilidades cognoscitivas y socio afectivas (aprender a conocer), psicológicas, sensoriales y motoras (aprender a hacer), que permitan llevar a cabo, adecuadamente, un papel, una función, una actividad o una tarea, por lo que el conocimiento debe ser el producto de contenidos multidisciplinarios y multidimensionales [2], que demanden una acción personal de compromiso, en el marco de las interacciones sociales donde tienen y tendrán su expresión concreta.

Frente a este escenario se debe reconocer la importancia del desempeño docente para crear y adecuar diversos métodos didácticos que orienten el desarrollo de sus competencias y su aplicación al contexto sociocultural, donde la evaluación se transforme en una herramienta que procure la mejora del educando y del proceso educativo en general, en vez de ser un mecanismo de medición y de castigo.

Informes como los de la CEPAL y la UNESCO han advertido, desde hace más de veinte años, que el conocimiento se convertirá en el elemento central para la nueva sociedad, incluso en el ámbito de la reproducción material de vida, obligando a la humanidad a desarrollar sus capacidades de innovación y creatividad, [2]. En este marco el papel de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) será determinante para generar mayores posibilidades para la comunicación y el diálogo intercultural generando mayores posibilidades y condiciones de igualdad simbólica, revirtiéndose, así, la posición de rezago o de subordinación que las sociedades latinoamericanas presentan hoy frente al mundo industrializado.

Por ello, el nuevo modelo educativo deberá basarse en las características de la sociedad del conocimiento, lo que demanda integrar las TIC a la práctica docente [3], para retomar los aportes de las ciencias, la tecnología y humanística, al conocimiento en general, valorando sus implicaciones y su inclusión; asimismo, debe reconocer, respetar y atender la diversidad en el aula [3], para poder impulsar una democracia participativa, respetando la diversidad y la individualidad.

### **Un programa educativo basado en Competencias**

El nuevo modelo educativo a desarrollar, requiere ser organizado e implementado con base en el concepto de Competencias, entendiéndolo como la combinación de destrezas, conocimientos, aptitudes y actitudes, y a la inclusión de la disposición para aprender además del saber cómo, posibilitándose que el educando pueda generar un capital cultural o desarrollo personal, un capital social que incluye la participación ciudadana, y un capital humano o capacidad para ser productivo.

Las Competencias deben ser consideradas como parte de la capacidad adaptativa cognitivo-conductual que es inherente al ser humano, las cuales son desplegadas para responder a las necesidades específicas



que las personas enfrentan en contextos socio- históricos y culturales concretos, lo que implica un proceso de adecuación entre el sujeto, la demanda del medio y las necesidades que se producen, con la finalidad de poder dar respuestas y/o soluciones a las demandas planteadas. Estas demandas pueden tener dos órdenes: las sociales para organizar la enseñanza con la finalidad que los educandos logren desarrollar capacidades para resolver problemas, tanto a nivel social como personal[3].

De esta manera, las Competencias a desarrollar contribuirán a dominar los instrumentos socio-culturales necesarios para interactuar con el conocimiento, permitir la interacción en grupos heterogéneos, potenciar el actuar de un modo autónomo y comprender el contexto, lo cual reafirma que las competencias demandarán una acción personal de compromiso, en el marco de las interacciones sociales donde tendrán su expresión concreta.

El enfoque educativo por Competencias conlleva a una movilización de los conocimientos, a una integración de los mismos de manera holística y un ligamen con el contexto, asumiendo que la gente aprende mejor si tiene una visión global del problema que requiere enfrentar. Dado que las Competencias, por su naturaleza, son de carácter personal e individuales, se requiere para su impulso desde el sistema educativo, el conocer y respetar las capacidades meta cognitivas de los educandos[4], lo que implica determinar sus estilos de aprendizaje , el área más significativa de su inteligencia, y abordar los procesos cognitivos e intelectivos que los caracterizan, a través de la organización de actividades en un acto educativo, consciente, creativo y transformador.

Por su naturaleza, las Competencias no se adquieren (o desarrollan) en abstracto, sino a partir de situaciones concretas, en espacios concretos, con y por personas concretas, a través de actividades “concretas” que forman parte del quehacer del educando. De esta manera, la adquisición de una competencia está indisolublemente asociada a la adquisición de una serie de saberes (conocimientos, habilidades, valores, actitudes, emociones, etc.), por parte del sujeto, que demandan de éste: “desempeños voluntarios, conscientes y racionales reflejados en actitudes que demuestran valores éticos”[4].

El modelo educativo por Competencias persigue así una convergencia entre los campos social, afectivo, las habilidades cognoscitivas, psicológicas, sensoriales, motoras, del individuo, lo que significa que el aprendizaje debe potenciar una integración de las disciplinas del conocimiento, las habilidades genéricas y la comunicación de ideas [5], por lo que el educando no solo debe saber manejar sus saberes (conocimientos), sino que también debe tener bajo su control sus interacciones sociales, sus emociones y sentimientos, así como sus actividades y, además, debe ser capaz de reconocer, interpretar y aceptar las emociones y sentimientos de los demás [5].

Dicho modelo educativo enfrenta dos retos: a) el criterio heredado por la sociedad “occidental”, caracterizada por el pensamiento generado en la Grecia clásica, que planteó una división de las “ciencias” en términos de disciplinas, con límites fijos, separando las ciencias “duras” -desde una perspectiva lógico-matemática-, de las ciencias “blandas” -la música, el arte el deporte, etc.- [6], ignorándose, de esta manera, el carácter integral del individuo, en el que coexisten otras inteligencias, que incluyen la cinestésica, la espacial, introspectiva, emocional, etc., inteligencias que contribuyen al desarrollo de determinadas competencias particulares y b) la resistencia mostrada por los remanescentes de la

educación escolástica, basada en la autoridad y la razón, donde el docente es visto como fuente de sabiduría, en tanto el discente es percibido como un ignorante, cuya mente es asumida en calidad una tabla rasa, quien aprendía en tanto lograba grabar y reproducir las enseñanzas de su maestro.

La implementación de un modelo educativo basado en competencias debe tomar en cuenta que él mismo conlleva a una transformación o elaboración continua de las ideas y las creencias, lo que implica una innovación importante, que va a resultar en un cambio, por lo que precisa que las personas encargadas de su implementación re-diseñen el significado de lo que es el aprendizaje, lo que implicará conflictos y desacuerdos que no sólo son inevitables, sino fundamentales para el cambio exitoso .

El cambio del modelo educativo “tradicional” a un modelo basado en Competencias, debe ser realizado con sumo cuidado, ya que las Competencias pueden ser interpretadas desde ópticas muy diferentes [6], por lo que particularmente se les debe diferenciar de la competitividad, entendida ésta como la rivalidad entre los sujetos para alcanzar algún fin o la cualificación del sujeto para el desempeño específico de una función dentro del aparato productivo, tal y como lo plantea, ya que esto podría hacer caer al modelo educativo en un recurso para la instrumentalización del ser humano, producto de una homogenización curricular generada por la globalización, que subordine el desarrollo de las Competencias del individuo a las necesidades de la producción y reproducción de las condiciones materiales de vida , encubriéndose con un discurso que plantee a la educación y los sistemas educativos como medios a través de los cuales la sociedad procura la generación y transmisión del conocimiento y la cultura [7], es decir, las Competencias se deberán desarrollar para garantizar la calidad de vida de la nueva humanidad, y no estar en función exclusiva del aparato productivo.

El modelo educativo. basado en Competencias, plantea el reto de lograr estimular la creatividad, la innovación, la potencialidad que tiene el ser humano para ir más allá de lo que la cotidianidad demanda, crear su propio futuro; lograr sobrevivir, ser capaz de adaptarse a las condiciones que se perfilan para el planeta e incluso poder desarrollarse de una mejor manera [7], como producto de un trabajo que integre la comunicación, explicita las metodologías de trabajo, considere los contenidos (dominios de conocimiento) como instrumentos o herramientas para el desarrollo de la personalidad del sujeto; de manera que todos estos aspectos incidan en la significatividad y funcionalidad de los aprendizajes, tomando en cuenta el perfil del alumnado, para el desarrollo progresivo del currículo en los distintos programas educativos, donde los criterios de evaluación han de informar sobre los tipos y grados de aprendizaje alcanzados y permitir el analizar el por qué y para qué son necesarios y útiles los contenidos de trabajo que se presenten [8].

### **La necesidad de un programa y desarrollo por competencias**

El currículo es el núcleo o centro de la educación en tanto constituye el factor normativo y regulador de los procesos educativos[9], considera que el desarrollo curricular es el proceso de organización sistemática que permite convertir los principios de aprendizaje y mediación en planes de trabajo, actividades, recursos de información y evaluación, basados en consideraciones filosóficas, psicológicas, socio- históricas, culturales, pedagógicas, administrativas, financieras y de recursos humanos.

El desarrollo curricular demanda una participación activa de los distintos actores, aspecto básico de una gestión óptima, donde se genere un clima de liderazgo y trabajo en equipo [9].

El compromiso por procurar que la Humanidad sea capaz de sobrevivir, adaptarse y desarrollarse en un contexto cada vez más hostil, con recursos limitados, pero con gran acceso a la tecnología, demanda un desarrollo curricular capaz de contribuir a potenciar las capacidades de cada individuo para así poder aprovechar al máximo los recursos con que se cuenta, donde el contexto debe ser re-descubierto a partir de los principales bienes con que cuenta la Humanidad en este momento: las capacidades de las personas, [8]. Esto significa que en la sociedad actual (y del futuro), el conocimiento se constituye en el recurso fundamental de la Humanidad, merced a que el mismo reduce la necesidad de recursos materiales, trabajo, tiempo, espacio y recursos, al facilitar la incorporación de la automatización, la realización de operaciones con tecnologías sofisticadas, implicando una mayor versatilidad en el desempeño de las distintas actividades o tareas [9].

El nuevo modelo educativo debe procurar una cualificación del individuo que le permita emprender acciones de planificación, ejecución y control autónomos (Rial, 2007), así como, utilizar los conocimientos y las destrezas y relacionarlos con los procesos y los productos ligados a la motivación, lo que significa potenciar un proyecto ético que fortalezca la unidad e identidad de cada ser humano; contribuir a desarrollar un espíritu emprendedor, a nivel individual y social; orientar las actividades de aprendizaje, enseñanza y evaluación; facilitar el desarrollo y fortalecimiento de habilidades y pensamiento complejo; contribuir a formar personas integrales, holísticas.

Estos principios plantean las ventajas del diseño curricular por competencias sobre cualquier diseño tradicional, ya que promueve el movimiento activo de los conocimientos; motivando al alumno a construir su proceso de aprendizaje en un contexto determinado; dando la posibilidad de profundizar en acciones complejas; potenciando la identificación e interacción de conceptos, métodos, habilidades, valores y hábitos necesarios para abordar los problemas en busca de su solución tanto de manera individual como colectiva, para finalmente posibilitar que el educando construya conocimientos contextualizando el qué, el cómo, el por qué y el para qué, aprender.

Dentro del diseño curricular por Competencias, los programas de formación se deben organizar a partir de las competencias a desarrollar, estableciéndose sobre la base de metas terminales integrales y no solo sobre la base de la acumulación de conocimientos, que a falta de darle un uso efectivo se convierten en conocimientos inertes. Las competencias dependen del contexto, por lo que se describen sobre la base de los aprendizajes esperados de una manera concreta y no sobre la base de criterios generales y etéreos, donde se asume que el sujeto será capaz de integrar los conocimientos y las habilidades adquiridas de manera separada en un todo[10].

Las competencias se clasifican en razón de la capacidad de desempeño efectivo, como la correspondencia entre lo que el sujeto hace y las demandas de la realización de una tarea, considerando: a) el conjunto de acciones que despliega el individuo para resolver o prevenir un problema, b) determinar el orden o secuencia de los pasos a seguir para resolver un problema, c) determinar las condiciones idóneas para el desempeño y d) determinar los criterios de evaluación sobre el desempeño.

A diferencia del diseño curricular tradicional, donde los conocimientos se apilan unos sobre otros [10], en el caso de las competencias el desempeño es el reflejo de cómo se han logrado articular los saberes, las actitudes y las aptitudes del individuo para que éste logre dar un salto cualitativo donde el todo es

algo totalmente diferente a la suma de las partes, puesto que la capacidad de respuesta del individuo está determinada a través del perfil de salida, no en el resultado de una suma parcial de “pequeños desempeños”.

El diseño curricular por competencias se debe considerar desde una perspectiva dialéctica, donde las etapas que se van “alcanzando”, potencian exponencialmente hacia nuevos comportamientos y nuevas competencias cada vez más complejas. Dado que el desempeño en una tarea implica conocimientos, habilidades, actitudes y valores, esto es indicativo de que el logro de la tarea conlleva a cambios en cualesquiera de los elementos constitutivos y, a su vez, el cambio en cualesquiera de los elementos constitutivos de la tarea afecta en su desempeño [10], es decir, la modificación de uno sólo de los elementos con que se pueda describir una competencia o manifestarse su desempeño, afectarán irremediablemente a todos los componentes de la misma, de ahí el carácter complejo de éstas.

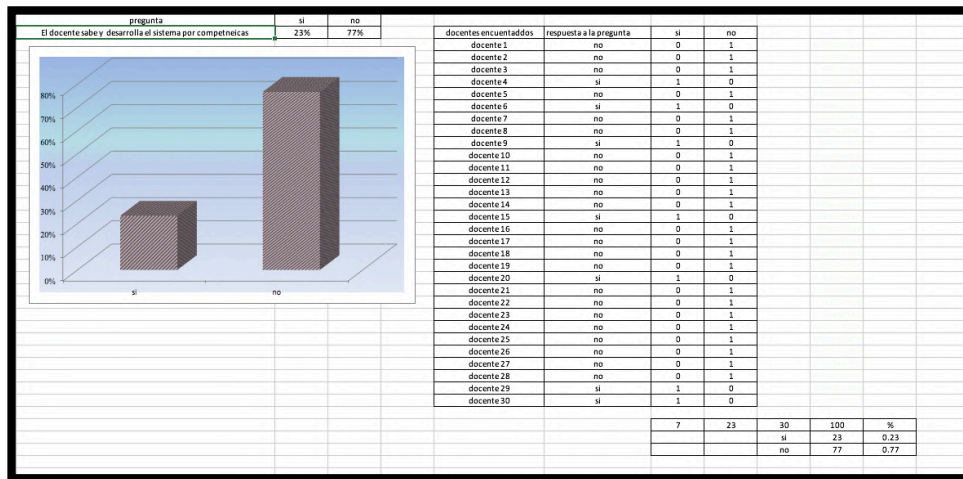
## **Resultados**

Los resultados que se obtuvieron de la investigación afirma que el currículum es un proceso educativo integral que mantiene interdependencia con otros contextos y/o ámbitos de desarrollo del individuo, como el histórico social, relevancia de la ciencia, el humanismo, así como las necesidades mismas del estudiante que aprende, que confluyen y aportan a la formación de la personalidad del alumno. Esto significaría que el desarrollo curricular está compuesto por una serie de elementos que van desde la percepción filosófica sobre qué se quiere con el modelo educativo, hasta elementos de detalle sobre cómo esa percepción se debe poner en marcha.

El modelo curricular no deja de lado las unidades constitutivas de aprendizaje, pero no las ve como entes aislados que se agregan en una suma cuantitativa, sino como parte de una acumulación cualitativa. En este sentido, las unidades constitutivas del aprendizaje no son eslabones de una cadena, son cadenas por sí mismas que unidas producen una cadena de distintas características a cada una de sus antecesoras.

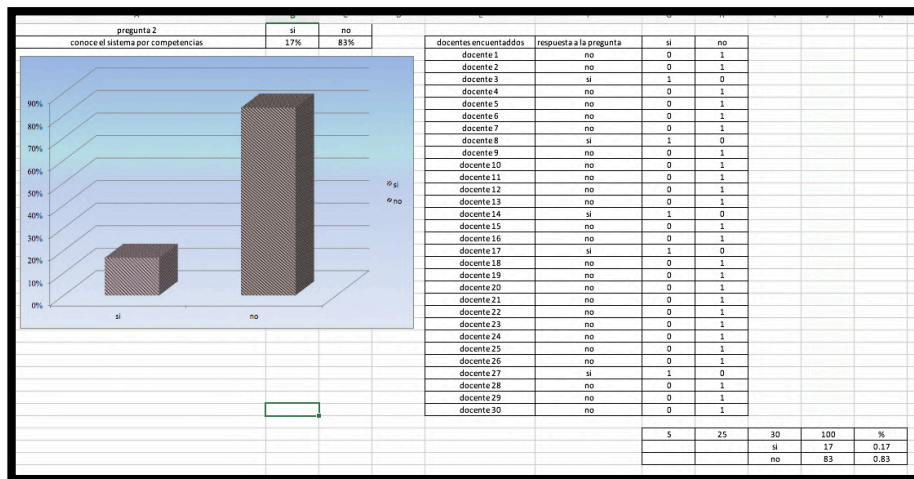
El desarrollo de las Competencias sólo será posible en tanto los docentes conozcan y desarrollen los estilos de aprendizaje de sus alumnos, lo cual demanda de éstos el que ayuden a los educandos a resolver problemas reales, a distinguir lo superficial de lo significativo, a que se conozca más a sí mismo, así como sus capacidades, cualidades y limitaciones, ya que para el desarrollo de las Competencias, el educando no solo debe saber manejar sus saberes (conocimientos), sino que también debe tener bajo control sus interacciones sociales, sus emociones y sentimientos, así como sus actividades y, además, debe ser capaz de reconocer, interpretar y aceptar las emociones y los sentimientos de los demás.

Tabla 1. Desarrollo de competencias



En la presente tabla se refleja que la mayoría de los docentes encuestados no cuentan con las bases para desarrollar dicho sistema por competencias.

Tabla 2. Docentes encuestados



La mayoría de los encuestados no conocen este sistema por competencias, por lo cual se les dificulta aplicarlo a sus clases diarias y aun mas evaluar a los alumnos que se están formando hoy en día por este sistema.

### Conclusiones

Las ideas expuestas indican que la sociedad de hoy, caracterizada por cambios y transformaciones rápidas en tiempos cortos con exigencias nuevas, requiere una educación superior que vaya más allá de la simple información. Se necesitan instituciones universitarias abiertas para formar seres humanos

integrales, capaces de estimular con sus actitudes y aptitudes la construcción de conocimiento en el aula, aptos para resolver problemas, abiertos a nuevas iniciativas y dispuestos a acompañar los procesos de humanización y, además, que puedan desplazar el pragmatismo y la fría tecnología.

El propósito de esta propuesta conceptual es una invitación para que los docentes universitarios vinculados con la enseñanza adopten un modelo pedagógico socio-formativo, con actitud crítica y creativa en la implementación del modelo de competencias y sus diferentes estrategias didácticas para así favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. En consecuencia, se promueve el replanteamiento de los modelos educativos tradicionales por modelos más adecuados y pertinentes para la construcción de conocimiento en el aula, lo cual se realiza con principios de autonomía, ética, solidaridad, análisis crítico, emprendimiento, entre otros.

En este sentido la universidad asume un papel importante al contribuir a a enlazar la disciplina y la necesidad de formar profesionales capaces de insertarse en un mundo laboral competitivo y cambiante que, sin duda, exige prepararse con idoneidad para el trabajo en cada especialidad. El compromiso universitario para satisfacer la demanda del mercado laboral consiste en formar un talento humano con competencias para desempeñarse en este campo, así como para vivir en sociedad.

## **Bibliografía**

1. Abad, Javier. (2009). *Usos y funciones de las artes en la educación y el desarrollo humano: En Jiménez, Lucina, et al. Educación artística, cultura y ciudadanía Colección Metas Educativas 2021, Madrid: Santillana.*

2. Araujo, Carmen (2010). *La socialización e institucionalización del arte. (Tesis Doctoral) Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. Disponible en: [http://padron.entretemas.com/Tesistas/Araujo\\_Arte.pdf](http://padron.entretemas.com/Tesistas/Araujo_Arte.pdf).*

3. Argudín, Yolanda. (2005). *Educación basada en competencias. México: Trillas.*

Bourdieu Pierre Félix (2002). *Campo de poder, campo intelectual. Itinerario de un concepto. Buenos Aires: Montessor.*

4. Bruner, Jerome. (1998). *Realidad mental y mundos posibles. España: Gedisa.* Chomsky, Avram Noam. (1970). *Aspectos de la teoría de la sintaxis. Madrid: Aguilar.*

5. EDUCERE - **Artículos Arbitrados** - IN 1316-491 - A o 1 - N 66 - Mayo - Agosto 16 1 - 4

6. Durán, Sylvia. (1998). *La educación artística y las actividades culturales, publicado en el volumen dos de Un siglo de Educación en México. México: Pablo Latapí Sarre.*

7. Eisner, Elliot W. (1995). *What artistically crafted research can help us to understand about schools, Educational eory, 45 (1), 1-13.*

8. Ferreira, Kleyton Carlos. & Lima, Pablo. Gómez. (2013). *Proyecto Tuning América Latina en las universidades brasileñas: características y ámbitos en el área de la educación. Paradigma, 34(1), 083-*

096. Recuperado: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1011-22512013000100006&lng=es&t- lng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1011-22512013000100006&lng=es&t- lng=es). [Consulta: 2016, febrero, 29]

9. Frade Rubio, Laura. (2009). *Desarrollo de competencias en educación: desde preescolar hasta bachillerato*. (2 ed.) México: Inteligencia educativa.

10. Fragoso, Luzuriaga, Rocío. (2013) *Las competencias en la enseñanza de las artes en la educación superior* Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo Publicación Digital N°10

## RIESGOS EN EL SECTOR EDUCATIVO

*Ing. Edi Antonio López, M.E. Susana Astrid López García*

*Instituto Tecnológico Superior de Naranjos, Guanajuato S/N Colonia Manuel Ávila Camacho, Naranjos-Amatlan Veracruz*

*Edi.antonio@itsna.edu.mx*

### Resumen

Para realizar este artículo se asistió a la Escuela Secundaria General N° 1 “José María Rosas Zumaya” del municipio de Naranjos -Amatlan Veracruz con la finalidad de que se permitiera hacer un simulacro en esta institución. Se comenzó haciendo un análisis de riesgo en donde se obtuvieron gráficas que nos mostraban los accidentes más destacados dentro de dicha área de trabajo que fue el laboratorio, por este motivo se hizo una plática de sustancias peligrosas y el equipo que se debía utilizar para utilizar cada una de ellas, así como las medidas que se debían tomar si pasaba algún accidente. Se hizo un lay-out de toda la institución en donde se le agregó la señalización necesaria, las rutas de evacuación, los puntos de reunión, para después pintar en la escuela estas señalizaciones. Se llevó a cabo la capacitación de las brigadas de búsqueda y rescate, contra incendio, primeros auxilios y comunicación, cada una de estas brigadas estuvo conformada por diferentes números de alumnos y docentes, de la secundaria general número 1 “José María Rosas Zumaya”. Contando con la participación de estos alumnos y del personal es como se pudieron hacer dichas capacitaciones, logrando que cada uno de estos aprendiera lo más básico, pero más importante de cada brigada, detectando así los riesgos educativos existentes.

Palabra clave: brigada, riesgos, educación, simulacro

### Summary

Keyword: brigade, risks, education, simulacrum

To make this article attended the General Secondary School No. 1 "José Maria Rosas Zumaya" of the municipality of Naranjos -Amatlan Veracruz with the purpose of allowing a simulation in this institution. We began by doing a risk analysis where graphs were obtained that showed us the most prominent accidents within that area of work that was the laboratory, for this reason a talk was made of dangerous substances and the equipment that should be used to use each one of them, as well as the measures that should be taken if an accident happened. A lay-out was made of the entire institution where the necessary signage, evacuation routes, meeting points were added, and then these signs were painted at the school. The training of the search and rescue, fire, first aid and communication brigades was carried out, each of these brigades was made up of different numbers of students and teachers from the general secondary school number 1 "José Maria Rosas Zumaya". Counting on the participation of these students and staff is how they could be made such training, making each of them learn the most basic, but most important of each brigade, thus detecting the existing educational risks.



## **Introducción**

En el siguiente informe se muestra cómo es que se llevaron a cabo las capacitaciones para las brigadas correspondientes a un simulacro, las cuales fueron Brigada de búsqueda y rescate, primeros auxilios, brigada de comunicación, brigada de evacuación y brigada de contra incendio. Dichas capacitaciones se dieron en la escuela secundaria general número 1 “José María Rosas Zumaya”. Se llevaron a cabo en diferentes días, del mes de mayo. Es muy importante que se tengan este tipo de conocimientos dentro de cualquier establecimiento, debido a que siempre se tiene que estar preparado para cualquier suceso que se pueda presentar por dicho motivo es que se decidió impartir dichas capacitaciones a diferentes alumnos de esta escuela. Nos apoyamos en AMEF, y distintos diagramas, para llevar a cabo el análisis dentro de la escuela y ver cuáles son los riesgos más comunes. Se encontrará una lista con todas las actividades que se realizaron para llevar a cabo las capacitaciones y todo el proyecto, en estas actividades destaca la información que se utilizó para capacitar al personal. También, se encontrará la información correspondiente a la institución donde se llevó a cabo el proyecto. De igual manera, se muestran los resultados que se obtuvieron a la hora de realizar el mapa de riesgos indicando la mayor cantidad de riesgos en el área educativa.

### **¿Qué es un simulacro?**

Simulacro es una simulación que se realiza normalmente para concientizar a las personas sobre las acciones a llevar adelante en caso de que ocurra un siniestro. Es practicar las medidas de seguridad, de orden, de priorización para que en el caso de que ocurra dicha catástrofe todas las personas involucradas sepan qué hacer ordenadamente y sin entrar en pánico. Un simulacro puede ser la simulación de un posible hecho futuro, cómo un sismo, incendio o cualquier tipo de situación grave que necesite evacuar a personas localizadas dentro de un espacio cerrado que represente peligro y sean llevadas a puntos estratégicos para evitar posibles peligros para las personas. Esta clase de procedimientos sirve para hacer una evaluación de las condiciones de seguridad y los tiempos en los que un lugar puede ser evacuado en caso de producirse alguna emergencia. Para ello deben estar señalizadas las rutas de evacuación y debe estar preparado todo el equipo que se utiliza ante una catástrofe (máscaras, extintores, botiquines, sillas de ruedas). Luego de estas simulaciones se realiza una evaluación para determinar si el complejo evacuado cumple con todas las normas necesarias para garantizar la protección y la seguridad de las personas. Los simulacros de evacuación cuentan con supervisión por parte de protección civil de la ciudad y ellos son quienes avalan si cumplen todos los requisitos. [1]

### **Importancia de un simulacro.**

Los simulacros de emergencias constituyen una herramienta muy útil para la adquisición de buenos hábitos en situaciones de emergencia. Y es éste, el principal motivo por el que un simulacro no debe dejarse a la improvisación, y debe estar ensayado y entrenado de forma que se eviten situaciones peligrosas no controladas, y ayude a actuar con control y prontitud. [2]

El simulacro tiene por objetivos: Definir la forma de actuar, tanto a la hora de detectar la emergencia como a la hora de dar respuesta a la misma, ya que cada emergencia requiere una respuesta diferente para la evacuación y para el confinamiento.

Implantar la cultura preventiva mentalizando de la importancia de los problemas relacionados con la seguridad y salud. [2]

### **Acta constitutiva:**

Un acta constitutiva es el documento necesario y obligatorio para la formación legal de una organización o sociedad, que debe estar redactada y contener datos fundamentales según algunos parámetros comunes, y debidamente firmada por quienes serán integrantes de la sociedad. Desde organizaciones deportivas, de actividad sin fines de lucro, no gubernamentales, organizaciones empresariales y comerciales, de trabajo cooperativo, cualquiera sea el tipo y finalidad de la organización es necesaria un acta constitutiva. [3]

### **¿Qué es un Riesgo?**

El riesgo se define como la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. Los factores que lo componen son la amenaza y la vulnerabilidad.

Amenaza es un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales. La amenaza se determina en función de la intensidad y la frecuencia.

Vulnerabilidad son las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza. [4]

Tipos:

Riesgos de daños: Son aquellos que provocan pérdidas o daños en los bienes o efectos personales. Estos riesgos pueden ser causados por accidentes, incendios, robos u otras circunstancias. [5] Así como los daños pueden existir por varias causas, las aseguradoras también ofrecen seguros de daños para pérdidas producidas en distintos tipos de bienes, desde buques y aviones hasta teléfonos celulares. [5]

Riesgos de Responsabilidad Civil: Son los riesgos que puede tener una persona por haber causado daños a otras personas o a sus bienes involuntariamente. [5] Una persona podría ser responsable de causar daños al vehículo de otra persona en un accidente de tránsito, o a los ocupantes de ambos vehículos. [5]

Riesgos personales: Son aquellos que producen daños en la integridad de las personas y que provocan pérdidas económicas importantes para ellos o sus familias. [5]

Los AMEFs fueron formalmente introducidos a finales de los 40's mediante el estándar militar 1629. Utilizados por la industria aeroespacial en el desarrollo de cohetes, los AMEFs y el todavía más detallado Análisis Crítico del Modo y Efecto de Falla (ACMEF) fueron de mucha ayuda en evitar errores sobre tamaños de muestra pequeños en la costosa tecnología de cohetes. [6] . Los Beneficios de

implantación de AMEF en un sistema son:

Identifica fallas o defectos antes de que estos ocurran. Reducir los costos de garantías.

Incrementar la confiabilidad de los productos/servicios (reduce los tiempos de desperdicios y re-trabajos).

Procesos de desarrollo más cortos.

Documenta los conocimientos sobre los procesos.

Incrementa la satisfacción del cliente. El AMEF puede aplicarse a cualquier proceso en general en el que se pretendan identificar, clasificar y prevenir fallas mediante el análisis de sus efectos, y cuyas causas deban documentarse. [6] **Análisis de riesgo.** El análisis de riesgo es el uso sistemático de la información disponible para determinar la frecuencia con la que determinados eventos se pueden producir y la magnitud de sus consecuencias. Mediante la exploración de todo el espacio de posibles resultados para una situación determinada, un buen análisis de riesgo puede identificar peligros y descubrir oportunidades. Un análisis del riesgo no solo examina la situación actual, sino que pregunta qué puede salir mal. Analiza la probabilidad de que surjan problemas nuevos o de que empeoren amenazas o debilidades existentes, y su impacto potencial. El análisis del riesgo es necesario a fin de elaborar planes para situaciones imprevistas y de emergencia.[7]

### **Diagrama de Pareto.**

El Diagrama de Pareto constituye un sencillo y gráfico método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que lo son menos (los muchos y triviales).

Las ventajas del Diagrama de Pareto pueden resumirse en:

Permite centrarse en los aspectos cuya mejora tendrá más impacto, optimizando por tanto los esfuerzos.

Proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas. Ayuda a evitar que se empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras y ser resueltas.

Su visión gráfica del análisis es fácil de comprender y estimula al equipo para continuar con la mejora. [8]

### **¿Cuándo se utiliza?**

Al identificar un producto o servicio para el análisis para mejorar la calidad.

Cuando existe la necesidad de llamar la atención a los problema o causas de una forma sistemática.

Al identificar oportunidades para mejorar.

Al analizar las diferentes agrupaciones de datos (ej: por producto, por segmento, del mercado, área geográfica, etc.)

Cuando los datos puedan clasificarse en categorías. Cuando el rango de cada categoría es importante. [9]

### **Brigadas de emergencia.**

Se requiere que las empresas cuenten con una organización interna que permita prever y en su caso atender cualquier contingencia derivada de emergencia, siniestro o desastre. La integración de las Brigadas de Emergencia permitirá contar con personas responsables y capacitadas, que tomarán medidas y acciones para prevenir siniestros y en su caso mitigar los efectos de una calamidad. Las Brigadas son grupos de personas organizadas y capacitadas para emergencias, que serán responsables de combatirlas de manera preventiva o ante eventualidades de un alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre, dentro de una empresa, industria o establecimiento y cuya función está orientada a salvaguardar a las personas, sus bienes y el entorno de los mismos. [10]

### **Tipos de brigadas de emergencia:**

Brigada de Evacuación. Brigada de Primeros Auxilios. Brigada de Prevención y Combate de Incendio.

Brigada de Comunicación.

De acuerdo a las necesidades del centro de trabajo, las Brigadas pueden ser multifuncionales, es decir, los brigadistas podrán actuar en dos o más especialidades. [10].

### **Características de los brigadistas:**

- |   |                                                                |
|---|----------------------------------------------------------------|
| 5 | Vocación de servicio y actitud dinámica.                       |
| 6 | Tener buena salud física y mental.                             |
| 7 | Disposición de colaboración.                                   |
| 8 | Don de mando y liderazgo. Conocimientos previos de la materia. |

Estar consciente de que esta actividad se hace de manera voluntaria y motivado para el buen desempeño de esta función. [11]

### **Brigada de Evacuación.**

Lleva a cabo las medidas para el repliegue o el desalojo de las personas a una zona de menor riesgo ante la amenaza o presencia de una emergencia. [10]

Las funciones y Actividades de la Brigada son: Implementar, colocar y mantener en buen estado la señalización del inmueble, lo mismo que los planos guía. Dicha señalización incluirá a los extintores, botiquines e hidrantes

Contar con un censo actualizado y permanente del personal.

Dar la señal de evacuación de las instalaciones, conforme las instrucciones del coordinador general. Participar tanto en los ejercicios de desalojo, como en situaciones reales.

Verificar de manera constante y permanente que las rutas de evacuación estén libres de obstáculos.

Contar con un listado de personal que presenten enfermedades crónicas y tener los medicamentos específicos para tales casos. Reunir a la brigada en un punto predeterminado en caso de emergencia, e instalar el puesto de socorro necesario para atender el alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre.

Proporcionar los cuidados inmediatos y temporales a las víctimas de un alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre a fin de mantenerlas con vida y evitarles un daño mayor, en tanto se recibe la ayuda médica especializada. Entregar al lesionado a los cuerpos de auxilio. Realizar, una vez controlada la emergencia, el inventario de los equipos que requerirán mantenimiento y de los medicamentos utilizados, así como reponer estos últimos, notificando al jefe de piso

Mantener actualizado, vigente y en buen estado los botiquines y medicamentos. [11]

Coordinar el regreso del personal a las instalaciones en caso de simulacro o en caso de una situación diferente a la normal, cuando ya no exista peligro. Coordinar las acciones de repliegue, cuando sea innecesario. [11]

### **Brigada de primeros auxilios.**

Es responsable de proporcionar asistencia médica y apoyo inmediato a los lesionados ante la ocurrencia de una emergencia. [10]

Las funciones y Actividades de la Brigada son:

### **Brigada de Prevención y Combate de Incendios.**

Se encarga de realizar el control de incendios de manera inicial. Los integrantes de la brigada contra incendio deben ser capaces de:

Reconocer si los equipos y herramientas contra incendio están en condiciones de operación.

El coordinador de la brigada debe contar con certificado de competencia laboral, expedido de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica de Competencia Laboral de Servicios contra incendio, del Consejo de Normalización para la Certificación de Competencia Laboral. [11]

## Funciones y actividades de la Brigada:

Intervenir con los medios disponibles para tratar de evitar que se produzcan daños y pérdidas en las instalaciones como consecuencia de una amenaza de incendio. Vigilar el mantenimiento del equipo contra incendio.

Vigilar que no haya sobrecarga de líneas eléctricas, ni que exista acumulación de material inflamable.

Las funciones de la brigada cesarán, cuando arriben los bomberos o termine el conato de incendio. [11]

## Brigada de Comunicación.

Las funciones y Actividades de la Brigada son: Contar con un listado de números telefónicos de los cuerpos de auxilio en la zona, mismos que deberá de dar a conocer a todo el personal. Hacer las llamadas a los cuerpos de auxilio, según el alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre que se presente.

Emitir después de cada simulacro reporte de los resultados para toda la empresa, a fin de mantenerlos actualizados e informados en los avances de la empresa en materia de Protección Civil. [11]

## Resultados, planos, gráficas, prototipos, manuales, etc. Resultados obtenidos en base al análisis de riesgo.

De acuerdo al AMEF analizado se procedió a elaborar diagramas de pareto para identificar los lugares mas vulnerables que se encuentran como zona de riesgo:

*1.salones En la presente gráfica se muestran los diferentes riesgos encontrados en los 18 salones que existen en la Sec. General No. 1 “José María Rosas Zumaya”. Se encontraron 4 riesgos dentro de los salones y se muestran desde el incidente mayor al menor, por lo cual, el riesgo más propenso a tener es la “electrocución”.*



Figura 1.- Riesgos encontrados en salones

2.- *Riesgos encontrados en el Taller de estructuras metálicas, electrotecnia y corte electrocución debido a las conexiones y maquinas que se ocupan para operar las materias.*

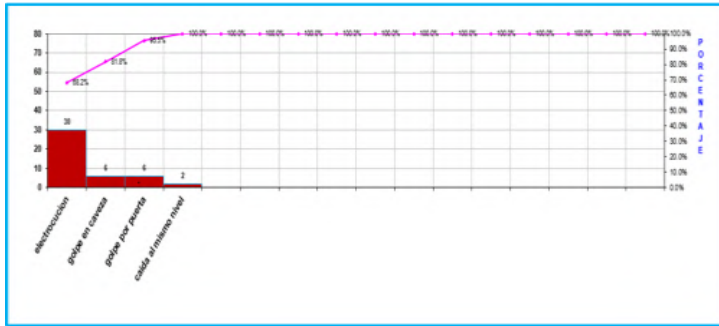


Figura 2.- Taller de estructuras metálicas, electrotecnia, corte

3.- *Taller de cocina En el taller de cocina que pertenece a la escuela Secundaria General No. 1 José María Rosas Zumaya se encontraron 5 riesgos y se muestran desde el incidente mayor al menor, por lo cual, el riesgo más propenso a tener es la “electrocución”.*

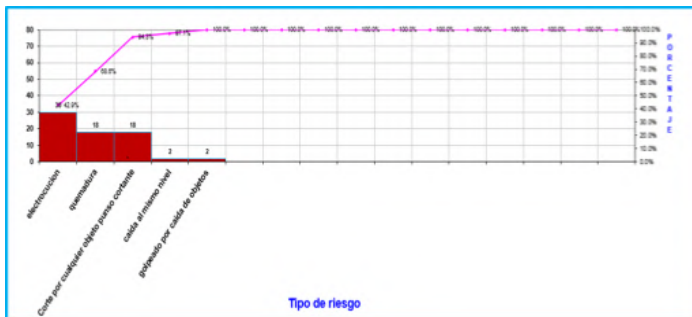


Figura 3.- Riesgos encontrados en el Taller de cocina

4.- *Taller de computación y dibujo En la presente grafica se muestra que la electrocución es el riesgo más vulnerable en este taller de computación y dibujo.*

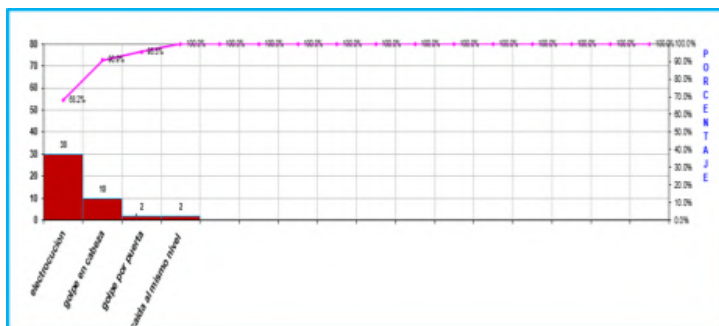


Figura 4.- Riesgos encontrados en el taller de computación

5.- Canchas: En la presente gráfica se muestran los diferentes riesgos encontrados en las diferentes canchas pertenecientes a la Sec. General No. 1 José María Rosas Zumaya. Se encontraron 3 riesgos dentro de las diferentes canchas y se muestran desde el incidente mayor al menor, por lo cual, el riesgo más propenso a tener es una caída en el mismo nivel y un golpe a la cabeza

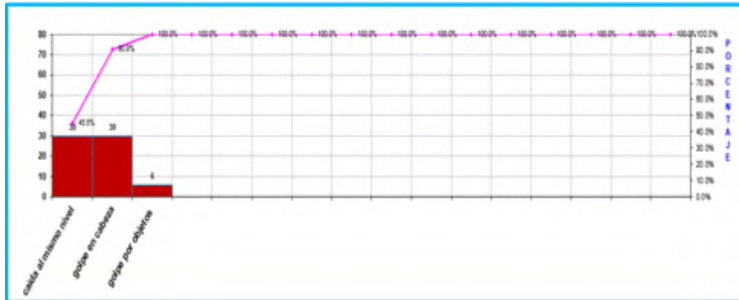


Figura 5.- Riesgos encontrados en la cancha

6.- Laboratorio: En la presente gráfica se muestran los diferentes riesgos encontrados en el laboratorio que pertenece a la Sec. General No. 1 José María Rosas Zumaya. Se encontraron 6 riesgos dentro del laboratorio, por lo cual, el riesgo más propenso a tener es el manejo de materiales y sustancias tóxicas.

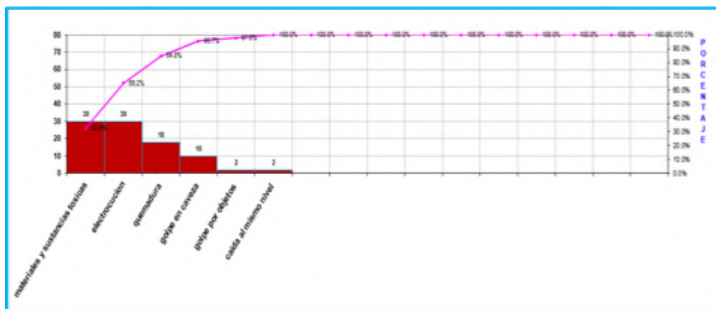


Figura 6.- Riesgos encontrados en el laboratorio

En las siguientes tablas se muestra el número de personas que han sido capacitadas de acuerdo a las brigadas asignadas.

Brigadas	Número de personas
Primeros auxilios	
Búsqueda y rescate	10
Contraincendios	6
Comunicación	6
Evacuación	18
Heridos	2



## **Agradecimientos:**

A la Escuela Secundaria General N° 1 “José María Rosas Zumaya” del municipio de Naranjos – Amatlan, Veracruz así como a sus docentes y alumnos que por la colaboración obtenida para la realización de este artículo.

## **Conclusiones**

Se lograron los objetivos de capacitar al personal y alumnado de la institución para que estos conocieran los puntos básicos sobre qué hace una brigada a la que cada quien pertenecía y así mismo reducir los riesgos que existen educativos. Esto se vio reflejado el día del simulacro que se vivió de manera práctica todo lo explicado días anteriores. Se obtuvo inesperadamente mucha aportación por parte de la mayoría del alumnado para participar en las distintas brigadas, así como la participación de algunos docentes y de la directiva de la institución, de igual qué forma se determinó que la mayoría de los riesgos que existen en la educación a nivel medio superior son de tipo de daños, así como también de responsabilidad civil.

## **Fuentes de información.**

[1]. ¿Qué es un simulacro?, Diccionario actual. Recuperado el día 01 de junio del 2018 de <https://diccionarioactual.com/simulacro/>

[2]. ¿Qué importancia le das al simulacro?, wordpress.com. Recuperado el día 01 de junio del 2018 <https://tunosdiferencias.wordpress.com/2013/04/02/que- importancia-le-das-alsimulacro-que-objetivos-tienen-los-simulacros/>

[3]. ¿Qué es un acta constitutiva?, definicion.mx. Recuperado el día 01 de junio del 2018 de <https://definicion.mx/acta-constitutiva/>

[4]. Definición del Riesgo, CIFEN. Recuperado el día 01 de junio del 2018 de [http://www.ciifen.org/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=84&Itemid=336&lang=es](http://www.ciifen.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=84&Itemid=336&lang=es)

[5]. Tipos de riesgo, equivida.com. Recuperado el día 03 de junio del 2018 de <http://www.equivida.com/vida-segura/tipos-riesgo>

[6]. AMEF, LEANSOLUTIONS. Recuperado el día 03 de junio del 2018 de <http://www.leansolutions.co/conceptos/amef/>

[7]. Análisis de riesgo, Palisade. Recuperado el día 03 de junio del 2018 de [http://www.palisadelta.com/risk/analisis\\_de\\_riesgo.asp](http://www.palisadelta.com/risk/analisis_de_riesgo.asp)

[8]. Diagrama de Pareto – Herramientas de la Calidad, AITECO. Recuperado el día 04 de junio del 2018 de <https://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/>

[9]. Diagrama de Pareto, gestiopolis.com. Recuperado el día 04 de junio del 2018 de <https://www.gestiopolis.com/diagrama-de-pareto/>

[10]. Brigadas de emergencia, Ecured.com. Recuperado el día 04 de junio del 2018 de [https://www.ecured.cu/Brigadas\\_de\\_Emergencia](https://www.ecured.cu/Brigadas_de_Emergencia)

[11]. Brigadas de evacuación, slideshare.com. Recuperado el día 04 de junio del 2018 de <https://es.slideshare.net/pjgreza932/brigadas-de-evacuacion>.

## LOS SIETE HÁBITOS DE LA GENTE ALTAMENTE EFECTIVA COMO UNA PROPUESTA DE APLICACIÓN A LA EDUCACIÓN SUPERIOR POR COMPETENCIAS

*Brenda Castro Pérez, María del Pilar Rodríguez García, Sarai García Pérez.  
Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico de Veracruz (ITVer), Miguel Ángel de Quevedo No. 2779,  
Veracruz, Ver.*

*ing.pilardz@gmail.com*

### Resumen

El presente documento da a conocer la metodología de los 7 hábitos de la gente altamente efectiva, invita a la aplicación de la misma en interrelación con los diferentes escenarios académicos que el TecNM tiene para la formación integral de los profesionistas que se encuentran dentro del SNIT. Y también lleva a la reflexión del quehacer docente, ya que educar por competencias y en hábitos no es tarea sencilla, sin embargo, el actuar día a día bajo estos modelos de excelencia permite obtener mejores resultados educativos.

### Palabra clave: Hábitos, capital humano, competencias, educación

The present document discloses the methodology of the 7 habits of highly effective people, invites the application of the same in interrelation with the different academic scenarios that the TecNM has for the integral formation of the professionals that are within the SNIT. And it also leads to the reflection of the teaching task, since to educate by skills and habits is not an easy task, however, acting day by day under these models of excellence allows to obtain better educational results.

### Keywords: habits, human, competitions, edutation

### Introducción.

Todos los organismos oficiales nacionales e internacionales existentes hacen hincapié en la importancia que tiene la educación para las futuras generaciones desde el contexto que presenta el Foro Mundial sobre la Educación 2015 con visión hacia el 2030, donde Irina Bokova directora general de la UNESCO señala:

“...esta Declaración es un enorme paso adelante. Refleja nuestra determinación de velar por que todos los niños, jóvenes y adultos puedan adquirir el conocimiento y las habilidades necesarios para vivir dignamente, **desarrollar su potencial** y contribuir a la sociedad como ciudadanos mundiales responsables... Además, reafirma que la educación, como derecho humano fundamental, es la clave para la paz y el desarrollo sostenible en el mundo”.

Siguiendo estas declaraciones y alineándolas con los preceptos que busca el Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos (SNIT) donde hacen referencia a que “no sólo afirmamos que la educación es

clave para el desarrollo económico y social, sino que es componente innegable de la vida democrática del país para lograr una distribución más justa y equitativa de los bienes y los beneficios al llevar oportunidades educativas a las comunidades y sectores menos favorecidos, garantizando el acceso y la permanencia de los jóvenes estudiantes de las clases sociales más vulnerables, así como a las regiones donde predomina la población indígena, a fin de disminuir las brechas sociales y económicas y promover la equidad” y a su vez el Tecnológico Nacional de México (TecNM) orienta todo el modelo educativo siglo XXI hacia la formación y desarrollo de competencias profesionales que impulsen la actividad productiva en cada región del país, la investigación científica, la innovación tecnológica, la transferencia de tecnologías, la creatividad y el emprendedurismo, para alcanzar un mayor desarrollo social, económico, cultural y humano. Bajo lo cual están seguros de que los egresados serán aptos para contribuir en la construcción de la sociedad del conocimiento, participar en los espacios comunes de la educación superior tecnológica y asumirse como actores protagónicos del cambio. Todo esto con un enfoque que lleve a los alumnos a desarrollar habilidades para ser altamente efectivos en su desarrollo estudiantil y laboral a futuro formando así de manera integral a los futuros profesionistas del mundo, es que ubicamos esta *propuesta educativa integral de trabajo*.

Dado lo anterior, nos encontramos en un contexto actual donde la educación superior, en particular la tecnológica en el país, se incorpora a la gestión del conocimiento, la adaptación continua, el aprendizaje individual, grupal y organizacional. Los modelos de aprendizaje, se diseñan y participan respondiendo a las necesidades del mercado, la economía actual y futura incorporando la elegibilidad y la idoneidad, mismas que juegan un papel muy importante para incorporar a las personas a las organizaciones. Así surge entre los condicionantes de las organizaciones, las competencias profesionales que facilitan al capital humano a enfrentar los cambios que día a día se presentan en los diversos escenarios, en los cuales se requiere sí de conocimientos, pero aún más de habilidades específicas en los puestos, actitudes, motivaciones, trabajo en equipo, diversidad cognitiva, entre otros.

Hablar de educación es retomar el concepto de “aprendizaje”, acción de todos los días, de aprender a desaprender y a aprender, y luego generar conocimiento. Conocimiento que en lo futuro deberá ayudar a las organizaciones, cuales quiera que estas sean, a competir y permanecer en ambientes globalizados cada vez mas cambiantes. Aspecto importante que llevará a los ambientes organizacionales al establecimiento de la administración del conocimiento y la capacitación como nueva forma de trabajo que potencie espacios de empoderamiento y colaboración que ayude a disminuir incertidumbres, tomar decisiones sistémicas, realizar procesos de benchmarking, entre otros.

Así es como surge cada vez más la necesidad de la gestión por competencias, la alineación de las competencias individuales con las de la organización; personas que deberán estar preparadas para enfrentar entornos cambiantes y complejos de la actualidad. Las competencias por tanto, se estudian desde los 70’s con las predicciones que los teóricos han realizado respecto al desempeño / preparación del trabajo y la educación media superior y superior, para con el capital humano que obtendrá interdependencia persona - empresa en el mundo actual y futuro.

Las competencias, bien definidas, promueven las estrategias de los mercados laborales y financieros. Para lograr esta alineación, la educación superior tecnológica responde a las crisis formativas de profesionales en el mundo. Permean el desempeño diferenciador, cuanti cualificable para el desempeño

eficiente y efectivo de los futuros profesionistas y profesionales egresados del TecNM. Lo anterior, porque se entiende que las competencias son:

“...una características subyacente de un individuo que está causalmente relacionado con un criterio referido de efectividad y/o a un desempeño superior en un trabajo o situación” (Alles, 2001 citando a Spencer y Spencer, 1993).

Es así, como los docentes y responsables de la educación en el TecNM, deben favorecer la movilización de conocimientos, habilidades y destrezas de los estudiantes, a través de los diversos programas que favorecen la comprensión de que dicha integración ayuda al logro de los objetivos, tanto personales como organizacionales. Idoneidad, referida a valores, actitudes, motivación y atributos; pensamiento sistémico y demás constructos de aplicación diaria en la resolución de problemas e innovación, lo cual nos lleva al campo de los hábitos e inteligencia emocional.

El hábito lo entenderemos como la “...intersección de conocimiento, capacidad y deseo” (Covey, S., 1990). Componente importante del carácter donde interactúan el qué hacer, por qué hacer, cómo hacer y querer hacer; y que generan la efectividad, de una persona. Y la inteligencia emocional, siguiendo a Goleman, como la “...capacidad de reconocer nuestros propios sentimientos y los de los demás, de motivarnos y de manejar adecuadamente las relaciones”.

Todo lo anterior, **educación - aprendizaje - competencias - hábitos - inteligencia emocional**, se considera deben marcar un continuo de maestría personal, de efectividad, equilibrio, mejora continua interdependiente y consciente, en donde los docentes tienen mucho por realizar.

En el marco de este contexto continuo interdependiente, es que se ha decidido empezar a actuar de manera deliberada integrando los conocimientos propios de la formación de los estudiantes del TecNM - los programas diseños para tal fin - y el ejercicio consciente de la docencia. Actividad profesionalizante de la enseñanza que tiene grandes retos, retos generacionales siempre y hoy día, ante la primera generación que no necesita recurrir a una figura de autoridad para obtener acceso a la información, primera generación global del mundo, con características propias que deberán dentro de las organizaciones, según el World Economic Forum, reciclar y mejorar sus capacidades considerablemente para aprovechar el máximo de las oportunidades de crecimiento que ofrece la 4a. Revolución industrial.

### **Propuesta metodológica.**

Para la UNESCO “la educación transforma vidas”, y es el eje principal donde se basan los modelos educativos con proyección al 2030; una de las metas a cumplir dentro de los objetivos que se plantean con respecto a el Desarrollo Sostenible no. 4, corresponde a la educación superior: acceso igualitario a la educación técnica-profesional y superior, para en el 2030 asegurar el acceso en condiciones de igualdad para todos los hombres y las mujeres a una **formación técnica, profesional y superior de calidad**, incluida la enseñanza universitaria.

Dentro de esta educación superior de calidad y bajo la línea de la UNESCO enfocada en que la educación de calidad fomenta la creatividad y el conocimiento, propicia el desarrollo de competencias y el desarrollo de aprendizaje flexible; el Modelo Educativo que el Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos ha estructurado, es un enfoque hacia la formación y el desarrollo de competencias

profesionales, regido por la premisa de **formar capital humano de alto nivel**; por tal motivo para el SNIT llevar a cabo la aplicación de conocimientos a situaciones concretas para resolver problemas reales, la gestión de información e interacción entre diversos campos de estudio, el **trabajo interdisciplinario y colectivo**, el manejo de tecnologías de la información y la comunicación, las técnicas autodidactas y la reflexión ética, favorecen la construcción de un enfoque que facilita la formación y el desarrollo de competencias profesionales de los estudiantes inscritos en las instituciones del SNIT.

Así mismo otra de las metas de Desarrollo Sostenible no. 4 que es proyectada del 2015 al 2030, refiere a aumentar sustancialmente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento, lo que hace a esto estar alineado a lo que busca el Tecnológico Nacional de México (TecNM) orientando todo el modelo educativo siglo XXI hacia la formación y desarrollo de competencias profesionales abarcando aspectos de manera integral.

Y es donde desarrollar el potencial de los alumnos ciudadanos del mundo es el principal objetivo de todas las organizaciones y naciones, donde el empoderar a las futuras generaciones se convierte en la razón primordial de los docentes y encargados de la educación en las instituciones y es así, citando a Covey como podemos encontrar la razón tan importante de transmitir a los alumnos las competencias necesarias para la vida, “usted aprende mejor cuando enseña a alguien. Enseñar crea un compromiso que da nuevo significado al rol de aprender”.

La propuesta de Stephen Covey (1990) plantea una efectividad que se cimienta en el equilibrio que va de la dependencia a la interdependencia, a través del aprendizaje y el cambio constante de la persona como tal adaptándose a los diferentes ambientes que se le presentan. Proceso diario de excelencia personal, único, que compartirá y llevará a la excelencia organizacional. Proceso también progresivo y nada fácil dentro de los contextos propios de la adolescencia (etapa promedio de los estudiantes del SNIT); crisis de la edad adulta (promedio de los docentes del SNIT); y contextos mundiales en crisis social y económica de cambio y adaptación, donde se busca día a día índices de felicidad en el yo - nosotros social; factor de confianza a través de aspectos intangibles, cualidades emocionales y sensaciones que pueden ser transmitidos, consciente e inconscientemente, y generar determinados comportamientos sociales.

Siguiendo a Goleman, Covey y Tal Ben Shahaar, entre otros, cambio es pensar en personas, actores hoy de la educación, docente - alumno; eje que inspira en la aplicación del modelo de “Los 7 hábitos de la gente altamente efectiva” en el Instituto Tecnológico de Veracruz (ITVer). Modelo que primeramente se debe aplicar como elección y autodomínio maximizando las oportunidades de aprendizaje. El primer camino a la independencia el modelo lo determina como “proactividad”, iniciativa y responsabilidad de la propia vida; conocimiento, control y mantenimiento de compromisos donde se atiende y escucha a nuestra propia persona obteniendo la habilidad de decidir respuestas. Reto de suma importancia con la generación actual (80's - 2000), llamados millennialls, donde una de sus características es requerir la aprobación constante, la impaciencia.

El segundo precepto del modelo es “empezar por un fin”, comprensión clara de lo que se quiere, inscripción o reinscripción de la misión / objetivos; reto claro ante la motivación millennial de “ser alguien, hacer algo, crear y aportar”. Oportunidad de fortalecer una identidad donde los actores de la educación comparten deseos y necesidades básicas. Por tanto, “establecer prioridades”, tercer momento del modelo, favorece la administración del tiempo, la negociación, el delegar, entre otras actitudes necesarias e imprescindibles para atender crisis, problemas, obtener resultados y dar un salto a la independencia. Todo ello necesario para el empleado del futuro 2022, según el reporte de los empleados del futuro (World Economic Forum).

Este paso de lo privado a lo público enmarca una formulación de preguntas correctas que influyen sobre el comportamiento para alcanzar resultados, aumentando emociones positivas donde la creatividad, la productividad, el potencial, se aumentan. Se plantean metas futuras, con logros imaginados, modelos a seguir conociendo las fortalezas individuales y planteando expectativas en algo que funciona. Ello da paso al liderazgo interpersonal, al “ganar - ganar” (cuarto principio del modelo propuesto por Covey), liderazgo positivo que lleva a culturas de alto rendimiento donde la confianza es decisiva, la adaptación y las emociones positivas; proceso en donde lo esperado de las características millennial serán lo mejor de la historia, dado su aspecto ecológico, espiritual, interétnico. La habilidad de la comunicación eficaz, la escucha, “el comprender y ser comprendido”, ese trato persona - persona, creara culturas y formas de vida donde se compartirán significados globales que se deben llevar a la asertividad, es decir, a la conducta equilibrada de expresar pensamientos, sentimientos de forma ética (honesta, correcta y directa).

Es así como llegamos al 6o. hábito, la “sinergia”, ambiente que deberá estar impulsado a los retos, al hacer conjunto, clave de la interdependencia. Por último, se nos presenta la “autorenovación”, la trascendencia, la transición personal, la respuesta de la interacción constante de uno con los otros, resultado de todo un esquema de compromiso, trabajo diario congruente y solidario; por tanto, factor de expresar nuestro carácter logrando el efecto que se espera.

### **Resultados esperados.**

Considerado la aplicación de la metodología propuesta en los 7 hábitos de efectividad de Covey y vinculado a las experiencias académicas que el TecNM crea para el desarrollo e integración de sus estudiantes al mundo laboral, se genera autoconfianza y responsabilidad; sentido de vida y fortalecimiento de la identidad no solo de los estudiantes sino también de los docentes involucrados y de todo los actores que apoyan la docencia en SNIT.

Los actores se centran en lo que funciona, incrementan los niveles de energía y motivación y hacen posible el cambio, la adaptabilidad. Actitudes que pueden aportar la diferencia competitiva en el SNIT y las organizaciones con las que interactúan.

La propuesta interdisciplinaria y de activación de las diversas experiencias académicas a través del recorrido curricular de los alumnos serán palanca para responder a las demandas del mundo actual y futuro, generando nuevos modelos dinámicos, flexibles, de desarrollo de competencias y generador de resultados de competitividad y formación integral.

## **Conclusiones.**

Considerando que el reto actual de la educación es erradicar el entendimiento de que una persona generará su más anhelado éxito gracias a la educación cognitiva única y exclusivamente, con la aplicación del modelo de los 7 hábitos y el entendimiento actual del contexto laboral, se crea la alternativa para engranar cultura, mecánica (procesos), estructura, motivación, el cual llevará a la mejora continua y el entendimiento de que no solo lo cognitivo requiere atención.

Analizar, aplicar y comprobar las expectativas que ofrece la Tutoría, los proyectos integradores, la educación dual, la movilidad académica, entre otros, ayudará a ver el potencial de los actores, a cultivar el cambio y los compromisos, incrementar la confianza. Con ello se responde a la gestión del autoconocimiento, el emprendimiento, el compromiso ciudadano, vinculando el espacio educativo al entorno.

Generar comportamientos de alto rendimiento no es fácil y menos en los contextos actuales; ser y hacer consciente cada día de las cosas positivas trazara una trayectoria de progreso. Comportamientos no imposibles de llevar a cabo, por tanto, aplica día a día cada uno de los pasos del modelo, aprende y reaprende; formula preguntas correctas.

Docente, planteate: “Yo soy la posibilidad de...”.

## **Bibliografía**

*Covey, Stephen. “Los 7 hábitos de la gente altamente efectiva”. 1990.*

*Dirección General de Educación Superior Tecnológica. “Modelo educativo para el siglo XXI: formación y desarrollo de competencias profesionales”. 2012*

*UNESCO “Declaración de Incheon y marco de acción ODS 4 - educación 2030”. 2015.*





# TECNOCIENCIA

Innovación y Desarrollo