

# I+D = DINÁMICA DEL SABER

REVISTA ELECTRÓNICA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

DISPONIBLE EN: <http://www.ittehuacan.edu.mx/images/stories/revista/IDDINAMICA-DEL-SABER-NO8-2.pdf>

ISSN: 2448-8356

Año 8, No. 1. Octubre 2018 - Septiembre 2019.

SEP

SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



## **DIRECTORIO**

**M. E. YEYETZIN SANDOVAL GONZALEZ**

**Directora**

**M. A. C. RODOLFO CRESCENCIANO MEDRANO CASTILLO**

**Subdirector Académico**

**M. I. E. BERTHA LETICIA FRANCO SALAZAR**

**Subdirectora de Planeación y Vinculación**

**M. C. IVÁN ARAOZ BALTAZAR**

**Subdirector de Servicios Administrativos**

## **CONSEJO EDITORIAL**

**PRESIDENTA**

**M. I. E. BERTHA LETICIA FRANCO SALAZAR**

**Subdirectora de Planeación y Vinculación**

**SECRETARÍA TÉCNICA**

**L. A. G. NORMA ALICIA GIL MEDRANO**

**Jefa del Departamento de Comunicación y Difusión**

**MIEMBROS**

**M.I. LUIS CARLOS ORTUÑO BARBA**

**Jefe del Centro de Información**

**L. C. RAFAEL FLORES MENDOZA**

**Jefe de la División de Estudios Profesionales**

**M. C. JUAN CARLOS VÁSQUEZ JIMÉNEZ**

**Jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación**

**ING. MARTIN ERICK ROMERO PÉREZ**

**Jefe del Departamento de Recursos Materiales y Servicios**

## I+D=DINÁMICA DEL SABER

I+D=DINÁMICA DEL SABER es una revista anual editada y publicada por el Tecnológico Nacional de México, por medio de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Tehuacán, la cual tiene como propósito difundir los resultados de trabajos de investigación y de experiencias profesionales, en un espacio multidisciplinario de expresión científica y tecnológica.

Toda correspondencia deberá enviarse a Libramiento Tecnológico S/N, A.P. 247, C.P.75770, Col. Santo Domingo, Tehuacán, Puebla, México, tel. (238)380 33 76, [www.ittehuacan.edu.mx](http://www.ittehuacan.edu.mx). [posgrado@ittehuacan.edu.mx](mailto:posgrado@ittehuacan.edu.mx).

### **Lectores**

Esta revista está dirigida a Estudiantes, Profesionales e Investigadores de las áreas de Ingeniería y Tecnología, Tecnologías de la Información, Ciencias Naturales, Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Ciencias Económico-Administrativas y Ciencias de la Educación.

### **Información Legal**

La revista I+D=DINÁMICA DEL SABER, Año 8, No. 1. Octubre 2018, es una publicación anual, editada y publicada por el Tecnológico Nacional de México, dependiente de la Secretaría de Educación Pública, a través del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán. Avenida Universidad 1200, Quinto Piso, Colonia Xoco, Delegación Benito Juárez, Ciudad de México, C.P. 03330, Tel. (55)3601-7500 Extensión. 65064, [d\\_vinculación05@tecnm.mx](mailto:d_vinculación05@tecnm.mx). Editor responsable División de Estudios de Posgrado e Investigación. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2015-091717173900-203 e ISSN: 2448-8356, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Responsable de la última actualización de este Número: División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Tehuacán. Libramiento Tecnológico S/N, A.P. 247, C.P.75770, Col. Santo Domingo, Tehuacán, Puebla, México, Tel. (238)380 33 76, [www.ittehuacan.edu.mx](http://www.ittehuacan.edu.mx) [posgrado@ittehuacan.edu.mx](mailto:posgrado@ittehuacan.edu.mx).

Su objetivo principal es difundir los resultados de trabajos de investigación y de experiencias profesionales de alumnos y personal adscrito al Tecnológico Nacional de México, así como de las diversas organizaciones educativas, de investigación o productivas, nacionales y extranjeras que deseen participar, en un espacio multidisciplinario de expresión científica y tecnológica.

Para su publicación los artículos son sometidos a arbitraje, los autores participantes son responsables directos del contenido de sus artículos, asumen toda responsabilidad por la publicación de estos, motivo por el cual, no representa necesariamente el punto de vista de la Institución y los editores de la publicación se declaran exentos de toda responsabilidad relacionada con el contenido de los mismos.

Esta es una revista de Acceso Abierto (Open Access). Los usuarios tienen derecho a bajar, leer, copiar e imprimir los artículos de la revista con la condición de citar la fuente y de que se respeten los derechos de autor.

## **MENSAJE EDITORIAL**

La Revista I+D=DINAMICA DEL SABER, tiene como propósito la difusión y divulgación de los trabajos científicos y tecnológicos que documentan las diferentes áreas del conocimientos de profesores e investigadores procedentes de diversas instituciones públicas y privadas así como centros de investigación nacionales.

Los artículos incluidos en la revista I+D=DINAMICA DEL SABER, fueron presentados en el IV Foro Nacional de Investigación Multidisciplinaria FIMTEH 2018, evento organizado por el personal adscrito a la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Tehuacán, en donde participaron profesores e investigadores exponiendo de manera detallada los resultado de sus indagaciones, los artículos previamente fueron minuciosamente revisados y seleccionados por un comité de arbitraje integrado por profesionales de reconocido prestigio académico.

La revista I+D= DINÁMICA DEL SABER, contribuye con las demandas de divulgación pertinentes de la región, permitiendo difundir el conocimiento científico y las nuevas tecnologías favoreciendo así al desarrollo y la innovación de los sectores productivo, de servicios y social

En esta la Edición de la revista se presentan 27 artículos que corresponden a diferentes temáticas distribuidas en:

- Ingeniería y Tecnología
- Ciencias Económico – Administrativas
- Ciencias de la Educación
- Ciencias de la Salud

Se agradece a todos los participantes sus valiosas aportaciones y comentarios, los cuales nos servirán para mejorar la calidad del Foro y de la Revista.

ATENTAMENTE  
***¡ORGULLOSAMENTE TEC!***

**COMITÉ EDITORIAL**

## COLABORADORES EN LA EDICIÓN DE ESTA REVISTA

### Cuerpo Académico

#### ITTEH-CA-2 - Gestión y Competitividad Empresarial

Miriam Silvia López Vigil	misilovi@hotmail.com
Ramón Matías López	rmatiaslopez@yahoo.com.mx
Héctor Santos Alvarado	hsalvarado@hotmail.com

### Cuerpo Académico

#### ITTEH-CA-4 - Sistemas de Manufactura

María de Jesús Oregán Silva	maoregansilva@hotmail.com
Serafín Reyes García	sreyes110@hotmail.com
Juan Carlos Vásquez Jiménez	jcvazquezj@hotmail.com
Asunción Adriana Arango Perdomo	asuncionadriana@gmail.com
Enrique Bravo Cruz	candanedoseor@hotmail.co

### Cuerpo Académico

#### ITTSSNA-CA-1 – Tecnología y automatización de procesos

Filemón Carreño Reyna	filemoncr_77@hotmail.com
Ana Cristina Pérez González	gonper13@hotmail.com
Lorena Santos Espinosa	lsantose03@gmail.com

### Cuerpo Académico

#### BUAP-CA-93 - Evaluación, Manejo y Conservación de Sistemas Agroproductivos y Forestales

Rosalía del Carmen Castelán Vega	crumara@hotmail.com
Gladys Linares Fleites	gladyslinares1@yahoo.es
Marco Antonio Marín Castro	marco.marin@correo.buap.mx
Jenaro Melquiades Reyes Matamoros	jenaro.reyes@correo.buap.mx
Rolando Rueda Luna	rolando.rueda@correo.buap.mx
Jesús Armando Ruiz Careaga	ajcareaga@gmail.com
José Adrián Saldaña Munive	adrian.saldana@correo.buap.mx
José Víctor Rosendo Tamaríz Flores	jose.tamariz@correo.buap.mx
María Guadalupe Tenorio Arvide	tenorio.arvide@correo.buap.mx
José Antonio Ticante Roldán	antonio.ticante@correo.buap.mx
Edgardo Torres Trejo	etorres23@hotmail.com
Miguel Ángel Valera Pérez	valeraperezmiguelangel@gmail.com

## COMITÉ DE ARBITRAJE

Dr. Rolando Rueda Luna	Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas Instituto de Ciencias Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Dr. Jenaro Reyes Matamoros	Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas – Instituto de Ciencias Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Dr. José Adrián Saldaña Munive	Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas – Instituto de Ciencias Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Dr. Edgardo Torres Trejo	Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas Instituto de Ciencias Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Dra. María del Consuelo Flores Yañez	Facultad de Estomatología Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
M. C. Lorena Santos-Espinosa	Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan
M. C. A. Ana Cristina Pérez González	Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan
M. I. I. Amparo Rossana Gámez Espíndola	Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan
M. S. C. Julio Cesar Rojas Nando	Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio
Dr. Yair Romero Romero	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Complejo Regional Sur
Dra. Miriam Silvia López Vigil	Instituto Tecnológico de Tehuacán
Dr. Sotero Alejandro Gil Cepeda	Instituto Tecnológico de Tehuacán
Dr. Javier Martin García Mejía	Instituto Tecnológico de Tehuacán
Dra. Asunción Adriana Arango Perdomo	Instituto Tecnológico de Tehuacán
M. E. Ramón Matías López	Instituto Tecnológico de Tehuacán
M. I. I. Héctor Santos Alvarado	Instituto Tecnológico de Tehuacán
M. I. Luis Carlos Ortuño Barba	Instituto Tecnológico de Tehuacán
M. C. Iniria Guevara Ramírez	Instituto Tecnológico de Tehuacán
M. E. María de Jesús Oregán Silva	Instituto Tecnológico de Tehuacán
M. C. Juan Carlos Vásquez Jiménez	Instituto Tecnológico de Tehuacán
M. C. Luis Antonio Leal López	Instituto Tecnológico de Tehuacán
Ing. Serafín Reyes García	Instituto Tecnológico de Tehuacán

## CONTENIDO

### INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

<p><b>PROCESO DE ESTÁNDARES Y MEJORAS EN EL ÁREA DE ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO EN UNA EMPRESA MAQUILADORA DE ROPA: CASO DE ESTUDIO</b>            Rebeca Uguette Tapia González, Gabriel Heriberto Cruz Velasco, David Jazmín Marín, Carlos Ángel Vicente Rodríguez, Aldair Guadalupe San Gabriel Capistrán</p>	10
<p><b>DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA REMOTA EN EL INTERNET DE LAS COSAS</b>            Francisco Ramos Guzmán, Víctor Hugo Herrera Martínez, Miguel Ángel Hernández Montesinos, Jeremías Bravo Tapia, Graciela Santos Martínez</p>	17
<p><b>FIABILIDAD DINÁMICA APLICADA A UN SISTEMA CON DEPENDENCIA DE VARIABLES</b>            Gabriel Antonio Pérez Castañeda, José Alfredo García Brena, Ramiro Méndez Gómez, Jesús Raymundo Flores Cabrera, Javier García Abrego</p>	22
<p><b>APLICACIÓN DE PROGRAMACIÓN DINÁMICA PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE TRANSPORTE EN RUTA DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS</b>            Jesús Márquez Hernández, Daniela Trujillo Hernández, Yair Romero Romero, Iniria Guevara Ramírez, Juan Manuel Corichi Reyes.</p>	29
<p><b>ANÁLISIS DE CALIDAD EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL</b>            Ana Cristina Pérez González, Luis Alberto Avendaño Franco, Lorena Santos Espinosa</p>	34
<p><b>MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS PELIGROSOS: CASO INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD SERDAN</b>            José Pascual Hernández Jiménez, Barsimeo González Panzo, Irma Moreno Arias</p>	40
<p><b>LENGUAJE GRÁFICO COMO ALTERNATIVA PARA EL DISEÑO DE HARDWARE</b>            Janeth M. Salas Alcántara, Alexi Salgado Paz, Martín Toriz Reyes, Héctor Islas Torres, Ramón Heredia García.</p>	46
<p><b>DISEÑO Y PROPUESTA DE INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS PARA CALDERAS MEDIANTE ÓSMOSIS INVERSA</b>            Arturo Montiel Téllez, María de Jesús Oregán Silva, Juan Carlos Vásquez Jiménez, Gabriel Antonio Pérez Castañeda, Jesús Raymundo Flores Cabrera</p>	52

<b>SISTEMA DE MONITOREO DE LAS VARIABLES PESO Y ALTURA PARA UN SISTEMA DE MANUFACTURA FLEXIBLE DE USO DIDÁCTICO</b> Ramón Heredia García, Héctor Islas Torres, Juan Carlos Vázquez Jiménez, Placido López Merino, José Ernesto Clemente García Pérez	61
<b>DISMINUCIÓN DE LOS COSTOS DE TRANSPORTE DE UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE REFACCIONES UTILIZANDO PROGRAMACIÓN DINÁMICA</b> Christian Gómez Salazar, Maviel Hernández Méndez, Yair Romero Romero, Iván Araoz Baltazar, Samuel Alberto Eduardo Martínez Aquino	68
<b>DISEÑO DE UN SISTEMA EMBEBIDO EN DISPOSITIVO FPGA PARA EL CONTROL DE UNA RED ACTUADOR-SENSOR-INTERFAZ</b> Alexi Salgado Paz, Janeth M. Salas Alcántara, Martin Toriz Reyes, Héctor Islas Torres, Ramón García Heredia	73
<b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FRESADORA DE CONTROL NÚMÉRICO CNC PARA USO DIDÁCTICO</b> Jesús Jiménez Hernández, Juan Antonio Reyes Cantorio, Juan Carlos Vásquez Jiménez, Serafín Reyes García, María de Jesús Oregán Silva	81
<b>MANDO Y MONITOREO DE CARGAS ELÉCTRICAS EN TIEMPO REAL</b> Víctor Manuel Zenteno Jiménez, Missael Cariño Hernández, Jason Martínez Flores, Osmar García Zanabria, Alejandro Díaz Placido.	87
<b>CIRCUITO ELECTRÓNICO SUSTENTABLE GENERADOR DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA Y PIEZOELÉCTRICA PARA ALIMENTACIÓN DE UN MOUSE INALÁMBRICO</b> Tahlia Guadalupe Reyes Estrada, Mtro. Jeremías Bravo Tapia, Evaristo Cruz Sebastián	91
<b>ANÁLISIS ENERGÉTICO, DISEÑO, DIMENSIONAMIENTO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO EN LA EMPRESA VARMEX MATRIZ</b> Israel Benjamín Arroyo Luna, Norma Rosario Flores Rivera, Esmeralda Sánchez Armas, María Trinidad Salgado Olivares, José Alberto Avendaño Muñoz	97
<b>DISEÑO DE UNA RUTA DE TRANSPORTE POR MEDIO DE PROGRAMACIÓN DINÁMICA PARA UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE SILLAS DE PLÁSTICO PARA FIESTAS</b> Jenniffer Escobar Aguilar, Yair Romero Romero. José Antonio Paredes Castañeda, Iván Araoz Baltazar, Samuel Albero Eduardo Martínez Aquino	103



<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y FISCOQUÍMICAS DE LA PITAYA DE MAYO (<i>Stenocereus griseus</i>) DE ZAPOTITLÁN SALINAS, PUEBLA</b>	
Miriam Silvia López Vigil, Ramón Matías López, Héctor Santos Alvarado, Norma Angélica Pacheco Hernández, Rocío Calleja Lezama	107
<b>AISLAMIENTO DE MICROMICETOS NATIVOS DEL SUELO AGRÍCOLA DEL VALLE DE CIUDAD SERDÁN</b>	
Rodolfo Francisco Sánchez Román, José Felipe Fausto Juárez Cadena, José Pascual Hernández Jiménez	112
<b>BOTANA A BASE DE NOPAL ENRIQUECIDA CON AMARANTO Y AVENA</b>	
Miriam Silvia López Vigil, Miriam Juárez Dávila, Diana Brenda Pacheco Hernández, María Fernanda Rodríguez Rosales	118
 <b>CIENCIAS ECONOMICO – ADMINISTRATIVAS</b>	
<b>EL MICROCRÉDITO: FINANCIAMIENTO Y REALIDAD DE LOS SERVICIOS CREDITICIOS QUE OFERTAN LAS INSTITUCIONES DE MICROFINANCIAMIENTO</b>	
Rosa María del C. Rivera Villegas, Jesús E. Mejía Luna, Laura I. Cruz Rodríguez	123
<b>RIESGO FINANCIERO EN LAS MICROEMPRESAS DE TEHUACÁN</b>	
Luis Carlos Ortuño Barba, Renato Emilio Ortiz Saucedo, Omar Gómez Carrasco, Armando Heredia González, Karen Yuliana Pavón Zamudio	131
<b>ANÁLISIS DEL MERCADO DE UNA EMPRESA DE REPOSTERÍA PARA EL DISEÑO DEL PLAN DE NEGOCIOS</b>	
Erika Karina Martínez Bartolo, Javier Martín García Mejía, Eloy Servín Peña, Octavio Rodríguez Yelmi	136
<b>MODELO PARA EL DESARROLLO DEL EMPRENDIMIENTO EN EL NIVEL SUPERIOR</b>	
Ana Hermelinda Vargas Carrillo, María Deysi Tapia Álvarez, Rosa María Mora Morales, Samanta de Salazar Calvo, Edgardo Romero Gil	141
<b>EVALUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE SALUD Y SEGURIDAD PARA EL PERSONAL DE SANATORIO PRIVADO DE TEHUACÁN</b>	
José Emilio Barrera Bruno, Javier Martín García Mejía, Eloy Servín Peña, Rocío Paulina López Sánchez	148

## **EDUCACIÓN**

### **PERCEPCIÓN DE ADOLESCENTES DE UN CENTRO ASISTENCIAL SOBRE LA PARTICIPACIÓN DE MUJERES EN ÁREAS CTIM**

Karina Gutiérrez Fragoso, Elías Ruiz Hernández, Dulce J. Navarrete Arias, German Cuaya Simbro, Víctor Rodríguez Marroquín

153

### **ESTRATEGIAS Y APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE TUTORÍAS EN EL SISTEMA EDUCATIVO DE NIVEL SUPERIOR**

María de Jesús Oregán Silva, Ramón Matías López, Juan Carlos Vásquez Jiménez, Serafín Reyes García

159

## **CIENCIAS DE LA SALUD**

### **PREVALENCIA DE ANEMIA EN ESTUDIANTES DE NUEVO INGRESO ENERO 2018 AL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TEHUACÁN**

Laura García Cadena, Iniria Guevara Ramírez, Juan Manuel Corichi Reyes, Antonio Paredes Castañeda, Leo Joab González López

167

# PROCESO DE ESTÁNDARES Y MEJORAS EN EL ÁREA DE ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO EN UNA EMPRESA MAQUILADORA DE ROPA: CASO DE ESTUDIO

Rebeca Uguette Tapia González<sup>1</sup>, Gabriel Heriberto Cruz Velasco<sup>2</sup>, David Jazmín Marín<sup>3</sup>,  
Carlos Ángel Vicente Rodríguez<sup>4</sup>, Aldair Guadalupe San Gabriel Capistrán<sup>5</sup>

**Resumen**— El presente artículo se centra en la aplicación de la metodología estudio de tiempos método continuo, el cual consistió en cronometrar las operaciones de un determinado número de ciclos, evaluando el ritmo de trabajo, consistencia, esfuerzo y condiciones de manera cuantitativa y cualitativa, estableciendo una matriz de tiempos estándar sobre las operaciones de empaque, en el almacén de producto terminado de una empresa maquiladora de ropa, esto por el desconocimiento del tiempo requerido por el personal de la empresa, para el llenado y empaquetado de una caja en el almacén de producto terminado, que es el área encargada de asegurar la satisfacción al cliente y del cumplimiento de la entrega de mercancía en tiempo y forma.

**Palabras clave:** Estudio de tiempos, método continuo, matriz de tiempos, satisfacción al cliente.

## Introducción.

Las empresas de giro textil dedicadas a la fabricación de ropa, centran su crecimiento en la capacidad operativa de sus diversas áreas, principalmente en el almacén de producto terminado y la red de distribución. Los tiempos estándar permiten evaluar el desempeño de los trabajadores, debido a que las empresas como antes dinámicas tienen que demostrar su capacidad de respuesta por mantenerse competitivos en el mercado donde participan cumpliendo con las exigencias y parámetros de calidad de sus clientes en el tiempo establecido.

Por lo antes mencionado, es importante para la empresa donde se lleva a cabo el presente trabajo, definir los recursos, normas, procedimientos y estándares para cada una de las operaciones que se realizan dentro del almacén de producto terminado, y asimismo, estandarizar el proceso de empaque por medio de la elaboración y comparación de diferentes diagramas de flujo de proceso, para establecer un método para la realización de cada operación.

## Metodología

Las etapas de metodología fueron las siguientes:

### I. Análisis FODA del almacén de producto terminado.

El análisis FODA (Figura 1), se realizó desde una perspectiva global e interna del almacén de producto terminado, por lo que se consideraron todos los procesos que se ejecutan en el área. En el análisis se muestran todas las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que posee el almacén de producto terminado.

### II. Elaboración de diagramas situacionales.

*Diagrama de flujo.* En la figura 2, se muestra el diagrama de flujo en el cual se desglosan los procesos principales; recibo, almacenaje y embarques que se ejecutan dentro del almacén de producto terminado, los cuales se analizaron en cada proceso, debido a que no tenían una secuencia estructurada de sus actividades.

Observando el diagrama se obtuvieron las siguientes conclusiones.

- En el caso del problema del exceso de tiempo extra en el área de embarques, éste es ocasionado por el mal tiempo de respuesta por parte del jefe de área de acabado.
- Se verificó que el punto del exceso en los tiempos de empaque, repercute de manera significativa en la entrega a tiempo de la mercancía.
- La falta de identificaciones de los materiales auxiliares, comparte el mismo impacto que el exceso en los tiempos de empaque dentro de la

<sup>1</sup> Estudiante de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán, rebestap24@gmail.com

<sup>2</sup> Maestro en Ingeniería Industrial. Docente - Investigador de la carrera de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán, gcruz@tecserdan.edu.mx

<sup>3</sup> Maestro en Ingeniería Industrial. Docente - Investigador de la carrera de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán, djazmin@tecserdan.edu.mx

<sup>4</sup> Maestro en Ingeniería Industrial. Docente de la carrera de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Misantla, cavicenter@itsm.edu.mx

<sup>5</sup> Ingeniero Industrial, graduado por el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Misantla, 132t0328@itsm.edu.mx

zona de embarques, esto a causa del descontrol que se tiene sobre los materiales, lo que ocasiona transportes innecesarios por parte de los trabajadores.



Figura 1. Análisis FODA

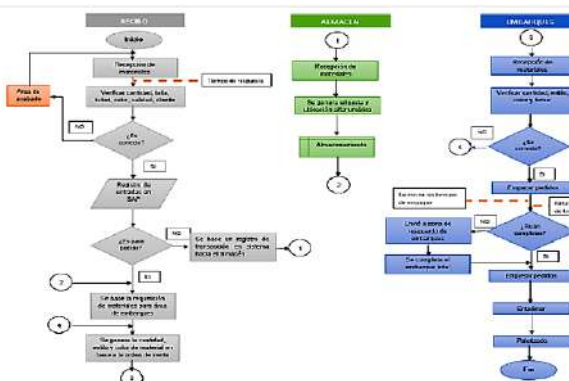


Figura 2. Diagrama de flujo

**Diagrama de Ishikawa.**

Se desarrolló un diagrama (Figura 3) basado en el método de las 6 M el cual concentra el análisis sobre las categorías del método, maquinaria, mano de obra, medición, medio ambiente y material del departamento de almacén de producto terminado.

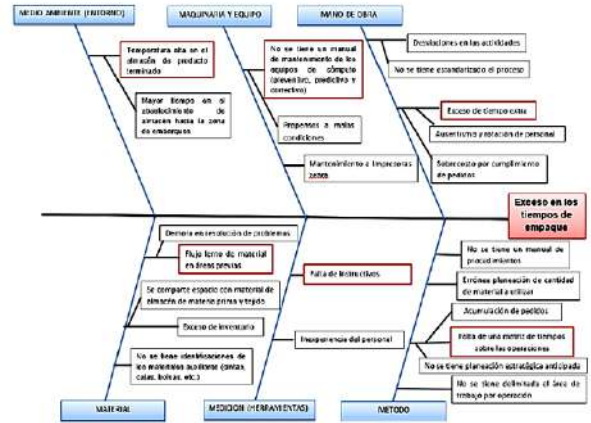


Figura 3. Diagrama Ishikawa

Las causas principales que influyen de manera significativa dentro de cada categoría fueron las siguientes:

- Método: La falta de una matriz de tiempos (Tiempos estándar) sobre las operaciones
- Mano de obra: Exceso de tiempo extra
- Maquinaria: Falta de mantenimiento a los equipos de computo
- Medición (herramientas): Falta de instructivos
- Medio ambiente: Temperatura alta en el almacén de producto terminado
- Material: El flujo lento de material en áreas previas

Se eligió sobre la categoría de método, la falta de una matriz de tiempos (Tiempos estándar) sobre las operaciones, como la causa principal de mayor impacto sobre el efecto del exceso en los tiempos de empaque.

Ya que el hecho de no contar con los tiempos estándar sobre las operaciones de empaque, provocaba el no contar con un parámetro de evaluación sobre el desempeño de los trabajadores, de igual manera no se sabría cuando se llega a cumplir con el armado de los lotes de algún estilo en determinado tiempo. Por lo que la creación de una matriz de tiempos estándar ayudaría a resolver este problema, ya que estimaría la capacidad de empaque y el tiempo que se necesita para cumplir con los lotes.

**III. Análisis del movimiento del material y desplazamiento de operadores.**

**Análisis del movimiento del material.**

El diagrama de recorrido (Figura 4) fue elaborado a escala con base en la estructura del almacén de producto terminado respetando las dimensiones del mismo, se comenzó por delimitar las zonas, se colocaron todas las operaciones que se ejecutan dentro del proceso principal y el proceso secundario en relación al flujo de material, con el

objetivo de detectar fallas en las actividades, para eliminar operaciones o rediseñar la orientación del flujo para controlar el proceso.

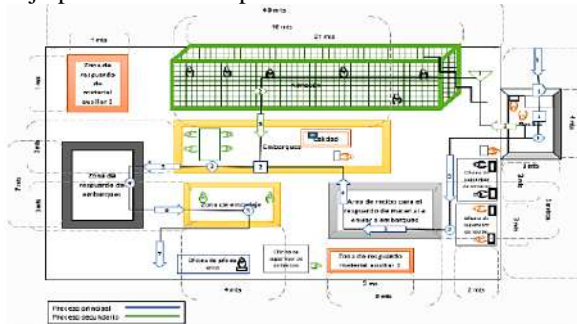


Figura 4. Diagrama de recorrido

En el diagrama de recorrido se puede percibir que el flujo de material es eficaz, de acuerdo a las condiciones en las que se encuentra el almacén de producto terminado, pero dentro del proceso del flujo de material se encontraron irregularidades; en el área de recibo existe una demora injustificable que afecta el flujo continuo de material, esta demora es asignada al jefe del área de acabado, quien no atiende de manera inmediata los problemas en relación al mal conteo, error en el estilo, color, talla, SKU, falta de composición en la prenda, entre otros.

Las decisiones que se tomaron a partir del estudio analítico del diagrama de flujo de recorrido fueron:

- Medir el tiempo de respuesta del jefe de área de acabado.
- Tomar medidas correctivas con base en los resultados.

#### **Desplazamiento de operadores.**

El proceso de empaque está íntimamente relacionado al movimiento de los trabajadores, ya que involucra el movimiento de material auxiliar que ellos mismos realizan para abastecerse de los recursos que necesitan para ejecutar las operaciones de empaque. Cabe destacar que las áreas de abastecimiento deben estar lo más cerca, para recorrer la menor distancia posible, lo que genera mayor costo al producto terminado, por razón del tiempo y mano de obra empleados. Por ello se decidió emplear un diagrama de espagueti (Figura 5) en el cual se muestra el desperdicio que se tenía en el área de embarques ocasionado por el descontrol del material auxiliar.

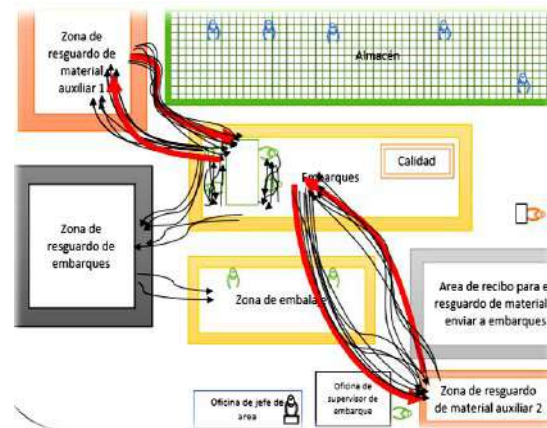


Figura 5. Diagrama de espagueti

El diagrama se concentra el desplazamiento de los operadores seleccionados, las líneas y flechas de color negro muestran el recorrido unitario y el sentido del movimiento; las líneas y flechas de color rojo indican los movimientos de mayor frecuencia, un número de repeticiones superior a los 5 recorridos.

Con base en el diagrama de espagueti se pudo observar que dentro del área de embarques se cuenta con dos áreas de resguardo de materia prima las cuales no están identificadas, lo cual generaba incertidumbre a los trabajadores al momento de ir por el material auxiliar (cajas, bolsas, cintas, etc.), ocasionando que se dirigieran a las dos zonas de resguardo de materia prima en busca de material.

En promedio para efectuar un solo recorrido (ida y vuelta) desde la mesa de trabajo a las zonas 1 y 2, se tardan 30.06 segundos en ir a la zona de resguardo 1 (distancia 14.1mts) y .38 segundos a la zona de resguardo 2 (16.4mts).

Se observó además que dentro de la estación de trabajo de embarques los operadores se obstruyen el paso al no tener un área de trabajo delimitada para cada una de sus operaciones dentro del proceso de empaque, esto provoca que las operaciones se realicen en el suelo, desde un aspecto ergonómico las condiciones de trabajo son deficientes debido a que las posturas incómodas podrían propiciar lesiones musculares y bajo rendimiento a los trabajadores.

También se cronometra el tiempo de preparación para un pedido y a la vez los movimientos innecesarios realizados, estos hacen referencia a los movimientos realizados sin ninguna justificación después de la preparación completa del pedido, como puede ser la acción de abastecerse de cajas, cuando ya se tenía conocimiento de la cantidad previamente, como resultado de la medición se obtuvo durante el lapso de observación: un tiempo

improductivo y de preparación sobre un pedido de 8.284 min.

Mediante el análisis se tomaron las siguientes medidas:

- Colocar identificaciones para los materiales auxiliares.
- Delimitar la mesa de trabajo para cada operación dentro del proceso de empaque.

Cabe mencionar que estas medidas fueron implementadas inmediatamente.

#### IV. Mejora en la distribución de los materiales auxiliares y Mejora en la mesa de trabajo de embarques

##### *Mejora en la distribución de los materiales auxiliares*

Se analizó la situación de descontrol que se presentaba en la zona de embarques, ocasionado por la falta de identificaciones sobre los materiales auxiliares; tales como cajas, bolsas, cubre polvos, cintas, emplaye, cajas de muestra, etc. (Figura 6)



**Figura 6.** Distribución de los materiales auxiliares (Antes)

Mediante la observación y análisis de la situación que se presentaba, se decidió implementar las identificaciones sobre los materiales auxiliares en los racks como las cintas, las bolsas, emplaye, entre otros (Figura 7), con el fin de evitar recorridos innecesarios y erradicar la incertidumbre que tenían los trabajadores al ir a buscar el material auxiliar para abastecerse y realizar el embarque de algún estilo.



**Figura 7.** Distribución de los materiales auxiliares (Después)

##### *Mejora en la mesa de trabajo de embarques.*

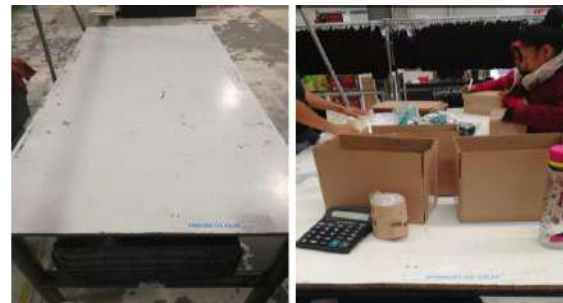
Se realizó una mejora en relación a la mesa de trabajo para poder establecer un método estandarizado sobre las operaciones de empaque, el cuál permitiera un ritmo de trabajo constante, eliminando fatigas causadas por malas posturas.

La falta de delimitaciones ocasionaba que los trabajadores no respetaran la mesa de trabajo y realizaran sus operaciones en el suelo, e incluso llevaran a cabo desplazamientos sin sentido a cualquier lugar dentro de la zona de embarques, por ello se evaluaron las condiciones que se tenían en la mesa de trabajo como se muestra en la Figura 8.



**Figura 8.** Mesa de trabajo de embarques (Antes)

Posterior al análisis se implementó la delimitación de cada operación sobre la mesa de trabajo siendo estas: A) Armado de caja; B) Tomar, colocar y acomodar 20 prendas en caja; C) Cerrar y sellar caja, y por último D) Escribir código temporal, con el fin de evitar problemas de salud a los trabajadores y al mismo tiempo tengan seguridad al realizar sus actividades, la mesa con un enfoque lean manufacturing, aseguró que los trabajadores tuvieran su estación de trabajo definida cada vez que realizaban un empaque de cierto estilo, además eliminó los transportes innecesarios que propiciaban accidentes por obstruirse el camino. El resultado de dichas mejoras se presenta en la Figura 9.



**Figura 9.** Mesa de trabajo de embarques (Después)

Se procedió a realizar el diagrama de espagueti actual (Figura 10), donde se muestra un nuevo comportamiento en relación a los transportes realizados por los trabajadores, se observa que desaparecieron los movimientos dentro de la mesa de trabajo, por la delimitación de las operaciones dentro de la misma, además se verifica que existe una preparación anticipada sobre la cantidad de material a utilizar en la preparación del pedido, por lo que se redujeron significativamente los recorridos innecesarios a las zonas de resguardos para conseguir material auxiliar.

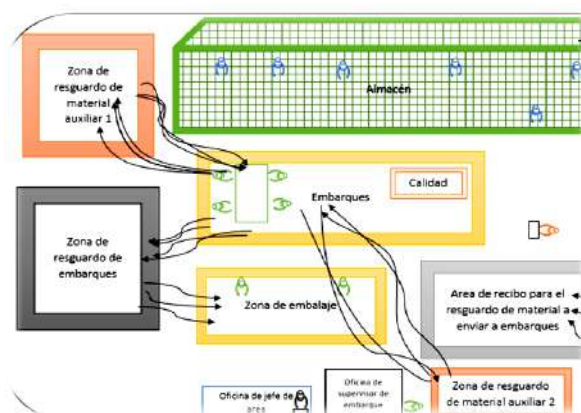


Figura 10. Diagrama de espagueti actual

## V. Proceso de recepción de material en área de recibo y registro de datos para la medición del tiempo de respuesta

### Proceso de recepción de material en área de recibo

El proceso de recepción de materia se desglosa de la siguiente manera:

Personal involucrado:

- Jefe de área de Acabado
- Supervisor de recibo
- Auxiliar de acabado
- Auxiliar de recibo
- Capturista de recibo

Procedimiento:

*Paso 1:* El auxiliar de acabado traslada al área de recibo cierta cantidad de un estilo de prenda a granel en una caja con su ticket correspondiente.

*Paso 2:* El material pasa por el detector de metales y es contada e inspeccionada por parte del auxiliar de recibo con el fin de encontrar causas de rechazo.

*Paso 3:* En caso de que la cantidad sea correcta, no presente errores de calidad y no se necesite el material en el área de embarques, la capturista de recibo le genera una entrada al sistema SAP y se le asigna una ubicación dentro del almacén de producto terminado

*Paso 4:* Si la prenda se necesita en el área de embarques porque está siendo empacada en esos momentos, pasa directo a la zona de resguardo de recibo, quien es la encargada de preparar el requerimiento de material hacia la zona de embarques, se registra en el sistema como prenda “en proceso” para posteriormente enviarla.

En el caso de que se encuentre un error en el ticket que va ingresando al área de recibo, se rechaza e inmediatamente se le notifica al auxiliar de acabado, quien es el encargado de informarle a su jefe de área para que se presente y de autorización de volver a contar para comprobar la integridad física del ticket, en el caso de que se confirme el error, el jefe de acabado deberá de corregir el error en el ticket y en el sistema, para que de nuevo se le dé entrada al ticket al área de recibo.

### Registro de datos para la medición del tiempo de respuesta

En este apartado se muestra el procedimiento realizado para el rechazo de material y la manera del cómo se cronometró el tiempo de respuesta.

*Paso 1:* Detección del error, se registra la fecha, el número de ticket y se marca el motivo o causa de rechazo.

*Paso 2:* Se le informa al auxiliar de acabado sobre el error, para que este notifique a su jefe.

*Paso 3:* La supervisora de recibo cronometra el tiempo desde que se detectó e informo al auxiliar de acabado hasta que el jefe de acabado atiende el error, para darle solución.

*Paso 4:* Se verifica la corrección del ticket y vuelve al proceso de entrada de material al área de recibo.

## VI. Estandarización de movimientos en las operaciones de empaque.

Se examinaron los movimientos durante dos semanas y se cotejo lo siguiente:

- Armado base inferior de caja con medidas específicas
- Tomar, ordenar y colocar veinte prendas en caja
- Frecuencia de movimiento anterior
- Cerrar y sellar base superior de caja con cinta Diurex
- Escribir código temporal con plumón (Destino, Talla, Color, Cantidad, SKU)

Descripción de las operaciones:

- Armado base inferior de caja con medidas específicas

Consiste en tomar la caja, sujetar extremos de base inferior, abrir interior, doblar tapas y por último sellar las tapas con cinta adhesiva de forma cruzada mediante la encintadora.

- Tomar, ordenar y colocar veinte prendas en caja Se toman cuatro piezas (dos en cada mano) hasta formar dos paquetes de diez piezas sobre la mesa

de trabajo, posteriormente teniendo el total de veinte piezas se colocan y ordenan en la caja.

- Cerrar y sellar base superior de caja con cinta adhesiva.

Se toman las tapas de la parte superior de la caja, se sujetan extremos de base superior, se doblan y al final se sellan con cinta diurex de forma cruzada mediante la encintadora.

- Escribir código temporal con plumón (Destino, Talla, Color, Cantidad, SKU)

Se toma la caja, se escribe con plumón en la parte superior derecha las características del estilo que contiene la caja como es: el destino, talla, color, cantidad y SKU.

**VII. Diagrama de flujo de proceso del método de empaque propuesto.**

Con la información recabada y la estandarización de operaciones se procedió a la realización de diagrama de flujo de proceso (Figura 11) que se muestra a continuación.

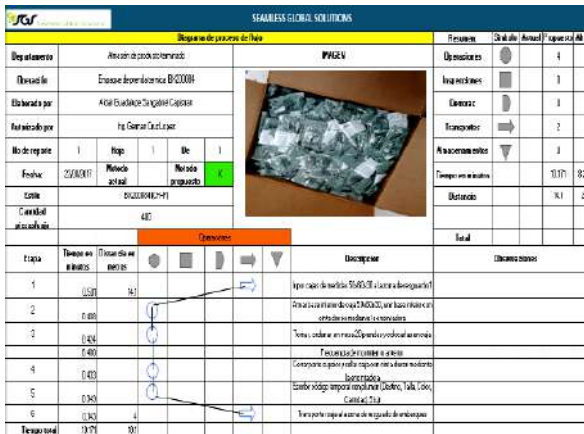


Figura 11. Diagrama de flujo de proceso

Al realizar el diagrama se implementó el método y se logró un tiempo de 9.670 min sobre el ciclo total de las operaciones de empaque, reduciendo 5.181 min comparado con el método anterior que se utilizaba.

**Resultados**

Se obtuvo una matriz estándar la cual se muestra con la Figura 12.

Tienda	Codigo	Si	Descripción	SAMS
Walmart				
Serbis				
Bodega aumora				
Chiriqui				
Caro Lou				
Avon				
Sotiana				
Prime shoes				
Penyelle				
Liverpool				
Suburbia				
David Herrada				
Amazon				
Caja				
Miguel Santa				
Martín				
Almascena garcia				
Promocia				
Walmart				8.504
Serbis				
Bodega aumora				
Chiriqui				
Caro Lou				
Avon				
Sotiana				
Prime shoes				
Penyelle				
Liverpool				
				8.504

Figura 12. Matriz estándar de tiempos

Finalmente, el tiempo estándar se redujo considerablemente, estimando la capacidad real de empaque para cada estilo dentro del área de embarques.

**Conclusiones**

Las mejoras que se hicieron dentro del área del almacén de producto terminado fueron de gran ayuda, con esto, se logró tener mayor espacio en piso, definiendo el área exclusiva de material auxiliar, un espacio para las cajas, además de ello, se redujo la probabilidad de accidentes y lesiones musculares en los trabajadores, la delimitación del área de trabajo integro el concepto de lean manufacturing, ya que se estableció una línea de producción en relación al empaque, además de la reducción de tiempos.

**Autorización y Renuncia**

El o los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

**Referencias**

1) Chase, R.B., Jacobs, F. R. y Aquilano, N. J. (2009). Administración de operaciones, producción y cadena de suministro (Duodécima



- Edición). México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- 2) Barrios, A. Z. (2006). Planificación estratégica, presupuesto y control de la gestión pública. Caracas, Venezuela: Universidad Católica Andrés Bello.
  - 3) Criollo, R. G. (2006). Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo (Segunda Edición ed.). México: Mc Graw Hill Interamericana Editores.
  - 4) Krajewski, L. (2008). Administración de operaciones. México: Pearson Educación.
  - 5) Krick. (2002). Ingeniería de métodos (Decimoprimera Edición). México: LIMUSA.
  - 6) Merli, G. (1995). La calidad total como herramienta de negocio. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A.
  - 7) Meyers, F. E. (2006). Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales (Tercera Edición). México: Pearson Educación.
  - 8) Niebel, B. W. (2009). Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.
  - 9) Rajadell, M. (2010). Lean manufacturing. La evidencia de una necesidad. Madrid: Díaz de Santos.

## DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA REMOTA EN EL INTERNET DE LAS COSAS

*\*Francisco Ramos Guzmán<sup>1</sup>, Víctor Hugo Herrera Martínez<sup>2</sup>, Miguel Ángel Hernández Montesinos<sup>3</sup>, Jeremías Bravo Tapia<sup>4</sup>, Graciela Santos Martínez<sup>5</sup>*

**Resumen** —Una de las tendencias tecnológicas para contribuir en el confort, automatización y seguridad en un espacio habitable es la aplicación de soluciones basadas en el internet de las cosas; en este trabajo se presenta el desarrollo e implementación de un sistema de videovigilancia remota para una casa-habitación; consiste en el monitoreo en tiempo real de la ocurrencia de un evento de intromisión en una vivienda, en caso de ocurrir, un sensor proveerá de una señal de alarma a un sistema embebido construido con el entorno de desarrollo Arduino y una tarjeta GSM/GPRS, el cual procesará esta información y enviará a uno o más teléfonos móviles un mensaje de texto notificándole la presencia de un intruso en casa, una vez recibido el mensaje, el usuario principal puede solicitar un video a través de un mensaje de texto usando la red GSM o internet, para cerciorarse de la validez del evento, haciendo un paneo del área monitoreada. Los resultados obtenidos mostraron el monitoreo en tiempo real de eventos alertados en casa por el sistema con un desfase de 1 a 3 segundos, los cuales son poco significativos en una aplicación concreta y se asume que contribuirá a la seguridad ontológica del usuario.

**Palabras Clave:** Videovigilancia, Internet, Teléfono móvil, Arduino.

### Introducción

Con el internet de las cosas (IoT) se busca construir una conectividad global tanto entre personas como entre objetos a través de la internet, facilitando el intercambio de información e interactuando con propósitos específicos (Noguera, et al. 2015); una herramienta que ha evolucionado de gran manera en los últimos años y que fortalece esta tendencia tecnológica es el teléfono inteligente (Smartphone), el cual con sus múltiples funciones ha generado cambios significativos en la dimensión espaciotemporal de la experiencia cotidiana de las personas en el mundo contemporáneo (Amigo, et al. 2016). La fusión de ambos conceptos puede apreciarse en múltiples soluciones tecnológicas desarrolladas para diferentes aplicaciones como las citadas por Sanmartín et al.(2016) en el Internet de las cosas y la salud centrada en el hogar.

Otro de los elementos que se ha utilizado en diversas circunstancias para transmitir datos en un sistema de comunicaciones de largo alcance, es una tarjeta GSM/GPRS basado en el módulo SIM900, como lo reporta Oliveria et al.(2012) quien realizó la transmisión de datos del rendimiento de

máquinas agrícolas, mientras que Lomillos et al.(2017) lo utilizó en el monitoreo del comportamiento del pastoreo de ganado.

En este contexto, y considerando la problemática que ha generado el clima de inseguridad que se incrementa en nuestro país, donde las personas viven en la incertidumbre por no saber lo que ocurre en su casa cuando deben abandonarla para realizar actividades fuera de ella, solo hasta que regresan pueden observar si ha ocurrido una invasión a su privacidad por parte de la delincuencia, situación que les evita reaccionar de manera expedita; se propuso con este proyecto desarrollar un sistema de videovigilancia que permita al usuario tener información en tiempo real de la integridad de su casa a través de un sensor de presencia colocado estratégicamente en el lugar a vigilar y mediante la manipulación remota de una webcam; para lograr lo anterior, se utilizó el estándar GSM (Global System for Mobile communications) por medio del módulo SIM900, y el microcontrolador Atmega 328 bajo el entorno de desarrollo Arduino.

Actualmente existen diferentes tipos de sistemas de seguridad inalámbricos en el mercado entre los que

<sup>1</sup> Maestro en Ingeniería Administrativa. Profesor de tiempo completo adscrito al Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, francisco\_ramosguzman@yahoo.com.mx.

<sup>2</sup> Ingeniero Electrónico egresado del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, hugoherrera068@gmail.com

<sup>3</sup> Ingeniero Electrónico egresado del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, angel-miky1@hotmail.com

<sup>4</sup> Maestro en Ciencias Computacionales y Telecomunicaciones. Profesor de tiempo completo adscrito al Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, jrmsbt@hotmail.com.

<sup>5</sup> Ingeniera industrial. Profesora-investigadora adscrita al Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, graci\_2711@hotmail.com.

se encuentran cámaras de vigilancia CCTV con central de monitoreo las 24 horas en caso de una intrusión no autorizada un operador tendrá que verificar el evento y después avisara a las autoridades, otro sistema tiene la función de instalar cualquier número de cámaras que tiene un software para reconocimiento y lectura de matrículas, conteo de personas/objetos, reconocimiento facial, analítica, CCTV con cámaras IP permite a las cámaras de red ofrecer una resolución de las imágenes de video, es decir la capacidad de ver detalles e identificar personas y objetos con la más alta calidad. Otros sistemas de seguridad promueven una conexión con un telefono celular, sensores y panel de control; el servicio de monitoreo desde el celular garantiza que cuando un sensor se activa en un momento de necesidad extrema, los ladrones no podrán cortar cables ni alterar en modo alguno la señal del personal de emergencia. Esto significa que el departamento de policía (o de bomberos) recibirá la señal a tiempo para enviar una respuesta y con suerte prevenir daños mayores. Todos estos sistemas de seguridad se les pueden incrementar otras funciones como la automatización de puertas, lectores de control de acceso, botón control de pánico, incendio, etc. (Beade y Garcia 2016).

### Metodología

El presente estudio se desarrolló en el laboratorio de Ingeniería Electrónica, del Instituto Tecnológico de Acatlán de Osorio, Puebla; ubicado en Carretera Acatlán-San Juan Ixcaquixtla Km.5.5, Acatlán de Osorio Puebla. Siguiendo la metodología en V sugerida por Pérez, (2006), se definieron las especificaciones que debe cumplir el sistema, posteriormente se realizó el diseño global, que permitio abordar el diseño en detalle, seguido de la implementación para materializarlos y poder realizar la integración de todas las partes verificando el cumplimiento de los requisitos establecidos, la última fase se realiza en un escenario real realizándole las últimas pruebas y analizando los resultados. El diseño del sistema se muestra en la figura 1 a través de un diagrama a bloques el cual contiene tres secciones identificadas por los colores verde, azul, gris y anaranjado.

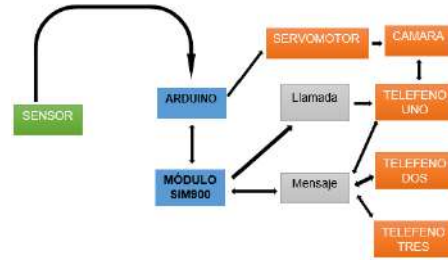


Figura 1. Arquitectura general del sistema.

La descripción del funcionamiento del sistema empieza por el sensor de movimiento PIR, el cual detecta movimiento en su entorno y pasa de su estado bajo a su estado alto activando el sistema. Después se tiene la sección de color azul que es la recepción de datos, el cual está conformado por la tarjeta de desarrollo Arduino UNO a través del microcontrolador Atmega328 y el módulo SIM900; los cuales se encargan de procesar la información proporcionada por el sensor y generan las señales para controlar el servomotor, hacer una llamada telefónica o enviar un mensaje de acuerdo a la circunstancia que corresponda.

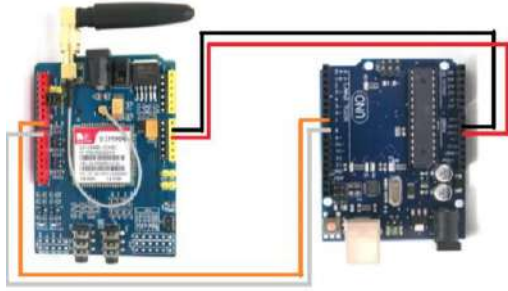
En la última sección de color anaranjado se cuenta con un actuador, una cámara y los receptores-transmisores, de esta manera se forma una red inalámbrica de gran alcance, tiene como objetivo extender el rango acción, para lograr una mejor transmisión de información al teléfono inteligente del usuario principal.

#### ***Conexión del sensor PIR al módulo SIM900 sobre el Arduino Uno.***

El sensor PIR está conectado al módulo SIM900, el cual fue ensamblado en la tarjeta Arduino Uno. La señal eléctrica que genera el sensor PIR al detectar un cambio es procesada por un circuito electrónico de control que activará al sistema.

#### ***Configuración del módulo SIM900 para la compatibilidad con Arduino Uno.***

Con estos dos elementos se conformó un sistema embebido que procesa toda la información proveniente de los sensores y del usuario, para configurarlo, primero se enviaron datos a través del Módulo SIM900, equipado con un Chip a un teléfono celular por medio de la red GSM. La forma de controlar el Módulo SIM900 es mediante comandos AT. La figura 2 muestra el diagrama de conexiones utilizado retomado del sitio web Instructables.com.



**Figura 2.** Diagrama de conexión de Arduino Uno con el Módulo SIM900. Obtenido de: <https://www.instructables.com/id/SIM900-GSM-GPRS-SHIELD-CON-ARDUINO-UNO/>.

Fue necesario desarrollar los códigos de programación correspondientes para establecer comunicación entre la tarjeta Arduino Uno y el teléfono celular del usuario, así como para la transmisión de datos del módulo SIM900 a un móvil en modo de llamada y mensaje de texto por la red GSM.

#### ***Conexión del sensor PIR al sistema embebido.***

El sensor PIR está conectado al módulo SIM900, el cual está ensamblado en el Arduino Uno. La señal eléctrica que genera es procesada por un circuito electrónico de control que activará al sistema; en la figura 3 se muestra la conexión de sensor PIR con las dos tarjetas ya ensambladas.



**Figura 3.** Conexión del sensor PIR al módulo SIM900 con el Arduino Uno.

#### ***Recepción y transmisión de mensajes de texto.***

Para la configuración del módulo GSM/GPRS SIM900 para la recepción y transmisión de mensajes de texto de cualquier dispositivo remitente se realiza a través de comandos AT.

Para la transmisión de llamada, se realizará a través de comandos AT hacia un dispositivo móvil. En necesario tener configurado el módulo en modo de llamada.

#### ***Transmisión de video***

Para transmitir video es necesario llevar a cabo lo siguiente:

**Paso 1:** Descargar la aplicación AtHome Video Streamer en Apple Store o Google Play e instalarla en el smartphone del usuario. Un ID de conexión único se asignará al dispositivo después de su puesta en marcha.

**Paso 2:** Descargar e instalar la aplicación en otro dispositivo que se utilice como visor, abrir la aplicación e iniciar sesión.

**Paso 3:** Seleccionar "Añadir por CID" o "Código QR" para añadir una cámara que permitirá disfrutar de una transmisión en vivo.

Finalmente se realizó la programación que integra todas las funciones del sistema de videovigilancia, partiendo del establecimiento de la comunicación entre el microcontrolador Atmega 328 con el módulo SIM900 para ejecutar las actividades de toma de lectura del sensor, transmisión de mensajes, realización de llamadas y activar el servomotor vía mensaje de texto para realizar el pánico de la webcam. En la figura 4 se muestra el montaje completo del prototipo en un gabinete de madera, mostrando la ubicación del sensor de movimiento y el ensamblaje de un teléfono celular al servomotor para utilizar su cámara.



**Figura 4.** Montaje final del prototipo.

#### ***Implementación del sistema.***

El sistema se colocó en una habitación a una distancia de la puerta aproximada de 3 a 4 metros, a una altura de alrededor 2 metros, evitando la contraluz y minimizando los reflejos como se muestra en la figura 5.



**Figura 5.** Implementación del sistema.

Cuando el sistema es activado por el sensor de movimiento PIR envía los números telefónicos registrados un mensaje de texto con la leyenda “Intruso en casa” como se muestra en la figura 6.



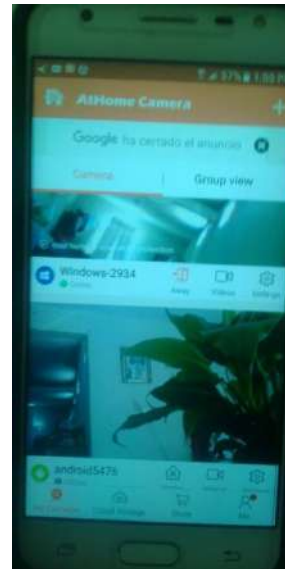
**Figura 6.** Mensaje de alarma recibido.

El usuario principal decide si solicita un video en tiempo real de lo que esta ocurriendo en su casa, para lo cual instruye un paneo de la cámara mediante el envío del mensaje de texto con la palabra “Encender MOTOR”, al número del chip que contiene el módulo, como se muestra en la figura 7.



**Figura 7.** Mensaje para solicitar un video.

Posteriormente el usuario recibe una llamada del modulo SIM900 como aviso de que el sistema se ha activado, y finalmente recibe el video como lo muestra la figura 8. Aunque la cámara esta en constante monitoreo solo grabará cuando el usuario lo indique.



**Figura 8.** Video recibido por el usuario principal.

## Resultados

Se observó que mediante el sensor de movimiento PIR se activará el sistema; es decir, cuando el sensor detecte movimiento el microcontrolador generará la instrucción para realizar una llamada telefónica y enviará el mensaje de texto SMS “intruso en casa” al número asignado por medio de la SIM900. El recorrido de la cámara se puede hacer por medio de un mensaje de texto sin

necesidad que el sensor active el sistema, siempre y cuando la contraseña sea correcta. La cámara transmitirá video en vivo por medio de la aplicación HAT HOME al teléfono móvil por vía internet o la red GSM 3G, 4G a cualquier lugar que se encuentre.

A diferencia de los sistemas anteriormente citados, la presente propuesta cuenta con una cámara webcam conectada a un servidor o puede ser sustituida por un teléfono celular que cuente con cámara para ser la función de la cámara webcam, lo cual podemos ver el video en vivo vía internet y controlar desde el teléfono celular la grabación para no ocupar espacio en la memoria con grabaciones basuras, además cuenta con un sensor que activa el sistema para enviar un mensaje de texto y llamada en el momento en que detecta el movimiento y el usuario puede hacer un barrido de 180 grados con la cámara ya que cuenta con un motor que se controla de manera independiente por vía mensaje de texto.

### Conclusiones

Se construyó el prototipo de un sistema de video vigilancia para casa habitación, utilizando el entorno de desarrollo Arduino uno, el módulo SIM900, la red GSM, bajo el enfoque del internet de las cosas, para que el usuario obtenga información en tiempo real de la integridad de su casa a través de un sensor de presencia colocado estratégicamente en el lugar a vigilar y mediante la manipulación remota de una webcam o un teléfono celular de reciclaje dedicado.

Se comprobó que este sistema puede ser empleado en áreas tanto urbanas como en algunas rurales donde exista cobertura del servicio de telefonía celular o internet.

A diferencia de otros sistemas que se enfocan solo en la internet, este sistema incorpora la red GSM para notificar al usuario por llamada y mensaje de texto, si ocurre un evento de intrusión en la vivienda.

### Autorización y Renuncia

Los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

### Referencias

1) Amigo, Bernardo; Bravo, María Cecilia & Osorio, Francisco (2016). Telefonía móvil inteligente e hipercotidianidad. Athenea

Digital, 16(2), 115-137. Fecha de consulta: 8 de enero de 2018. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5565/rev/athenea.1607>.

- 2) Noguera- Arnaldos, José Ángel; Paredes-Valverde, Mario Andrés; Valencia- García, Rafael; Rodríguez- García, Miguel Ángel. Sistema de diálogo basado en mensajería instantánea para el control de dispositivos en el internet de las cosas. *Procesamiento del Lenguaje Natural*, núm. 55, septiembre, 2015, pp. 173-176 Sociedad Española para el Procesamiento del Lenguaje Natural □ Jaén, España. Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2017. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=515751524022>
- 3) Reasilvia de Almeida Oliveira Sichonany, Oni; Schlosser, José Fernando; Duarte Medina, Roseclea; Brucker Roggia, Iria; Souza Lôbo, Jaziel; Beux dos Santos, Fernando □ Telemetria na transmissão de dados de desempenho de máquinas agrícolas utilizando tecnologías GSM/GPRS e ZigBee. *Ciencia Rural*, vol. 42, núm. 8, agosto, 2012, pp. 1430-1433. Universidad Federal de Santa María. Santa María, Brasil. Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2017. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33123211016>.
- 4) Lomillos Pérez JM, Alonso de la Varga ME, García JJ, Gaudioso Lacasa VR. Monitoring lidia cattle with GPS-GPRS technology; a study on grazing behaviour and spatial distribution. *Veterinaria México OA*. 2017; 4(4). doi:10.21753/vmoa.4.4.405.
- 5) A. Beade y E.C. García. Sistema de alarma con monitoreo. Mejora la seguridad en casa. 2016. Fecha de consulta: 12 de diciembre de 2016. Disponible en: [https://www.profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj\\_2016/bol323\\_sis\\_alarma.asp](https://www.profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj_2016/bol323_sis_alarma.asp)
- 6) SIM900 GSM GPRS SHIELD CON ARDUINO UNO. (s.f.) Fecha de consulta: 13 de diciembre de 2017. Disponible en: <https://www.instructables.com/id/SIM900-GSM-GPRS-SHIELD-CON-ARDUINO-UNO/>

## FIABILIDAD DINÁMICA APLICADA A UN SISTEMA CON DEPENDENCIA DE VARIABLES

*\*Gabriel Antonio Pérez Castañeda<sup>1</sup>, José Alfredo García Brena<sup>2</sup>, Ramiro Méndez Gómez<sup>3</sup>,  
Jesús Raymundo Flores Cabrera<sup>4</sup>, Javier García Abrego<sup>5</sup>*

**Resumen**—La demanda creciente de la tecnológica en materia notablemente de seguridad se traduce de más en más en normas y reglamentos. La complejidad de los sistemas concebidos hoy en día por el hombre hace que muy pocos profesionales sean capaces de manejar estos cálculos con rigor y con métodos científicos. Se debe recordar que esta complejidad produce en el día de hoy que el problema de la evaluación de la fiabilidad de un sistema salga del contexto combinatorio de los primeros métodos para entrar en el del contexto dinámico donde la dependencia entre fiabilidad del sistema y la de sus componentes ha venido a ser más compleja. Se ha definido un autómata estocástico híbrido e implementado informáticamente como DyRelA para modelar y evaluar, por simulación de Monte Carlo, este tipo de sistemas con el fin de tomar en cuenta los problemas relativos a las fallas y así evaluar su fiabilidad. El objetivo de este artículo es presentar la evaluación de probabilidad de ocurrencia en un sistema dinámico híbrido de tres eventos no deseables: el vaciado y el desbordamiento en un tanque, y el exceso de temperatura del fluido, con el fin de estimar la fiabilidad del sistema.

**Palabras Clave:** Fiabilidad dinámica, Sistema dinámico, Seguridad de buen funcionamiento, Simulación de Monte Carlo

### Introducción

Con el fin de ser competitivos, los sistemas industriales no pueden admitir fallas, pues éstas se traducen en pérdidas de producción, pérdidas económicas y, en ocasiones lamentablemente, en pérdidas humanas. Asimismo, los procesos y sistemas de fabricación son cada vez más complejos requiriendo una supervisión y garantía en sus diseños y procedimientos. Para evitar o reducir este tipo de problemas e inconvenientes es necesario trabajar con dispositivos y tecnologías que permitan asegurar el buen funcionamiento de los sistemas industriales, así como su control.

La Ingeniería Mecatrónica, durante los últimos años, ha sido una rama de la ingeniería que ha sido un apoyo en la industria en todos los procesos de producción y desarrollo. Las nuevas tecnologías también se han combinado con la Mecatrónica de tal forma que se han podido automatizar y controlar sistemas con tanta precisión y eficiencia que han dado origen a nuevas formas de atender las

demandas del mercado y necesidades del consumidor.

La fiabilidad dinámica es la disciplina que toma en cuenta las interacciones entre el comportamiento dinámico y determinista de un sistema y el comportamiento estocástico de sus componentes. El principal objetivo de la fiabilidad dinámica es tomar en cuenta e integrar los siguientes aspectos:

- Las interacciones dinámicas existentes entre los parámetros físicos (representadas generalmente por variables continuas) y el comportamiento nominal o disfuncional de los componentes (representado generalmente por la ocurrencia de eventos).
- El carácter determinista o estocástico de los eventos y de las variables físicas.
- La estructura de fiabilidad que cambia en el tiempo (re-configuración del modelo).
- Los modos de envejecimiento múltiples de los componentes según el estado discreto del sistema.
- Los modelos no binarios del comportamiento de los componentes.

<sup>1</sup> Es Doctor en Control Automático. Actualmente se desempeña como docente de la carrera de Ingeniería Mecatrónica en el Departamento de Metal – Mecánica del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, [gapercas@yahoo.com](mailto:gapercas@yahoo.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Es Ingeniero Electromecánico. Docente de la carrera de Ingeniería Mecatrónica del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, [jogamo48@prodigy.net.mx](mailto:jogamo48@prodigy.net.mx)

<sup>3</sup> Es Maestro en Ciencias en la Enseñanza de las Ciencias. Se desempeña actualmente como docente de la carrera de Ingeniería Mecatrónica en el Departamento de Metal – Mecánica del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, [mendezgr@yahoo.com.mx](mailto:mendezgr@yahoo.com.mx)

<sup>4</sup> Es Maestro en Ingeniería Industrial. Actualmente se desempeña como docente de la carrera de Ingeniería Mecatrónica y Jefe de Departamento de Metal – Mecánica, en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, [mmecanica@ittehuacan.edu.mx](mailto:mmecanica@ittehuacan.edu.mx)

<sup>5</sup> Es estudiante de la carrera de Ingeniería Mecatrónica del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán

- El instante y el orden de ocurrencia de los eventos asociados a los cambios del estado discreto, los cuales están relacionados a las fallas de los componentes o al cruce de los umbrales de las variables continuas.

Con el fin de integrar los aspectos que demanda la fiabilidad dinámica y acceder a la evaluación predictiva de la Seguridad de Funcionamiento (SdF), un autómata estocástico híbrido ha sido formalmente definido sobre la base de la teoría de los autómatas de estados finitos y sobre la teoría de los autómatas híbridos.

La complejidad matemática de la evaluación analítica de la fiabilidad dinámica ha llevado a recurrir a la simulación (Pérez, 2010). El método desarrollado de evaluación de la fiabilidad en contexto dinámico por simulación de Monte Carlo de un modelo tipo autómata de estados ya ha sido presentado (Pérez, 2007). Posteriormente, se definió e implementó el autómata un autómata estocástico híbrido (Pérez, 2009) para modelar un sistema dinámico híbrido con el fin de tomar en cuenta los problemas relativos a las fallas en la evaluación de los parámetros de la seguridad de funcionamiento (SdF) que son obtenidos por estadística sobre un gran número de simulaciones (Método de Monte Carlo). La importancia de la implementación del autómata estocástico híbrido radica en el hecho de que toma en cuenta los diferentes modos de funcionamiento continuos del sistemas definidos en los diferentes estados discretos del autómata y el paso de uno al otro sobre los eventos deterministas o estocásticos designados por las transiciones correspondientes (Pérez, 2008). Se ha aplicado este método de evaluación de la fiabilidad dinámica de un sistema al benchmark de la SdF utilizado por diferentes autores (Aldemir, 1987), (Dutuit, 1997), (Marseguerra, 1996), (Kermish, 2000) y (Zhang, 2007).

Para esto, se debe tener en cuenta que un sistema en contexto dinámico es descrito por un conjunto de variables continuas y un conjunto de eventos discretos interactuando mutuamente. Dados que ciertos eventos o variables toman también un carácter estocástico se debe tomar en cuenta las fallas de los componentes o las incertidumbres sobre el comportamiento y conocimiento del sistema.

Asimismo, cabe mencionar que la simulación de Monte Carlo es una herramienta numérica basada en el tiro al azar de números aleatorios. La cantidad que es deseada a estimar corresponde a la esperanza matemática de una variable aleatoria, que evalúa según un proceso estocástico natural o construido artificialmente. La estimación es obtenida por medio de los resultados obtenidos durante un gran

número de historias posibles del sistema. Se puede efectuar una simulación de Monte Carlo a partir de un gran número de modelos de representación de un problema de fiabilidad previsional (autómatas de estados, redes de Petri, árboles de falla, etc.).

El autómata estocástico híbrido toma en cuenta los diferentes modos continuos de funcionamiento del sistema y el paso de uno al otro sobre la ocurrencia de eventos deterministas y estocásticos. Los primeros son producidos por el franqueamiento de umbrales de las variables continuas, los segundos son producidos por las fallas de los componentes simulados por un generador aleatorio en función de sus leyes de probabilidad. Las dinámicas continuas del sistema son definidas a través de las ecuaciones diferenciales ordinarias.

El Autómata Estocástico Híbrido (AEH) se define como (Perez, 2009):

$$AEH = (\mathcal{X}, \mathcal{E}, \mathcal{A}, X, A, \mathcal{H}, \mathcal{F}, p, x_0, x_o, p_o) \quad (1)$$

en donde  $\mathcal{X}$  es un conjunto finito de estados discretos  $\{x^1, x^2, \dots, x^m\}$ ,  $\mathcal{E}$  es un conjunto finito de eventos  $\{e_1, \dots, e_r\}$  deterministas o estocásticos,  $X$  es un conjunto finito de variables reales que evolucionan en el tiempo  $\{x_1, \dots, x_n\}$ ,  $\mathcal{A}$  es un conjunto finito de arcos de la forma  $(x, e, G, R, x')$  donde:  $x$  y  $x'$  son los estados discretos origen y final del arco  $k$ ,  $e_j$  es el evento asociado al arco,  $G_k$  la condición de guarda sobre  $X$  en el estado discreto  $x$  y  $R_k$  es la función de reinicio de  $X$  en el estado  $x'$ ,

$A: \mathcal{X} \times \mathcal{X} \rightarrow (\mathbb{R}^{n+} \rightarrow \mathbb{R})$  es una función de "actividades", que asocia a un elemento de  $\mathcal{X} \times \mathcal{X}$  una función definida sobre  $\mathbb{R}^{n+}$  y a valores en  $\mathbb{R}$ ,

$\mathcal{H}$  es un conjunto finito de relojes sobre sur  $\mathbb{R}^{n+}$ ,  $\mathcal{F}: \mathcal{H} \rightarrow (\mathbb{R} \rightarrow [0,1])$  es una aplicación que asocia a cada reloj una función de repartición,  $p_i^f$  es una distribución de probabilidades de transición de estado  $p(x^i | x^j, e)$  sobre la ocurrencia de un mismo

evento hacia dos estados discretos diferentes.

$x^0, X_0$  y  $p_i^0$  corresponden respectivamente al estado discreto inicial, al valor inicial del vector de estado continuo en el estado inicial discreto y a la distribución inicial de probabilidades de transición en el estado inicial discreto.

La duración de buen funcionamiento y de reparaciones de los componentes son materializados por los relojes  $\mathcal{H}$ . Estas duraciones son obtenidas por tiros aleatorios a partir de las funciones de repartición de probabilidad  $\mathcal{F}$ . Los elementos  $\mathcal{X}$ ,  $\mathcal{E}$  y  $\mathcal{A}$  del AEH corresponden al autómata a estados finitos que definen su parte



discreta. Por otro lado,  $X$ ,  $A$ ,  $R$  y  $G$  definen su parte continua.  $\mathcal{H}$  corresponde a su aspecto temporal y finalmente  $F$  y  $p$  expresan su aspecto estocástico. A la implementación del AEH en ambiente informático a través de la cual se puede evaluar la SdF de sistemas en contexto dinámico se le ha dado el nombre de Dyrela (Dynamic Reliability and Assessment) (Perez, 2010) y (Pérez, 2011). La implementación informática del AEH fue realizada en el software abierto y libre Scilab/Scicos, y se puede observar en la figura 1. DyRelA se construyó sobre la base el autómata construido por (Najafi, 2007).

El propósito de este artículo es presentar la evaluación de la probabilidad de ocurrencia, en un sistema dinámico híbrido, de tres eventos no deseables: el vaciado y el desbordamiento de un líquido en un tanque y el aumento excesivo de la temperatura del fluido, con el fin de estimar la fiabilidad del sistema. Esto implica, tomar en cuenta la dependencia entre los índices de falla de los componentes (la válvula y las dos bombas) y la temperatura del depósito.

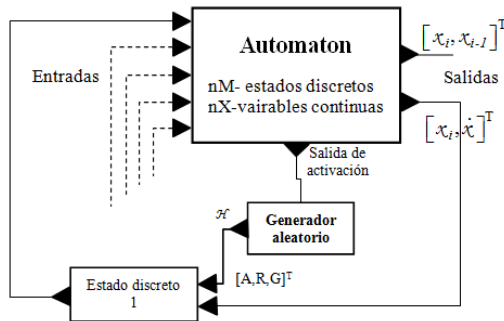


Figura 1. DyRelA.

El sistema dinámico híbrido a evaluar consiste de un recipiente o tanque que contiene un líquido el cual su nivel  $h$  debe ser mantenido con la ayuda de una bomba principal P1, de una bomba de urgencia P2 y de una válvula de vaciado V. Cada uno de estos tres componentes está comandado por un lazo de control que tiene un detector de nivel. Al mismo tiempo se toma en cuenta la temperatura del tanque generada por una fuente de calor (figura 2).

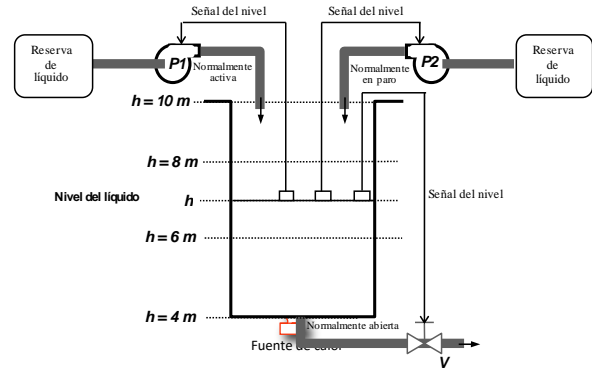


Figura 2. Tanque y su regulación de nivel.

La válvula V permite vaciar el tanque con un gasto dado, mientras que las bombas P1 y P2 aseguran el llenado. La misión a cumplir para esta instalación es mantener el nivel del líquido al interior de un intervalo de altura  $6\text{ m} \leq h \leq 8\text{ m}$ , con el fin de evitar dos situaciones extremas: el vaciado y el desbordamiento. Una de estos casos, por ejemplo, es susceptible de producirse cuando los gastos de las bombas P1 y P2 no compensan más el de la válvula V. Para tentar de evitar estos modos de falla, captore de nivel independientes están asociados a cada uno de los componentes. Cuando el nivel desciende por debajo del umbral ( $h < 6$ ) las dos bombas están normalmente en marcha, mientras que el vaciado del agua por la válvula V está en paro. En el caso contrario donde el nivel excede el umbral ( $h > 8$ ), son las bombas que están paradas mientras el vaciado del tanque se mantiene. Este comportamiento se resume en la tabla 1.

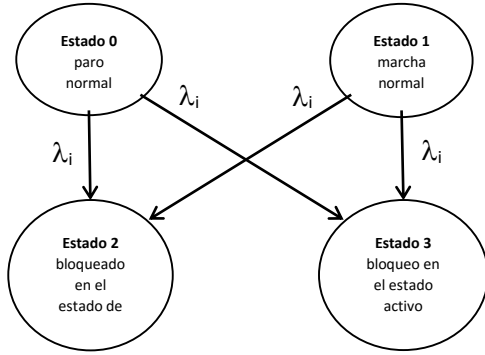
Las tres componentes son mutuamente independientes y no reparables. Los diferentes modos de falla por cada uno de los componentes son tomas en cuenta y se muestra su relación en la figura 3: el comportamiento intempestivo y el bloqueo en el estado. Sus duraciones de funcionamiento antes de la falla son variables aleatorias que vienen dadas por las leyes exponenciales con los parámetros respectivos:

$$\lambda_{P1} = 2,2831 \cdot 10^{-3} \text{h}^{-1} \quad \lambda_{P2} = 2,8571 \cdot 10^{-3} \text{h}^{-1} ;$$

$$\lambda_V = 1,5625 \cdot 10^3 \text{h}^{-1}.$$

Tabla 1. Condiciones de funcionamiento nominal.

Nivel $h$	Bomba 1	Bomba 2	Válvula
$h < 6\text{ m}$	Activa	Activa	Cerrada
$6\text{ m} \leq h \leq 8\text{ m}$	Activa	Parada	Abierta
$h > 8\text{ m}$	En paro	En paro	Abierta



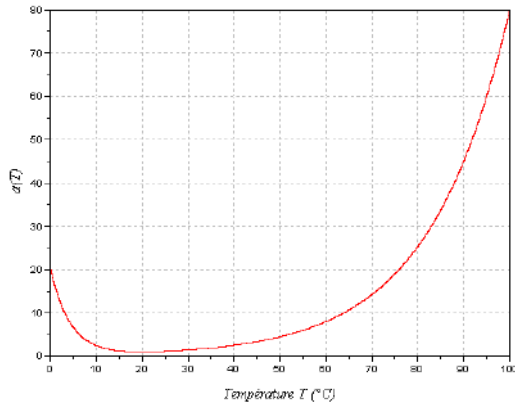
**Figura 3.** Estados de los componentes y transiciones entre estados.

Una fuente térmica constante calienta el líquido. La temperatura cambia, así como el gasto de entrada y salida. Se supone que los índices de falla de los componentes pueden depender de la temperatura. Las expresiones siguientes mostrar esta dependencia:

$$f^c = a(T) \hat{f}^c, \quad c = P1, P2, V \tag{2}$$

$$a(T) = \frac{b_1 e^{b_2(T-20)} + b_2 e^{-b_2(T-20)}}{(b_1 + b_2)} \tag{3}$$

donde  $a(T)$  es una función de la temperatura como lo muestra la figura 4.



**Figura 4.** La función  $a(T)$

Las variables continuas para el sistema son: el nivel del líquido  $h$  y la temperatura  $T$  del fluido las cuales están en función del estado de las componentes. Así, las variables  $h(t)$  y  $t(t)$  satisfacen las siguientes ecuaciones diferenciales:

$$\frac{dh(t)}{dt} = \gamma_1(v) \tag{4}$$

$$\frac{dT(t)}{dt} = (\gamma_2(v) - \gamma_3(v)T) / h \tag{5}$$

donde  $v = (v_{P1}, v_{P2}, v_V)$  y las componentes  $c \in \{P1, P2, V\}$ . Así,

$$v_c = \begin{cases} 0 & \text{si } c \text{ est OFF ou bloqué en OFF} \\ 1 & \text{si } c \text{ est ON ou bloqué en ON} \end{cases} \tag{6}$$

con

$$- \gamma_1(v) = (v_{P1} + v_{P2} - v_V)G$$

$$- \gamma_2(v) = (v_{P1} + v_{P2})GT_{in} + 23,88915$$

$$- \gamma_3(v) = (v_{P1} + v_{P2})G$$

$$- G = 1,5 \text{ m}^3\text{h}^{-1} \text{ (gasto de las componentes)}$$

$$G_{P1} = G_{P2} = G_V = G$$

$$- T_{in} = 15^\circ\text{C} \text{ (temperatura del líquido cuando entra al tanque)}$$

En condiciones nominales, el gasto para las tres componentes es el mismo. En el tiempo  $t = 0$ , el nivel del líquido  $h$  es 7 m, la temperatura es  $30,9261^\circ\text{C}$ , la bomba P1 funciona, la bomba P2 está apagada y la válvula V está abierta.

### Metodología

El propósito de la investigación es determinar la probabilidad de que el sistema llegue a los estados redundantes o no deseados: vaciado del tanque ( $h \leq 4m$ ), su desbordamiento ( $h \geq 10m$ ) y el incremento de la temperatura ( $T \geq 100^\circ\text{C}$ ).

Para lograr este objetivo, se debe, en primer lugar, definir el modelo del AEH del sistema descrito. Para obtenerlo, se han definido seis autómatas de estados finitos elementales: tres por las componentes (válvula, bombas), uno por el tanque, otro por el control del comando y, un último, por la temperatura. La figura 5 presenta el autómata del control del comando; y la figura 6 muestra el autómata de la bomba P1. Los autómatas de la bomba P2 y la válvula son semejantes a éste.

Con la ayuda del software DESUMA (DESUMA), se realizó la composición sincronizada o paralela (Lafortune, 2008) de estos seis autómatas afin de obtener formalmente el autómata global del sistema. Esta composición sincronizada da como resultado un autómata global de 1,746 estados. Posteriormente, antes de transformarlo y obtener el modelo del AEH, se ha simplificado el autómata resultante a partir de reglas simples: primero, el propósito de la aplicación es determinar la probabilidad de llegar a los tres estados no deseables, se han reagrupado todos los estados que correspondan al vaciado, o al desbordamiento o al incremento de la temperatura; segundo, se han fusionado todos los estados "fugitivos" cada vez

que esto sea posible (ejemplo, secuencia de eventos del control del comando que no son temporales).

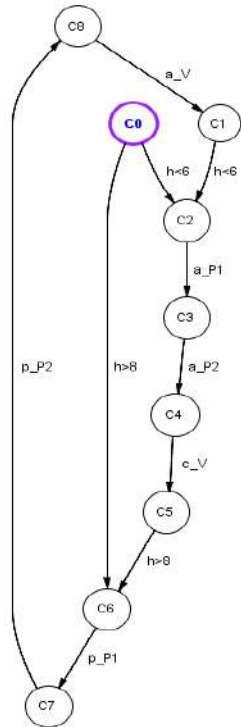


Figura 5. Autómata del control del comando.

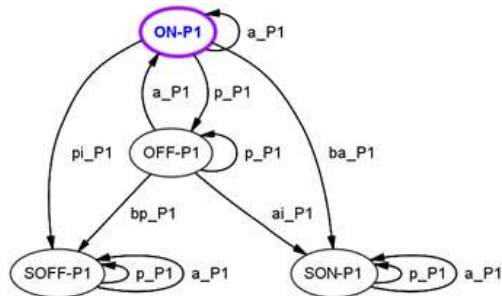


Figura 6. Autómata de estado finito de la bomba P1.

**Resultados**

Como resultado de la aplicación de las dos reglas simples que se mencionaron en la última parte del apartado anterior, se ha obtenido un autómata global final de 84 estados. A partir de este autómata, se ha implementado el AEH final que corresponde al modelo de comportamiento del sistema.

El conjunto de eventos asociados a las bombas P1 y P2, a la válvula V y al control es:

- ba\_P1, ba\_P2 y ba\_V: bombas bloqueadas en el estado activo y válvula bloqueada en el estado abierto,
- bp\_P1, bp\_P2 y bp\_V: bombas bloqueadas en el estado de paro y válvula

bloqueada en el estado cerrado, ai\_P1, ai\_P2 y ai\_V: arranque intempestivo de las bombas y abertura intempestiva de la válvula,

- pi\_P1, pi\_P2 y pi\_V: para intempestivo de las bombas y cierre intempestivo de la válvula
- p\_P1 y p\_P2: paro de las bombas P1 y P2,

Tabla 2. Probabilidades de los eventos.

Tiempo (horas)	Vaciado del tanque		Desbordamiento		Alta temperatura	
	PDMP	AEH	PDMP	AEH	PDMP	AEH
100	0.028463	0.0387	0.205090	0.1942	0.094659	0.0678
200	0.059185	0.0781	0.336688	0.3371	0.143356	0.1113
300	0.077217	0.1007	0.405502	0.4109	0.157475	0.1251
400	0.086785	0.1122	0.441659	0.4486	0.161640	0.129
500	0.091610	0.1184	0.461626	0.4697	0.162823	0.1299
600	0.093929	0.1208	0.473156	0.4809	0.163193	0.1307
700	0.095065	0.1221	0.479960	0.4882	0.163312	0.1308
800	0.095633	0.1228	0.484020	0.4925	0.163342	0.1308
900	0.095908	0.1232	0.486432	0.4951	0.163363	0.1308
1000	0.096032	0.1234	0.487753	0.4963	0.163368	0.1308

- a\_P1 y a\_P : arranque de las bombas P1 y P2,
- a\_V: abertura de la válvula y
- c\_V: cierre de la válvula.

Se distinguen para los componentes P1, P2, V los estados siguientes:

- ON-P1, ON-P2 y ON-V: bombas activas y válvula abierta,
- OFF-P1, OFF-P2 y OFF-V: bombas en paro y válvula cerrada,
- SON-P1, SONP2 y SON-V: bombas bloqueadas en el estado activo y válvula bloqueada en el estado abierto y
- SOFF-P1, SOFF-P2 y SOFF-V: bombas bloqueadas en el estado de paro y válvula bloqueada en el estado cerrado.

Para el tanque o recipiente se tienen los estados:

- N\_n: nivel normal del tanque ( $6 \leq h \leq 8$ ),
- N\_vac: nivel de vaciado ( $h \leq 4$ ) y
- N\_deb: nivel de desbordamiento ( $h \geq 10$ ).

Las leyes de control del comando presentadas en la tabla 1:

- inicial: C0 – P1 activa, P2 en paro y V abierta,
- si  $h < 6$ : C2  $\square$  C3, P1 activa; C3  $\square$  C4, P2 activa y C4  $\square$  C5, V cerrada,
- si  $h > 8$ : C6  $\square$  C7, P1 en paro; C7  $\square$  C8, P2 en paro y C8  $\square$  C1, V abierta,
- C1 – estado estable del comando cuando  $h > 8$  y
- C5 – estado estable del comando cuando  $h < 6$ ,

Los estados del autómata de la temperatura son:

- T\_a: estado inicial; temperatura aceptable para el sistema,
- T\_na: temperatura no aceptable para el sistema.

El evento es:

- $T \geq 100$ : aumento no aceptable del límite de la temperatura permitido (valor tomado por Marseguerra y Zhang).

La tabla 2 muestra los resultados de las probabilidades de ocurrencia de los eventos no deseables que se han obtenido después de aplicar una simulación de Monte Carlo al sistema utilizando la herramienta informática DyRelA antes descrita modelado el sistema por el AEH. Los resultados obtenidos son comparados y mostrados en esta tabla con los resultados obtenidos por Zhang et al. (Zhang, 2007) cuyo método utilizado fue el Proceso de Markov determinístico por partes (PMDP).

### Conclusiones

El método presentado ha permitido evaluar la probabilidad de ocurrencia de los eventos no deseables del sistema objeto de estudio. Se puede constatar una buena convergencia en los resultados mostrados por la probabilidad del desbordamiento, vaciado y exceso de temperatura. Los tiempos de simulación son aceptables. Cabe mencionar que las hipótesis presentadas en el sistema objeto de estudio (gasto constante e idéntico para las bombas y la válvula) no son imperativas en el método del ASH presentado. La relación de dependencia, gasto de la válvula en función de la presión, por ejemplo, es integrada sin dificultad gracias a las funciones de Scilab y sin aumentar sensiblemente los tiempos de simulación.

### Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo recibido por Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán por su apoyo para la realización de esta investigación.

### Autorización y Renuncia

El o los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

### Referencias

- 1) Aldemir, (April 1987). Computer Assisted Markov Failure Modelling of Process Control Systems. IEEE Trans. on Reliability, vol. R-36 (1), pp. 133-144.
- 2) DESUMA. Obtenido de <http://www.eecs.umich.edu/umdes/toolboxes.html>.

- 3) Dutuit, Châtelet, Signoret and Thomas. (1997). Dependability modelling and evaluation by using stochastic Petri nets: applications to two test cases. Reliability Engineering and System Safety 55, pp. 117 – 124.
- 4) Kermish and Labeau. (2000). Approche dynamique de la fiabilité des systèmes. Projet 6/2000 de l'ISdF. Tâche n°1 : établissement de l'état de l'art en fiabilité dynamique. Université Libre de Bruxelles.
- 5) Lafortune, S. and Cassandras, C. (2008). Introduction to Discrete Event Systems. Springer. 2<sup>nd</sup> Edition.
- 6) Marseguerra et Zio. (1996). Monte Carlo approach to PSA for dynamic process systems. Reliability Engineering and System Safety 52, pp. 227-241.
- 7) Najafi and Nikoukhah. (1 – 3 October, 2007.). Modeling Hybrid Automata in Scicos. Multi-conference on Systems and Control (MSC), Singapore.
- 8) Pérez, C. G. A., Aubry, J.-F. et Brinzei, N. (du 20 au 22 mars 2007). Modélisation et simulation d'un système dynamique hybride pour calculer sa fiabilité en utilisant le toolbox Scicos de Scilab. 7<sup>ième</sup> édition du Congrès International Pluridisciplinaire Qualita 2007, pp. 311 – 318, Tanger, Maroc.
- 9) Pérez, C. G. A., Aubry, J.-F. et Brinzei, N. (31 mars, 1er et 2 avril 2008). Automate Stochastique hybride. 7<sup>e</sup> Conférence International de Modélisation et Simulation, pp. 386-395, Paris, France.
- 10) Pérez, C. G. A., Aubry, J.-F. et Brinzei, N. (2009). "Amélioration de l'outil DyRelA pour une évaluation de la Sûreté de fonctionnement des systèmes dynamiques". 9<sup>ème</sup> Congrès international pluridisciplinaire en Qualité et Sûreté de Fonctionnement, Qualita 2011. Angers, France.
- 11) Pérez, C. G. A. (2009). Évaluation par simulation de la sûreté de fonctionnement de systèmes en contexte dynamique hybride [thèse doctoral]. Nancy, Francia, Institut National Polytechnique de Lorraine,
- 12) Pérez, C. G. A., Aubry, J.-F. et Brinzei, N. (2010). Modélisation d'un système par automate stochastique hybride pour l'évaluation de la fiabilité dynamique. Journal européen des systèmes automatisés, pp. 231-255, Volume 44 N° 2.
- 13) Pérez, C. G. A., Aubry, J.-F. et Brinzei, N. (2010). "DyRelA (Dynamic Reliability and Assessment)". In 1st Workshop on Dynamic Aspects in DEpendability Models for Fault-

- Tolerant Systems, DYADEM-FTS 2010 in conjunction with European Dependable Computing Conference EDCC 8 - 1st Workshop on DYnamic Aspects in DEpendability Models for Fault-Tolerant Systems, DYADEM-FTS 2010 in conjunction with European Dependable Computing Conference EDCC 8, Espagne (2010).
- 14) Zhang, Gonzalez, Dufour and Dutuit. (1 – 4 july, 2007). Piecewise deterministic Markov processes and dynamic reliability. Mathematical methods in reliability, Glasgow.

# APLICACIÓN DE PROGRAMACIÓN DINÁMICA PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE TRANSPORTE EN RUTA DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS

\* Jesús Márquez Hernández<sup>1</sup>, Daniela Trujillo Hernández<sup>2</sup>, Dr. Yair Romero Romero<sup>3</sup>,  
M. C. Iniria Guevara Ramírez<sup>4</sup>, M. A. Juan Manuel Corichi Reyes<sup>5</sup>.

**Resumen** —Esta investigación fue desarrollada para la empresa Ibeiyis, dedicada a la elaboración de productos lácteos y tiene como objetivos evaluar, comparar y por último diseñar una ruta de transporte donde se minimicen los costos. Las técnicas utilizadas para solucionar este problema fueron tomadas de la Programación Dinámica, específicamente el método del costo mínimo. Los resultados logrados fue la minimización de costos, quedando en \$5,250 en su ruta México-Tehuacán, comparando este costo con costos de rutas diferentes hacia el mismo destino, se logró un ahorro de \$1,008,000 en un horizonte de tiempo de un año y tomando en cuenta que la empresa hace dos envíos diarios.

**Palabras Clave:** Minimización de Costos, Transporte, Programación dinámica, Optimización

## Introducción

La reducción de costos es la medida más utilizada por las empresas (Escudero, 2009) estimando que el porcentaje de los costos totales logísticos y de transporte, correspondientes a los productos es del 19.7% (Wilmsmeier, 2005). Existe una relación del peso con el volumen del producto, debido a que los costos de transporte y almacenamiento se relacionan directamente con el precio total de producto. (Ballou, 2007) Por lo tanto, los costos de logística pueden disminuir más rápido que el precio total.

Por las razones anteriores la empresa Ibeiyis ubicada en la Ciudad de México (CDMX) tiene como finalidad reducir sus costos de transporte, debido a que según estudios, transportar sus productos representa hasta 22% del costo total de la operación, (Rodríguez, 2012) .

Ibeiyis está ubicada en la Ciudad de México. La empresa cuenta con camiones tipo tortón, con los que transporta sus productos lácteos (yogurt, crema, queso), de la planta productora ubicada en Poniente 122 N° 497 Col. Industrial Vallejo, D.F. hasta su cliente ubicado en Av. Independencia Poniente No. 801 Col. Arcadia, la empresa por su capacidad y prestigio suministra a varios clientes a lo largo del país como Acapulco, Chilpancingo, Tecamachalco, Zihuatanejo, sin embargo, uno de

los clientes más recientes se encuentra en Tehuacán, Puebla el cual solicita diariamente 3 productos (yogurt, crema, queso) pasando a ser uno de los principales clientes.

Ibeiyis al no tener diseñada la ruta para satisfacer a su nuevo cliente busca encontrar la ruta adecuada donde minimice los costos de transporte. Por lo consiguiente en esta investigación tenemos como objetivo minimizar los costos de transporte de la planta productora ubicada en la ciudad de México a su nuevo cliente en la ciudad de Tehuacán, Puebla.

## Metodología

Hoy en día el transporte es una actividad del sector terciario, que se entiende como el desplazamiento de objetos de un lugar a otro en un vehículo que utiliza una determinada infraestructura.

Existen algunos elementos que lo conforman:

- La estructura (Rutas de transporte, los cables para el transporte eléctrico).
- Vehículo (Es el que permite el traslado).
- Operador (Es la persona que conduce o guía el vehículo que transporta).
- Servicios (Para que la actividad del transporte sea segura como el caso de los semáforos).

<sup>1</sup> Estudiante de la Licenciatura en Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, [jesusdrago17@gmail.com](mailto:jesusdrago17@gmail.com)

<sup>2</sup> Estudiante de la Licenciatura en Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán [dany\\_pretty\\_17@hotmail.com](mailto:dany_pretty_17@hotmail.com)

<sup>3</sup> Docente de la Licenciatura en Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán [yair04@gmail.com](mailto:yair04@gmail.com)

<sup>4</sup> Docente de la Licenciatura en Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán [iniriag@hotmail.com](mailto:iniriag@hotmail.com)

<sup>5</sup> Docente de la Licenciatura en Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán [jmcorichi@yahoo.com.mx](mailto:jmcorichi@yahoo.com.mx)

El transporte se mueve las mercancías, existentes de dos tipos:

- 1) Transporte Multimodal se articulan diferentes modos de transporte para realizar más fácilmente el trasbordo de mercancía.
- 2) Transporte Intermodal. (El trayecto se realiza en distintos modos de transporte utilizando una única unidad de carga, que generalmente son los contenedores.

El transportista toma decisiones de inversión respecto al equipo de transporte (tortón, tráiler, etc.) y en algunos casos la infraestructura (carreteras). Se puede pensar en la red de transporte como un conjunto de nodos y vínculos. El transporte se origina y termina en los nodos y viaja por los vínculos. En la mayoría de los medios de transporte, la infraestructura, como los puertos, caminos, canales de navegación y aeropuertos requiere tanto de nodos como de vínculos.

#### *Diseño de una red de transporte*

Según Ballou nos dice que para resolver problemas de transporte es importante considerar los cuatro participantes (2007):

1. Integración de la información (Compartir información entre los miembros de la cadena de suministro).
2. Coordinación (Coordinación de actividades y optimización de los recursos).
3. Enlace Organizacional (Los miembros deben definir y mantener los canales de comunicación, establecer las medidas de desempeño y un balance de riesgo)
4. Nuevos modelos de negocios (La adopción de nuevas tecnologías que aporten ideas para dar rapidez a nuevas oportunidades de negocio).

#### *Programación dinámica*

La idea principal de la programación dinámica (PD) es descomponer el problema en subproblemas (más manejables). Los cálculos se realizan entonces recursivamente donde la solución óptima de un subproblema se utiliza como dato de entrada al siguiente problema. La solución para todo el problema está disponible cuando se soluciona el último subproblema. La forma en que se realizan los cálculos recursivos depende de cómo se descomponga el problema original. En particular, los subproblemas están vinculados por restricciones comunes. La factibilidad de estas restricciones comunes se mantiene en todas las iteraciones. (Taha, 2012)

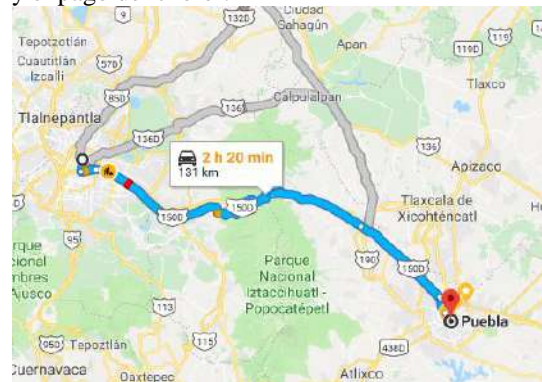
Se desea seleccionar la ruta por carretera más corta entre dos ciudades. Para saber la localización exacta, se realizó un mapa de la fábrica en la Ciudad de México y el cedís en la ciudad de Puebla

como se muestra en la siguiente Figura 1.



**Figura 1.** Ubicación de la fábrica y su centro de distribución en la Ciudad de México (CDMX) a Puebla.

A continuación se muestra una imagen en la Figura 2 de la ruta de la Ciudad de México a Puebla por autopista, donde se pueda saber con exactitud la distancia en km para así poder calcular el consumo de combustible, el costo del combustible, el peaje y el pago del chofer.



**Figura 2.** Ruta desde la Ciudad de México a Puebla (Maps, 2018)

Se hizo un total de los costos desde la planta en la Ciudad de México hasta el Cedís Puebla.

El cual para estimar sus costos se tomaron en cuenta; diésel con un costo a la fecha de \$19.60 (GlobalPetrolPices, 2018), el costo del peaje, pago del chofer y mantenimiento del camión.

Para obtener el costo del pago del chofer se toma en cuenta la ganancia por el costo del flete, de acuerdo al artículo. (Transporte, 2010) Es de \$62.5 por kilómetro, dadas las operaciones nos da como resultado.  $\$62.5 \times 112 \text{ km} = \$7000$  esto sería lo que la empresa cobraría por un solo envío a su cliente en Tehuacán Puebla. Una vez que se tiene la ganancia por el flete se le restará el costo del pago del chofer que por lo regular es el 15% por viaje. (Granados, 2012).

Se estima que el sueldo medio de chofer de camión tortón en México es \$44.00 por hora (Salario chofer de camión trotón en México, 2018). Por lo tanto, si

el tiempo estimado desde la ciudad de México hasta el cliente en Tehuacán contemplando la descarga en el cedis de Puebla más las paradas adicionales (comidas) es de 6 horas aproximadamente tendría un costo para el pago del chofer de \$220 por día.

La depreciación de un camión tipo tortón Marca: International Modelo: 44002506X2 Año: 2008, Con un costo de \$590000 con una vida útil de 5 años y 20% de depreciación anual con un valor de salvamento de \$118000 al final de los 5 años. (Medina, 2012).

Para calcular el total de consumo de combustible. Se toma en cuenta la distancia 112 km y el consumo de combustible de un tortón es de 40 Litros en 100 km.  $40L \rightarrow 100Km = 0.4L \rightarrow 1Km$  realizando las operaciones  $0.4L * 112 Km$  obtuvimos como resultado =  $44.8 \approx 45L$  de combustible en 112km.

Para calcular el total de costo de combustible se toma en cuenta el costo del litro de diésel que es de \$19.61 multiplicado por el total de litros 45L que se consumen en 112km. Obteniendo como resultado  $\$19.61 * 45L = \$883$ .

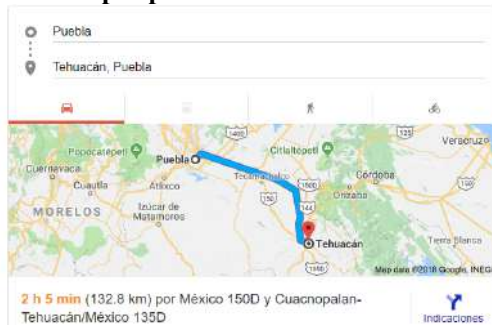
Para sacar el costo del peaje de dicha ruta consultamos a la SCT (SCT, Costo del peaje México - Puebla, 2018) obteniendo un costo total de \$600. Lo anterior se resume en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Tabla de costos ruta México – Puebla

Ruta	
Cd de México – Puebla	
Pago del chofer	\$1270
Combustible	\$855
Peaje	\$ 600
Total	\$2725

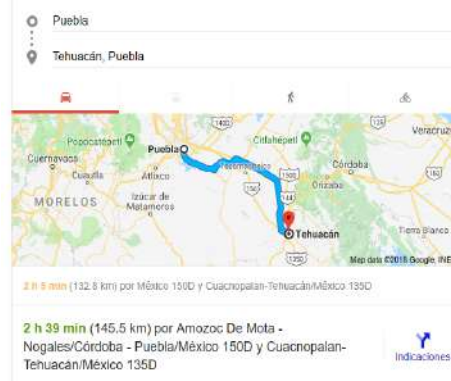
Posteriormente se hizo un total de los costos desde el cedis Puebla hasta el cliente que se encuentra en Tehuacán tomando dos rutas vía por pista, vía por federal, para llegar hasta el cliente que a continuación se muestran en la Figuras 3 y 4.

**Ruta vía por pista**



**Figura 3.** Ruta desde el Cedis Puebla a Tehuacán vía pista. (Maps, 2018)

**Ruta vía por federal**



**Figura 4.** Ruta desde los Cedis Puebla a Tehuacán vía por federal. (Maps, 2018)

En la Tabla 2 se muestran los costos de envío del Cedis Puebla hasta Tehuacán vía por pista.

**Tabla 2.** Tabla de costos Cedis Puebla a Tehuacán

Ruta vía por pista	
Puebla - Tehuacán	
Pago del chofer	\$1270
Combustible	\$1035
Peaje	\$220
Total	\$2525

En la Tabla 3 se muestran los costos de envío del Cedis Puebla hasta Tehuacán vía por federal.

**Tabla 3.** Tabla de costos Cedis Puebla a Tehuacán

Ruta vía federal	
Puebla - Tehuacán	
Pago del chofer	\$1345
Combustible	\$1275
Peaje	
Total	\$2620

En la Tabla 4 se muestran los costos adicionales por rutas alternas.

**Tabla 4.** Tabla de costos por rutas alternas

Rutas alternas			
Acatzingo - San Hipólito		Madero - Tecamachalco	
Distancia km	8	Distancia km	8
Combustible	\$63	combustible	\$63
Total	\$63	Total	\$63

Con los datos anteriores creamos el modelo de red tomando en cuenta la siguiente formula.



**Variables**

Esta sección muestra cómo pueden expresarse matemáticamente los siguientes cálculos. <

Sea  $f_i(x_i)$  la distancia más corta al nodo  $x_i$  en la etapa  $i$ , y defina  $d(x_i, x_i)$  como la distancia del nodo  $x_i$  al nodo  $x_i$ .

La ecuación recursiva de PD se define como.

$n$  = Etapa del problema

$X_n$  = Variable de decisión estando en la etapa  $n$

$S$  = Estado (donde nos encontramos)

$C(S, X_n)$  = Costo

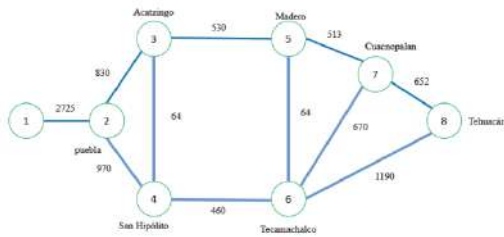
$f_n(S, X_n)$  = Costo total

$f_n^*(s) = \text{Min}_{x_n} \{f_n(s, x_n)\} = f_n(s, x_n^*)$

Todas las distancias se miden desde 0 al establecer  $f_0(x_0 = 1) = 0$ . La ecuación recursiva principal expresa la distancia más corta  $f_i(x_i)$  en la etapa  $i$  como una función del siguiente nodo,  $x_i$ . En terminología de PD,  $x_i$  se conoce como el estado en la etapa  $i$ .

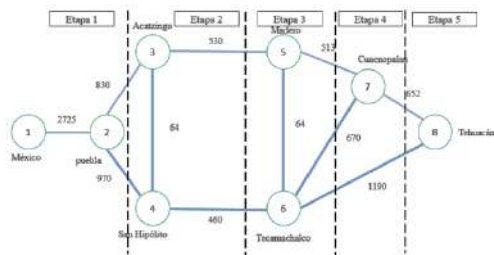
**Diseño de la red**

En la Figura 5. Se muestra el diseño de la red para el problema se va a solucionar.



**Figura 5.** Red de rutas para el ejemplo.

Se descompone el problema por PD, primero se descompon en etapas como se indica mediante las líneas de rayas verticales en la Figura 6.



**Figura 6.** Descomposición del problema de la ruta más corta en etapas

A continuación, en la Tabla 4. Se realizó por separado los cálculos en cada etapa empezando por la etapa número cinco donde  $S$  es el nodo donde nos encontramos  $f^*$  es el costo y  $X^*$  es el nodo hacia donde se dirige.

**Tabla 4.** Primera etapa; Etapa 5;  $n = 5$

S	$f_4^*(S)$	$X_4^*$
7	652	8

En la Tabla 5. Se explica la etapa 2 tiene nodo terminal, 7. La figura muestra que se puede llegar al nodo 7 desde los nodos 5,6 por las rutas (5,7), (6,7).

**Tabla 5.** Segunda etapa; Etapa 4;  $n = 4$

X4 S	$f(s, x_4) = (x_4 + f_4^*(x_4))$	$F_4^*(s)$	$X_4^*$
	7		
5	$513 + 652 = 1165$	1165	7
6	$670 + 652 = 924$	1322	7

Posteriormente, la etapa 3 tiene nodo terminal, 5 y 6. La figura muestra que se puede llegar al nodo 5 por las rutas (3,5), pero también se puede llegar al nodo 6 por las rutas (4,6).

Esta información, junto con los resultados resumidos (distancias más cortas) en la etapa 2, determina la distancia (acumulativa) más corta al nodo 5 como se muestra en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Tercera etapa; Etapa 3;  $n = 3$

X3 S	$f(s, x_3) = (x_3 + f_3^*(x_3))$		$F_3^*(s)$	$X_3^*$
	5	6		
3	$530 + 1165 =$	-	1695	5
4	-	$460 + 1322 = 76$	1782	6

Posteriormente, la etapa 4 tiene nodo terminal, 3 y 4. La figura muestra que se puede llegar al nodo 3 por las rutas (2,3), (2,4).

Este resultado resumido (distancia más cortas) en la etapa 3, determina la distancia (acumulativa) más corta al nodo 3 como se muestra en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Cuarta etapa; Etapa 2;  $n = 2$

X2 S	$f(s, x_2) = (x_2 + f_2^*(x_2))$		$F_2^*(s)$	$X_2^*$
	3	4		
2	$830 + 1695 = 25$	$970 + 1782 = 27$	2525	3
	25	52		

Posteriormente, la etapa 5 tiene nodo terminal, 2. La figura muestra que se puede llegar al nodo 2 por las rutas (1,2).

Este resultado resumido en la Tabla 8 (distancia más cortas) en la etapa 4, determina la distancia (acumulativa) más corta al nodo 2.

**Tabla 8.** Quinta etapa; Etapa 1; n = 1

X1	$f(s,x1)=(x1+f1*(x1))$	F1*(s)	X1*
	S		
1	$2725+ 2525 = 5250$	5250	2

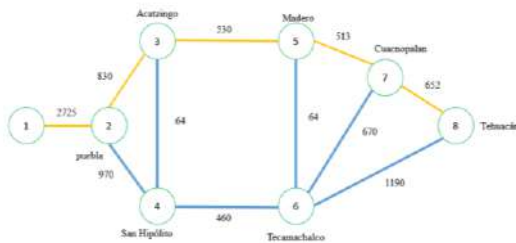
Para determinar la ruta óptima se inicia con el resumen de cada etapa, los cálculos en cada etapa son una función de las rutas factibles de dicha etapa, y sólo de esa etapa. Con base en el resumen de distancias más cortas como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Tabla de resultados

Resultados					RMC
2	3	5	7	8	19
$2725+830+530+513+652 =$					\$5250 Costo de la ruta más corta

**Red de la ruta más corta**

En la Figura 7 se muestra el modelo de red marcada con la ruta más corta.



**Figura 7.** Red de la ruta más corta

**Resultados**

Como resultado se obtuvo que la ruta con el menor costo de envío de la Ciudad México al centro de distribución de Puebla y de ahí al cliente ubicado en Tehuacán tiene una ganancia por el flete de \$7,000 menos el costo total de enviar el producto de \$5,250 siendo también su ruta más corta con una ganancia de \$1,750 para la empresa en un solo envío.

**Conclusión**

Con los resultados obtenidos en la investigación se encontró la ruta más corta y con el menor costo para que la empresa Unifoods haga su envío al cliente ubicado en Tehuacán ya que con el método de Programación Dinámica aplicado en esta investigación obtuvimos que la inversión por un solo envío desde la empresa Unifoods ubicada en la en la Ciudad de México (CDMX) hasta su cliente en Tehuacán es de \$5,250 con esta nueva ruta ya que anteriormente se tomaban diferentes rutas para llegar al mismo destino, ahora con esta

nueva ruta si la empresa hace dos envíos diarios la empresa tendrá una ganancia de \$3,500 y por semana de \$21,000 pero si utiliza esta ruta durante un mes la empresa Unifoods tendrá una ganancia de \$84,000 por hacer dos envíos diarios en un mes.

**Autorización y Renuncia**

El o los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

**Referencias**

- 1) Ballou, R. H. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación.
- 2) Global Petrol Prices. (2018). México precios del diésel, litro.
- 3) Granados, T. (21 de Agosto de 2012). Ya no es rentable tener un solo camión de carga, Pág. 1.
- 4) Anaya-Tejero, J. J. (2004). El transporte de mercancías. Enfoque logístico de la distribución. Madrid: ESIC.
- 5) Google Maps. (2018). Ruta Puebla - Tehuacán por federal. México.
- 6) Medina, J. A. (2012). Parámetros de Estimación de Vida Útil. México: Consejo Nacional de Armonización Contable.
- 7) Rodríguez, I. (2012). Oportunidades para reducir costos en transporte. Revista Manufactura.
- 8) Indeed. (2018). Salario Chofer De Camión Tortón en México. <https://www.indeed.com.mx/salaries/Ch%C3%B3fer-de-cami%C3%B3n-Salaries>
- 9) SCT. (2018). Costo del peaje México-Puebla.
- 10) Taha, H. A. (2012). Investigación de Operaciones. México: Pearson Educación.
- 11) Transporte, S. d. (2010). COSTOS DE OPERACIÓN BASE. En R. A. José Antonio Arroyo. Sanfandila.
- 12) Wilmsmeier, G. y Sánchez, R. J. (2005). Los desafíos del sistema de transporte en los países de América del sur. Santiago de Chile: CEPAL División de Recursos Materiales e Infraestructura.

# ANÁLISIS DE CALIDAD EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL

Ana Cristina Pérez González<sup>1</sup>, \*Luis Alberto Avendaño Franco<sup>2</sup>, Lorena Santos Espinosa<sup>3</sup>

**Resumen** —Se realizó una investigación bibliográfica con la finalidad de conocer las diferentes recetas que se recomiendan para obtener cerveza artesanal y partiendo de ello fue posible estandarizar el método más idóneo a las condiciones climáticas de Ajalpan para que en el Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan se pudiera elaborar cerveza tipo “ALE”. Durante el proceso de fermentación fue necesario monitorear las temperaturas y el rango de alcohol permitido por la NOM-142-SSA1/SCFI-2014; a la cerveza se le analizaron las características físicas y organolépticas, utilizando hojas de control para el registro de resultados. El análisis sensorial se dividió en dos partes: la primera al tener el producto terminado y verificar si lo obtenido era lo esperado de acuerdo a los parámetros estandarizados, la segunda se evaluó a través de la aplicación de tablas de verificación dirigidas a 380 catadores mayores de 18 años de la ciudad de Ajalpan.

**Palabras Clave:** Mosto, cebada, ale, estándar.

## Introducción

El estudio realizado en el Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan para conocer la demanda que tiene la cerveza por ciudadanos de Ajalpan, arrojó como resultado que el 98% de jóvenes entre 25 a 35 años la adquieren 2 veces por semana y la utilizan para convivir entre amigos; analizando estos resultados, surge la idea de investigar diferentes métodos de elaboración de cerveza artesanal, seleccionar el más idóneo, cuidando los estándares de calidad y de distribución según lo requiera la NOM-142-SSA1/SCFI-2014 para su correcta introducción al mercado, siendo esto un reto ya que debe sobresalir del resto de las marcas de renombre por ser un producto natural.

La cerveza artesanal es elaborada a partir de una receta propia, por maestros cerveceros que le dan un toque distinto y personal, es por ello que tiene como objetivo establecer, analizar y controlar los estándares de calidad en el proceso de elaboración, para que logre satisfacer el gusto del consumidor al mejorar sus características físicas y organolépticas, al sobresalir de su contraparte industrial. Mediante la aplicación de estándares, se puede saber si se debe modificar el proceso o producto, la producción es limitada ya que se le pone especial atención a la textura, aroma y sabor. Con la ayuda de instrumentos de medición se busca que cumpla con las especificaciones marcadas por la “NOM-

142-SSA1/SCFI-2014, Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial” en cuanto a los rangos de alcohol permitidos para un producto artesanal y su correcta introducción al mercado.

## Cerveza

Se define como “una bebida resultante de fermentar mediante levaduras seleccionadas, el mosto procedente de malta de cebada sólo o mezclado con otros productos amiláceos transformables en azúcares por digestión enzimática, cocción y aromatizado con flores de lúpulo” (Gorostiaga, 2008).

## Cebada

Planta anual de la familia de las Gramíneas, parecida al trigo, con cañas de algo más de 0.60 m, espigas prolongadas, flexibles, un poco arqueadas, y semilla ventrada, puntiaguda por ambas extremidades y adherida al cascabillo, que termina en arista larga. (Gorostiaga, 2008).

## Malta

La malta se obtiene de la cebada, la cual es una planta gramínea y está en la categoría de cereal, como el trigo o el maíz.

Existen 2 tipos de cebadas, la forrajera que se utiliza como alimento para los animales, y la cebada cervecera que se utiliza exclusivamente en la fabricación de esta bebida.

<sup>1</sup> Maestra en Ciencias Ambientales, Profesora de la Carrera de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan, gonper13@hotmail.com

<sup>2</sup> Alumno de la Carrera de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan, luisavendanof10@gmail.com

<sup>3</sup> Maestra en Ciencias, Profesora de la Carrera de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan, lsantos\_03@hotmail.com

El grano de cebada contiene entre otras cosas almidón en forma insoluble (No se disuelve en agua), el cual se necesita primero transformar en almidón soluble (Que si se disuelve) y luego en azúcares fermentables, las cuales serán muy importantes para la cerveza, ya que luego se convertirán en el alimento de las levaduras, las que transformaran esos azúcares en alcohol y gas por medio de la fermentación.

Existen 3 tipos de maltas bases, Pilsen, Munich y Vienna que son las más comunes y utilizadas.

Grano germinado – Secado a baja temperatura = Malta Pilsen

Grano germinado – Secado a mediana temperatura = Malta Munich

Grano germinado – Secado a alta temperatura = Vienna

La malta Pilsen es la que más se utiliza en todo el mundo para elaboración de cerveza, debido a que su color es muy claro y su sabor suave, dando como resultado cervezas rubias o doradas.

Las maltas Múnich y Vienna, dan como resultado cervezas de tonos un poco más oscuros que pueden llegar al rojo claro y sabores más intensos a malta ([www.zonadiet.com/bebidas/a-cerveza.htm](http://www.zonadiet.com/bebidas/a-cerveza.htm), 2009).

### **Lúpulo**

EL lúpulo es una planta trepadora de la cual se utilizan las flores femeninas para dar el amargor. El lúpulo se añade en diferentes proporciones de manera que genere el sabor, amargor y aroma dependiendo de tiempo en que el lúpulo está en contacto con el mosto en ebullición. El lúpulo se encuentra en la lupulina (gránulos de color amarillo que se encuentran en la flor) siendo estos unos ácidos amargos cristalizables que confieren ese poder. Estos ácidos amargos se oxidan y polimerizan fácilmente perdiendo su poder de amargor, estos fenómenos son acelerados por el oxígeno, temperatura, y humedad. Siendo importante que para su conservación deban ser colocados en lugares adecuados a 0 °C donde el grado hidrométrico no pase de 70 a 75%. El amargado del mosto tiene lugar por el ingreso de determinadas sustancias amargas del lúpulo, siendo: ácidos alfa o humulona, ácidos beta o lupulona, resinas blandas alfa, resinas blandas beta, resinas duras.

Asimismo también imparte sabor el tanino de lúpulo el cual da el sabor final a la cerveza, debido a su capacidad de reacción con ciertas proteínas del mosto; el aroma característico está dado en cambio por los aceites del lúpulo los cuales son una mezcla de varios aceites con un punto de ebullición de 127 a 300 °C. Los ácidos alfa o humulonas que son una

mezcla de homólogos como son la Humulona, Comulona, Adhumulona, pre-humulona y Posthumulona. Los ácidos alfa, tal cual no son amargos y su presencia en la cerveza es ínfima, por ebullición los ácidos alfa se transforman en ácidos iso-alfa que son más amargos y solubles en el mosto (<http://www.aldon.org/cerveza/lupulo.htm>, 2009).

### **Levadura cervecera**

Las levaduras son organismos vivos unicelulares que pertenecen al reino de los hongos. Se alimentan de los azúcares provenientes de la malta, transformándolos en alcohol y CO<sub>2</sub> (gas) durante un proceso llamado fermentación que se realiza en ausencia de oxígeno, según J. S. Hough (2002). Existen dos tipos de levaduras que se utilizan en la elaboración de cerveza, levadura ALE y levadura LAGER, la diferencia es que ALE fermentan a temperaturas que oscilan entre 14 y 25°C, mientras que LAGER fermenta a temperaturas más bajas, alrededor de 6 a 10 °C, otorgando sabores diferentes a las cervezas. Normalmente las cervezas industriales se elaboran con levaduras LAGER, y las artesanales utilizan en su gran mayoría levaduras ALE, debido a que es fácil mantener un fermentador Sparkling a temperatura de 14 a 25°C, que mantenerlo a 6 a 10 °C. También existen diferencias en cuanto al sabor de cada levadura, a pesar de que haya que tener un paladar muy experimentado para poder descubrir qué tipo de levadura ha sido utilizada en una cerveza.

En el caso de la cerveza artesanal se producen dos fermentaciones: La primera en el fermentador Sparkling donde se genera cierta cantidad de alcohol, aproximadamente unos 3°GL y la segunda fermentación ocurre dentro de la botella donde gracias a la adición extra de azúcar se genera mas alcohol y gas, según Gorostiaga, (2008). Para la fabricación de la cerveza se puede partir de cultivos de una sola célula (cultivo puro) para la propagación de la levadura; pero para los cerveceros la levadura se recupera después de la fermentación y se puede emplear una y varias veces. Diversas cepas de levadura tienen características diferentes e individuales de sabor, las levaduras que se usan en la fabricación de cerveza se pueden clasificar como pertenecientes a una u otra de las dos especies del género *saccharomyces*: o *saccharomyces cerevisiae* o *saccharomyces uvarum*. Siendo los de fermentación alta las pertenecientes a la *cerevisiae* y a la de fermentación baja a la *uvarum*. Las demás especies se clasifican como levaduras salvajes como la *candida*, *pichia*, *cloequera*, *pongue*, pues deterioran el sabor de la cerveza. La típica levadura

cervecera es oval o esférica con un diámetro de 2 a 8  $\mu$  m y una longitud de 3 a 15  $\mu$  m. La levadura contiene un promedio de 75% de agua y entre los constituyentes más importantes de la sustancia seca el 90 a 95% es materia orgánica, la cual tiene un 45% de carbohidratos 5% de materias grasas y 50% de materias nitrogenadas, siendo las más importantes en las nitrogenadas las proteínas y en menos cantidad las vitaminas, dentro de las materias inorgánicas que viene a ser en un 5 a 10% se encuentra fósforo, potasio, sodio, magnesio, cinc, hierro, y azufre, y el contenido de materias grasas es de un 8% (Vicente Ediciones, 1994).

#### **Agua cervecera**

La naturaleza del agua empleada en la fabricación de cerveza es de mucha atención y se llega a decir que el éxito de la cerveza depende del empleo adecuado del agua ya que constituye cerca del 95% del contenido de la cerveza por lo que es un ingrediente fundamental y del cual interesa esencialmente su contenido de sales y especialmente su dureza. Como norma general se recomienda utilizar aguas blandas con poco contenido en sales (Gorostiaga, 2008).

#### **Fermentación alcohólica**

La fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico que además de generar etanol desprende grandes cantidades de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) además de energía para el metabolismo de las bacterias anaeróbicas y levaduras. La fermentación alcohólica (denominada también como fermentación del etanol o incluso fermentación etílica) es un proceso biológico de fermentación en plena ausencia de aire (oxígeno -  $\text{O}_2$ ), originado por la actividad de algunos microorganismos que procesan los hidratos de carbono (por regla general azúcares: como pueden ser por ejemplo la glucosa, la fructosa, la sacarosa, el almidón), para obtener como productos finales: un alcohol en forma de etanol (cuya fórmula química es:  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en forma de gas y unas moléculas de ATP (adenosin trifosfato), que consumen los propios microorganismos en su metabolismo celular energético anaeróbico. El etanol resultante se emplea en la elaboración de algunas bebidas alcohólicas, tales como el vino, la cerveza, la sidra, el cava.

La fermentación alcohólica tiene como finalidad biológica proporcionar energía anaeróbica a los microorganismos unicelulares (levaduras) en ausencia de oxígeno para ello disocian las moléculas de glucosa y obtienen la energía necesaria para sobrevivir, produciendo el alcohol y

$\text{CO}_2$  como desechos consecuencia de la fermentación. Las levaduras y bacterias causantes de este fenómeno son microorganismos muy habituales en las frutas y cereales y contribuyen en gran medida al sabor de los productos fermentados. Una de las principales características de estos microorganismos es que viven en ambientes completamente carentes de oxígeno ( $\text{O}_2$ ), máxime durante la reacción química, por esta razón se dice que la fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico (Hughes, 2002).

#### **Evaluación sensorial**

El Instituto de Alimentos de EEUU (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído” (Schutz, 2009).

#### **Metodología**

Se realizó un listado de materia prima para la elaboración de cerveza artesanal, que permitió cotizar con tres proveedores, para adquirirla con el que ofrecía calidad en su producto y entrega; se prosiguió a aplicar dos métodos de elaboración, las características que los hacían diferentes fueron variación en la dosis del mosto; después de analizar el tiempo de fermentación, olor y color de cada una de ellas, se depuraron los resultados y se seleccionó el adecuado para la región. Durante el proceso de fermentación, se aplicó una encuesta que consistió en preguntar a la población sus gustos o preferencias respecto a la cerveza artesanal y si estuviera en sus posibilidades adquirieran el producto, de un total de 37,627 habitantes mayores de 18 años de la ciudad de Ajalpan, se aplicó la fórmula de población finita para conocer el número de personas a las cuales encuestar, dando como resultado  $n = 380$  personas.

$$n = \frac{Z^2 p q N}{E^2 (N-1) + Z^2 p q}$$

El equipo utilizado en el estudio para evaluar las características físicas de la cerveza consistió en instrumentos de laboratorio:

Probetas.- Vela-Quin

Densímetro.- Modelo TDM-140276

pH-metro.- De cuchara Horiba Modelo HB-B-743

Agua destilada.- JT-Baker

Picetas.- Vela-Quin

Para la evaluación sensorial se consideró el flavor de acuerdo al British Standard Institution se define como: “la combinación del sabor y el olor, puede estar influenciada por las sensaciones de dolor, calor, frío y sensaciones táctiles”. Según Carpenter. Roland.

La percepción del flavor se dividió en tres etapas: Evaluación del olor: aspirando el aroma del producto alimenticio antes de que penetre en la boca.

Evaluación del flavor en la boca: cuando el producto alimenticio está en la boca.

Evaluación del regusto: sensaciones percibidas una vez deglutida la muestra del producto alimenticio.

## Resultados

Se presentan los resultados obtenidos al analizar las características físicas y organolépticas del proceso de elaboración de la cerveza artesanal en el Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan.

Para características físicas:

Con la ayuda de instrumentos de medición se conoció si cumple con la temperatura, grados de alcohol, densidad y pH requeridos en el método según la NOM-142-SSA1/SCFI-2014, Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial (Véase Tabla 1 y Figura 1).

**Tabla 1.** Resultado del análisis de características físicas.

VARIABLES	ESPECIFICACIONES	RESULTADO DEL ANÁLISIS
Densidad	OG:1.065 FG:1.010	OG:1.063 FG:1.010
pH	5.2 a 7.70	6.0
Grado de alcohol	2 % a 12 %	5.5 %
Macerado	70-78 °C	72 °C
Cocción	110 °C	100 °C
Fermentación	14-28 °C	18 °C

Los resultados para las características organolépticas se presentan en la tabla 2:

**Tabla 2.** Resultado del análisis de características organolépticas (evaluación sensorial).

VARIABLES	RESULTADO
Color	1
Olor	1
Sabor	1
Espuma	1
Cuerpo	1
Carbonatación	1

La aplicación correcta de los estándares en el proceso de elaboración de la cerveza artesanal permitió procesar y obtener una bebida de calidad como se muestra en la figura 2.



**Figura 2.** Análisis de características organolépticas.

Se verificó que la bebida se encuentre dentro del gusto del consumidor para ello se aplicó una hoja de verificación a 380 habitantes mayores de 18 años en la región de Ajalpan, Puebla (Véase tabla 3 y figura 3).

**Tabla 3.** Resultados de la aplicación de hojas de verificación.

VARIABLES	RESULTADO	
	Bueno	Malo
Color	226	154
Aroma	255	125
Sabor	265	115



**Figura 3.** Análisis sensorial de la cerveza artesanal.

De los resultados anteriores se elaboraron las siguientes gráficas de medias del análisis sensorial realizado:

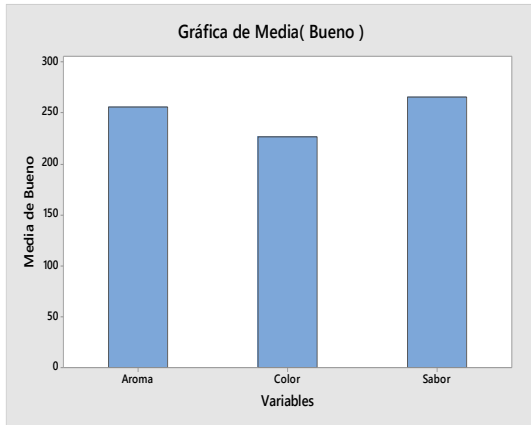


Figura 5. Gráfica de medias para “bueno”.



Figura 1. Análisis de características físicas.

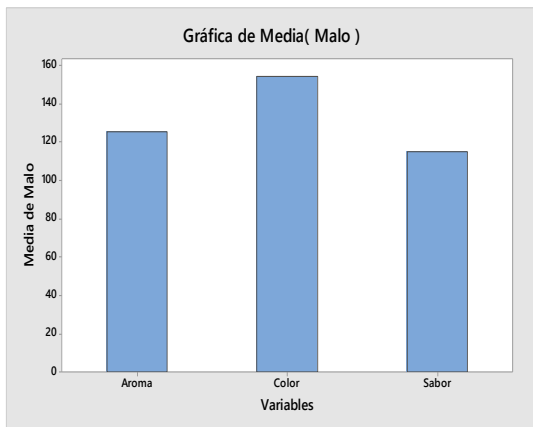


Figura 6. Gráfica de medias para “malo”.

Las figuras 5 y 6 permiten visualizar que un factor importante para su consumo es el sabor ya que la encuentran menos amarga que otras marcas, sin embargo, aunque no es un problema fuerte se debe de trabajar por mejorar el color, esto ayudará a que la bebida en futuro comience a ganar más terreno dentro del mercado.

**Costos**

La cotización de ingredientes para la elaboración de la cerveza artesanal se presenta en la tabla 4 (Redsonancia, 2018).

**Tabla 4.** Costos de compra general por ingrediente.

Ingredientes	Cantidad	Precio
Agua purificada	40 l	\$24.00
Malta Caramelo	5 kg	\$ 320.00
Lúpulo Galena	250 g	\$245.00
Levadura para hacer cerveza	1 sobre	\$72.00
<b>Total</b>		<b>\$661.00</b>

Los costos por producir 355 ml (1 cerveza) se muestran en la tabla 5.

**Tabla 5.** Costo por elaboración de una bebida.

Ingredientes	Cantidad	Precio
Agua purificada	828.34 ml	\$00.50
Malta Caramelo	106.5 g	\$ 06.82
Lúpulo Galena	0.59 g	\$00.58
Levadura para hacer cerveza	0.26 g	\$01.63
<b>Total</b>		<b>\$9.53</b>

El equipo para generar este tipo de bebida alcohólica de forma artesanal fue proporcionado por el Departamento de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan.

La aportación calórica de la cerveza artesanal es de 35 Kcal por cada 100 ml consumidos, según estimaciones resultantes de aplicar la fórmula:

Grados de etanol = (grados de la bebida alcohólica)(ml de bebida consumida)(0.80)/100

Según investigaciones realizadas por Vittorini (2013); Rodríguez (2012); Ruiz Sánchez (2016), se obtuvieron resultados favorables referentes a la aplicación de los estándares de calidad en el proceso de elaboración de cerveza artesanal ya que para competir con otras marcas, las características físicas y organolépticas deben ser una de las mejores para el gusto del consumidor utilizando lo mencionado como una de sus principales fortalezas, esto es consistente y corresponde a lo encontrado en el estudio realizado en el Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan. Sin embargo, García (2015); González (2012); López Plumed (2013) recomiendan no perder de vista los estudios económicos para ingresar un nuevo producto al mercado, realizar una inversión financiera para la selección de la maquinaria y materias primas.

## Conclusiones

Este proyecto tuvo un impacto significativo para el proceso de elaboración de la cerveza artesanal, dado que se analizaron, establecieron y controlaron los estándares de calidad, se hizo mención del modo de preparación para incluir los requerimientos necesarios marcados por la NOM-142-SSA1/SCFI-2014 para la venta y distribución de dicha bebida, con la ayuda de gráficas de control se reflejaron resultados favorables al tener el producto terminado, uno de ellos y más importante es que cumplió con las características organolépticas y físicas que la diferencia de las ya existentes, al aplicar hojas de verificación a personas mayores de 18 años en la región de Ajalpan, Puebla se encontró que el sabor y olor satisfacen el gusto del cliente aunque se debe de trabajar por mejorar el color.

Se obtuvo un porcentaje de aceptación del 65.4 por ciento con referencia en la calidad, mejorando en el control de los grados de alcohol requeridos para la comercialización de un producto artesanal, teniendo en cuenta que el contenido calórico que aporta este tipo de bebida es de 35 Kcal por cada 100 ml consumidos. Sin embargo, el otro 34.6 por ciento no está satisfecho con lo realizado pues se puede aplicar la norma y no solo hacer mención de ella.

Se recomienda trabajar más en el control de la calidad para la elaboración de la cerveza artesanal y con la aplicación de normas que regulen dicho proceso para su venta y distribución en el extranjero. Además de mejorar los resultados obtenidos con respecto al olor de la bebida, por lo que se puede buscar trabajar con el proveedor de materias primas para llevar una verificación de los ingredientes, aunado a ello también si se quisiera introducir más sabores. Se requiere evaluar más características como lo son espuma, concentración de alcohol, translucidez, carbonatación, azúcares, carbohidratos, sensorial y bacterias ácido lácticas para tener una visualización más a fondo de lo que le espera al producto en el mercado y con esto conocer si está a la altura de competir con otras marcas, para que en un futuro se posicione entre las mejores.

## Autorización y Renuncia

Los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

## Referencias

- 1) García, K. B. (2015). Elaboración de cerveza artesanal a partir de almidón extraído de tubérculos andinos (Tesis de Grado). Ecuador.
- 2) González, D. A. (2012). Elaboración de un plan de negocios para la producción de cerveza artesanal. (Tesis de licenciatura). Chile.
- 3) López-Plumed, M. D. (2013). Plan de empresa de una fábrica de cerveza artesanal (Tesis de licenciatura).
- 4) Redsonancia. (27 de Junio de 2018). Tu Chela. La tienda de los cerveceros. Obtenido de <http://www.tuchela.com/>
- 5) Rodríguez, V. E. (2012). Plan de negocio de cerveza artesanal Mika (Tesis de maestría). Chile.
- 6) Ruiz Sánchez, Y. (2016). Elaboración y evaluación de maltas cerveceras de diferentes variedades de cebada (*Hordeum Vulgare*) producidas en los estados de Hidalgo y Tlaxcala (Tesis de licenciatura). Hidalgo.
- 7) Vittorini, F. (2013). Cerveza artesanal, en busca de nuevos consumidores (Tesis de posgrado). Buenos Aires Argentina.
- 8) Gorostiaga, F. (2008) Manual del proceso de elaboración de cerveza. Primera Edición, Quito-- Ecuador.
- 9) Hough, J. (2001). Biotecnología de la cerveza y de la malta. Zaragoza--España: Editorial Acribia.
- 10) Hughes, P. (2003). Cerveza: Calidad, higiene y características nutricionales. Zaragoza--España: Editorial Acribia.
- 11) Cerveza (2009). Consultado el 5 de agosto de 2018. Obtenido de [www.zonadiet.com/bebidas/a-ceverza.htm](http://www.zonadiet.com/bebidas/a-ceverza.htm)
- 12) Vicente Ediciones. (1994). Manual de industrias alimentarias.
- 13) Schutz, H.G. (2009). Sources invalidity in the Sensory Evaluation of Food. Food Techn



## MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS PELIGROSOS: CASO INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD SERDAN

*\*José Pascual Hernández Jiménez<sup>1</sup>, Barsimeo González Panzo<sup>2</sup>, Irma Moreno Arias<sup>3</sup>*

**Resumen** — El manejo de los residuos peligrosos es muy importante para el cuidado del medio ambiente ya que no se disponen de manera adecuada por quien los genera, ocasionando un fuerte impacto al aire, suelo, agua, representando un riesgo para la salud de las personas, en este trabajo se presenta la identificación, manejo, disposición final e instructivos para el control los residuos peligrosos que se generan por las actividades académicas administrativas del Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán desde el año de 2012 a 2017 a partir de la implementación de la norma internacional de sistemas de gestión ambiental ISO 14001., para obtener la certificación.

La Investigación de residuos peligrosos se realizó en una matriz de identificación de aspectos ambientales, se obtuvo el Número de Registro Ambiental en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Puebla., para el manejo adecuado se estableció un procedimiento para llevar a cabo el registro, seguimiento y operación., para la disposición final se construyó un almacén temporal, y se entregaron a una empresa de servicios ambientales que cumpliera con los requisitos para su traslado y confinamiento. Como resultado se obtuvo el certificado número ECMX-0064/13-MA que da cumplimiento a la normativa NMX-SSA-14001-IMNC-2004/ISO 14001:2004, se requiere de un presupuesto para la operación, una educación continua y concientización ambiental.

**Palabras Clave:** Residuos Peligrosos, Manejo, Disposición Final.

### Introducción

En el año del 2011 el Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán inicia la planeación para la implementación de la norma ISO 14001 en su versión del 2004, dicho esfuerzo se realizó con la finalidad de generar una cultura del cuidado del medio ambiente así mismo al ser la Institución de Educación Superior más influyente en la región se procuraba mandar un mensaje para que todas las instituciones generaran acciones para el cuidado y preservación del medio ambiente.

Para el año del 2012 el Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán, inicia la implementación del Sistema de Gestión Ambiental (SGA) con los 6 apartados que conformaban la norma de referencia, se identificaron los aspectos ambientales y aspectos ambientales significativos, de los cuales el que nos preocupó más fue el manejo y disposición final de Residuos Peligrosos (RP) ya que durante los años que tenía el Tecnológico en operación y derivado de la naturaleza de sus funciones (laboratorios, cafetería y servicio de medico) no se había identificado el manejo y disposición final de los RP por lo que se tenía un

gran impacto ambiental y sobre todo un incumplimiento legal.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente la última reforma del Diario Oficial de la Federación publicada el 13 de mayo de 2016 define a los Residuos Peligrosos: son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que le confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio y por tanto, representan un peligro al equilibrio ecológico o el ambiente<sup>1</sup>.

Así mismo para dar cumplimiento a la normativa y controlar el impacto ambiental significativo se procedió a implementar un control operacional denominado “Control Operacional para el manejo de los RP”.

El cual se encargó de identificar conforme el código de clasificación de características que contienen los residuos peligrosos y que significan:

<sup>1</sup> Maestro en Ingeniería Administrativa. Responsable del Control Operacional de Residuos Peligrosos del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán, jhernandez@tecserdan.edu.mx

<sup>2</sup> Maestro en Administración. Representante de Dirección del Sistema de Gestión de Calidad del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán, bgonzalez@tecserdan.edu.mx.

<sup>3</sup> Licenciada en Contaduría. Responsable del área de Estadística y Evaluación del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán, imoreno@tecserdan.edu.mx.

corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológicos infeccioso (CRETIB) los residuos generados, se registraron ante la autoridad correspondiente, los más representativos, se controlaron bajo un procedimiento, bitácoras de control mensual e instructivo de trabajo.

Para los residuos biológico-infecciosos se identificaron solo algunas cepas de cultivo, medicamentos caducos y pulso cortantes, los cuales no fueron de gran significancia y se controlaron con un instructivo de trabajo.

Para el almacenamiento de RP construyó un almacén temporal, con las condiciones que indica la norma, finalmente se contrató una empresa de servicios para el confinamiento final de los residuos peligrosos, la casa certificadora que se contrató otorgo el certificado correspondiente al cumplimiento de la norma ISO 14001.

**Objetivo.** - Cumplir con el manejo adecuado y la disposición final de los residuos peligrosos generados en el Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán, bajo el reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

### Metodología

El tipo de investigación está basada en estudios descriptivos y explicativos ya que se sigue el comportamiento y la mitigación de los residuos peligrosos generados en el Instituto, la disminución, los sistemas de control, la disposición y cumplimiento a la legislación vigente, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y la Norma ISO 14001., conforme a un plan de trabajo y bitácora de registros considerados en un procedimiento documentado para el control operacional de los residuos peligrosos.

Como base para dar cumplimiento al apartado 4.3.1 Aspectos Ambientales de la Norma ISO 14001 en su versión 2004 donde nos pedía: La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para:

a) Identificar los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios que pueda controlar y aquellos sobre los que pueda influir dentro del alcance definido del sistema de gestión ambiental, teniendo en cuenta los desarrollos nuevos o planificados, o las actividades, productos y

b) Determinar aquellos aspectos que tienen o pueden tener impactos significativos sobre el medio ambiente (es decir, aspectos ambientales significativos). ISO 14001:2004, Ginebra Suiza, 2004.

Para lo cual se utilizó la matriz de Identificación de Aspectos Ambientales con código: ITSCS/SGA-PA-001-01 y revisión 1. La cual se utilizaba de la siguiente manera:

1.- "Las columnas enlistan la serie de aspectos ambientales de acuerdo con el factor ambiental afectado, es decir: Demanda de recursos naturales, agua, suelo, aire, flora, fauna y personas. Las filas enlistan las actividades derivadas de los cinco principales procesos y servicios que oferta el Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán: Académico, Planeación, Vinculación, Administración de los Recursos y Calidad".

2.- En cada aspecto ambiental encontrará en la esquina superior derecha de su celda, un pequeño triángulo rojo, que significa la existencia de una nota o comentario, dicha nota menciona el impacto ambiental derivado del aspecto ambiental seleccionado.

3.- De las actividades listadas, identificar aquellas que apliquen a cada área de trabajo e identificando las interacciones de la actividad con los aspectos ambientales que apliquen, de no aplicar dejar las celdas de interacción en blanco.

4.- Frente a cada actividad encontrará la primera columna en la que se enlistan los criterios de valoración que serán utilizados en cada interacción Actividad-Aspecto ambiental. Los criterios que utilizar son: Magnitud (Mg), Duración (Dn) y Frecuencia (Fr). Los valores a utilizar son los siguientes: Mg, Dn y Fr, serán valuados con las opciones "baja", "media" o "alta" asignando valores de 1, 2, o 3 respectivamente, por lo que previo a la asignación del valor se recomienda diferenciar las actividades con valor "baja" de las de valor "alta" para en función de ello poder asignar valores de manera diferenciada, ejem. para el aspecto ambiental "consumo de energía eléctrica" tenemos varias actividades que consumen, por lo que de todas ellas seleccionaríamos la que consideremos que consumen menos, como trabajo docente en cubículos, aulas, almacén de reactivos químicos, otros, a los cuales calificaríamos con "1", por el otro extremo encontraremos las actividades de mayor consumo, como uso de aire acondicionado, iluminación de áreas abiertas,

iluminación de áreas cerradas, otros. a las que se le asignaría el valor de "3" Se recomienda hacer lo mismo para los criterios de Dn y Fr.

5.- En cada celda de interacción Aspecto-criterio anotar, el valor que mejor califique para cada criterio. Al asignar valores, le ayudará el colocar el puntero sobre el pequeño triángulo en cada actividad para identificar el impacto ambiental derivado del aspecto ambiental.

6.- "En cada actividad existe una fila en la que encontrará la significancia de cada aspecto ambiental de acuerdo a la siguiente ecuación:  $(Mg+Dn)(Fr)$ ; el valor de significancia aparecerá conforme se asignen valores a los criterios. Observe que el valor mínimo de significancia a obtener sería 2;  $(1+1)(1)$  y el máximo que podría obtenerse sería 18,  $(3+3)(3)$ "

7.-De igual manera en la fila inmediata inferior a la significancia de cada aspecto encontrará una fila que indica si el aspecto es significativo "S" o no significativo "NS", con base a la consideración si el valor de la significancia es mayor o igual que 8, se tiene un aspecto Significativo "S" en caso contrario tendremos un aspecto ambiental No significativo "NS".

8.-Al final de la matriz, encontrará una fila denominada SIGNIFICANCIA PROMEDIO POR ASPECTO AMBIENTAL que representa la suma total de significancias del aspecto ambiental identificado entre el total de las actividades que aplican en la Institución o Centro.

9.- El grado de significancia de la columna de consumo de recursos, deberá usarse para establecer objetivos de optimización en el Programa Ambiental, estableciendo de acuerdo a principios o códigos de prácticas voluntarias, y no será necesario documentar un control operacional.

10.- Por la naturaleza del producto Formación Profesional, y el alcance del SGA, cuando se ofrezca un nuevo servicio o producto en las cuales pueda influir, o construcción de edificios, uso de equipo, otros., la matriz deberá ser reevaluada nuevamente.

11.- La presente matriz deberá evaluarse anualmente o cuando lo requiera la alta dirección debido al punto anterior.

**Figura 1.-** Matriz de identificación de Aspectos Ambientales.

Así al operar la matriz de identificación de aspectos ambientales se ha registrado los tipos de residuos peligrosos que genera el Instituto conforme a la clasificación de la norma 052- SEMARNAT-2005 y a los artículos 19, 46 LGPGIR; el código de clasificación de características que contienen los residuos peligrosos y que significan: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológicos infeccioso (CRETIB) conforme al artículo 35 fracción RLGPGIR, en el mes de septiembre se inició con el registro en bitácoras de control con una cantidad de 20.72 kg para el año 2011, para el año 2012 un registro 105 kg, aumento significativo porque la contabilidad es de 12 meses, para el año 2013 sigue el incremento de residuos peligrosos con un registro 126 kg, en el año 2014 un registro de 152.7kg se continua con el incremento debido a que los controles operaciones registrados en el sistema de gestión ambiental están funcionado de manera adecuada sobre todo el control operacional de energía, en la figura 1. Datos históricos del manejo de RP se muestra el comportamiento anual de los registros, Para el año 2015 ya disminuye el registró a 131.5kg y en el año 2016 se logra alcanzar una cantidad de 35.57 kg., ya que todo el sistema se encuentra en equilibrio y bajo un correcto control para el manejo y cumplimiento de la legislación correspondiente por controles operacionales registrados en el sistema de gestión ambiental.

La categoría que tiene el Instituto de micro generador de RP, no era necesario la construcción de un almacén temporal, sin embargo, la alta dirección decidió aprobar la construcción.

Se realizó varias capacitaciones a todas las áreas sobre la manera de clasificar los residuos, en Residuos Sólidos Urbanos, en Residuos Peligrosos y en Residuos de Manejo Especial y posterior a esto se implementó un procedimiento en todas las áreas del Instituto que generaran Residuos Peligrosos. Cada Área dispuso de un contenedor para reunir los

residuos peligrosos, sobre todo en laboratorios y áreas de mantenimiento.

También se realizaron capacitaciones al personal del Instituto directivos, administrativos, docentes, personal de servicio generales, sobre los otros controles operacionales (Agua, Energía, Papel) que integran el Sistema de Gestión Ambiental, a los estudiantes se le impartieron platicas de concientización y se formó un grupo de agentes ambientales que ayudaron a vigilar el cuidado del medio ambiente institucional, bajo las políticas de operación de cada control operacional.

Por normativa se tiene que hacer una disposición final de los residuos peligrosos, por lo que se inició la búsqueda de la empresa para que realizara el confinamiento y manejo final derivado de esto se contrató una empresa que cumpliera con la normativa aplicable, por ser una categoría de micro generador de residuos peligrosos se da cumplimiento al artículo 52 del RLGPGIR para implementar sistemas de recolección, transporte con empresas autorizadas ante las autoridades de Secretaria de Medio Ambiente y la Secretaria de Comunicacion y Transporte. Los residuos peligroso que mas se generaron fueron lamparas fluorescentes usadas, botes de material químico usado, solventes usados inflamables, piezas de toner, residuos de laboratorio y medicamentos caducos.

Para el año 2012 se realizó la primera entrega a la empresa especializada para la disposición final generando el manifiesto de entrega trasporte y recepción de residuo peligroso número 5764.

Para el manejo de los medicamentos caducos se estableció un instructivo de trabajo, para la destrucción de los medicamentos caducos sólidos, se pulverizaron y se mezclaron con agua, arena y cemento, formando placas en forma de roca, para los medicamentos caducos líquidos se neutralizaron y se vertieron al drenaje con suficiente agua. En caso de las cepas de cultivo se entregaron a la empresa de servicios ambientales que se contrató.

La figura 2. Datos históricos del manejo de RP confirman que el Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán, mantiene una categoría de micro generador conforme al cumplimiento al artículo 42 del RLGPGIR.

La legislación vigente indica que debe de existir un registro ante la Secretaria de Medio Ambiente con

una bitácora de control que muestre el seguimiento y control identificando las características CRETIB, fecha de ingreso al almacén temporal, origen del área donde se generó, la cantidad en peso de residuo peligroso y la fecha del número de manifiesto de la empresa que realiza el confinamiento final, el Instituto realiza el trámite ante la Delegación Puebla, obteniendo el número de bitácora 21/EVE-0155/10/12, con número de Registro Ambiental (NRA) ITS2104500001, dando cumplimiento al artículo 48 del RLGPGIR.



Figura 2.- Datos históricos del manejo de RP.

Considerando la cantidad de RP en los años 2012, 2013 y 2014 se realiza una proyección de residuos posibles a generarse conforme al comportamiento histórico de la figura 2, bajo la siguiente formula: kilogramos anuales de residuos peligrosos menos kilogramos anual de residuos peligrosos del año anterior entre kilogramos anual de residuos peligrosos del año anterior multiplicados por cien, con un criterio de porcentaje de 2% anual, proyectando las cantidades de 149.65kg para 2015, 2016 la cantidad de 149.16kg y 139.35kg para 2017, Figura 3. Proyección de residuos peligrosos del ITS de Ciudad Serdán.



Figura 3. Proyección de residuos peligrosos del ITS de Ciudad Serdán.

Se observa en la figura 2 y en la figura 3 que existe una diferencia en el año 2015 con respecto a la

cantidad de residuos peligrosos, esto debido a que en la figura 3 se realizó una proyección que considera los resultados de los años 2012, 2013 y 2014 para una proyección para 2015, 2016 y 2017, sin embargo, la figura 2 demuestra los resultados reales del año 2015, 2016 registrados en la bitácora de seguimiento.

**Resultados**


Como resultado del esfuerzo para la implementación del apartado 4.4.6 de la norma ISO 14001 en su versión 2004, en el manejo de residuos peligrosos, se construyó un almacén temporal para los residuos peligrosos a pesar de que la cantidad que genera el instituto no se debía considerar, sin embargo, la alta dirección toma la decisión de construir el almacén temporal para dar cumplimiento a los lineamientos de la legislación vigente.

Derivado de las capacitaciones al personal que labora en el instituto en relación al sistema de gestión ambiental se pudo evaluar mayor conciencia en el cuidado del medio ambiente y conocimiento de cada uno de los controles operacionales para el sistema.

Las observaciones en las diferentes auditorias de primera y segunda parte y cumpliendo los diferentes hallazgos en las mismas, se dio cumplimiento y se mostró el avance de implementación norma ISO 14001 en su versión 2004. Lo que permitió que el Instituto obtuviera el certificado de acreditación por parte de la casa certificadora APPLUS México S.A. de C.V. con número ECMX-0064/13-MA.

**Conclusiones**

La figura 4 muestra el Procedimiento del Sistema de Gestión Ambiental para el Control Operacional de Manejo y Control de Residuos Peligrosos, código: **ITSCS/SGA-PA- 013**.

	Nombre del documento: Procedimiento del SGA para el Control Operacional de Manejo y Control de Residuos Peligrosos Referencia a la Norma ISO 14001:2004 4.4.6	Código: ITSCS/SGA-PA-013 Revisión: 5 Página 1 de 5
	ITSCS/SGA-PA-013      Todo copia en FAPEL es un "Documento No Controlado" a excepción del original.      Rev. 6	

- 1.- **Propósito**  
Establecer la metodología para la identificación, manejo y control de los residuos peligrosos generados en las diferentes áreas del Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán y depositarlos en el almacén temporal de Residuos Peligrosos para posteriormente su disposición final.
- 2.- **Alcance**  
Este procedimiento aplica a todas las áreas del Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán, administrativas-académicas, servicios, laboratorios, talleres y almacén.
- 3.- **Políticas de operación**
  - 3.1 Todas aquellas áreas del Instituto que generen residuos peligrosos que éstos se encuentren establecidos bajo la Norma Oficial Mexicana OSQ-SEMARNAT-2005 que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los estados de los residuos peligrosos, y que obedezca a la política de residuos peligrosos deberán de identificarse, clasificarse y registrarse en el cuaderno de entradas y salidas de residuos peligrosos y entregarse al almacén temporal de los Residuos Peligrosos.
  - 3.2 El/la encargado(a) de laboratorios, talleres, almacén y mantenimiento del Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán, son los responsables para el manejo adecuado de los residuos peligrosos que se generen por las actividades académicas-administrativas y de su disposición al almacén temporal de los residuos peligrosos.
  - 3.3 El/la responsable del almacén temporal de residuos peligrosos tiene la obligación de recibir y documentar bajo el cuaderno de entrada y salida de residuos peligrosos todos aquellos residuos peligrosos que se generen por actividades académicas - administrativas de las áreas del Instituto, para posteriormente la disposición final.
  - 3.4 El/la responsable del Control Operacional de Residuos Peligrosos deberá de entregar un informe del manejo y uso del almacén así como de cumplir con la normativa vigente que establece la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
  - 3.5 La política del control operacional de residuos peligrosos ITSCS/SGA-DA-005 deberán de darse a conocer a todo el personal del Instituto.

CONTROL DE EMISIÓN		
ELABORÓ	REVISÓ	AUTORIZÓ
Mtro. José Pascual Hernández Jiménez Responsable del Control Operacional de Residuos Peligrosos	Mtro. Barisimo Gonzalez Planzo Representante de la Dirección Ambiental	C.P. José Antonio Zacaola Martínez Director General del I.T.S. de Cd. Serdán
Fecha: 05 de febrero de 2016	Fecha: 05 de febrero de 2016	Fecha: 05 de febrero de 2016

**Figura 4.-** Procedimiento del SGA para el Control Operación de manejo y control de Residuos Peligrosos.

En la figura 5 se demuestra el almacén temporal de Residuos Peligrosos, donde se realiza un control en bitácoras de control requisitadas y se observa la distribución y sistemas de almacenamiento.



**Figura 5.** Almacén Temporal de RP.

La Figura 6 Envío a disposición final de los Residuos Peligrosos por una empresa especializada, se observa que el vehículo debe ser solo para el traslado de residuos peligrosos y contar con las condiciones adecuadas para el traslado, así como al cumplimiento de los requisitos que indica el manifiesto para el traslado y confinamiento final.



**Figura 6.** Envío a disposición final de los RP por una empresa especializada.

Podemos afirmar que la Institución mantiene su compromiso con el cuidado del medio ambiente. Debido a que cumple con los requisitos de la norma MX-SSA-14001-IMNC-2004/ISO 14001:2004.

Dicho compromiso radica en la eliminación de enviar Residuos Peligrosos al relleno sanitario municipal.

Todo esto esta soportado con manifiestos desde el año 2012 y seguimiento por las auditorias de las casas certificadoras.

Con todo esto en el mes de noviembre del 2012 recibimos la auditoria de Certificación y para enero del 2013 la empresa otorgó el certificado de ISO 14001:2004 con una vigencia al 13 de enero 2019. Como se aprecia en la figura 6.



**Figura 6.** Certificado ISO 14001:2004.

## Agradecimientos

Todo el personal del Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán, a la alta dirección por su compromiso y dedicación en la implementación de la Certificación ISO 14001:2004.

A los Directivos por el apoyo y respaldo en la mejora de los Sistemas de Gestión, al personal administrativo, docente y de servicios, los alumnos que se involucraron en el programa de agentes ambientales y todas aquellas personas que directa e indirectamente estuvieron involucrados en el quehacer del Instituto y que participaron en las diversas jornadas de limpieza, en las capacitaciones y cuidado de los espacios de uso común. Muchas gracias.

## Autorización y Renuncia

Los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

## Referencias

- 1) Norma ISO 14001:2004, International organization for Standardization. Ginebra Suiza
- 2) Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos
- 3) Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente la última reforma del Diario Oficial de la Federación publicada el 13 de mayo de 2016.
- 4) Hewitt Robertes y Gary Robinson. (2003). ISO 14001 EMS Manual de Sistema de Gestión Ambiental. España: Thomson.
- 5) Marilyn R. Block. (2002). Integración de ISO14001 en un Sistema de Gestión de calidad. Wisconsin: Gráficas Marcar S.A.

# LENGUAJE GRÁFICO COMO ALTERNATIVA PARA EL DISEÑO DE HARDWARE

\*Janeth M. Salas Alcántara<sup>1</sup>, Alexi Salgado Paz<sup>2</sup>, Martín Toriz Reyes<sup>3</sup>, Héctor Islas Torres<sup>4</sup>, Ramón Heredia García<sup>5</sup>.

**Resumen**— En el presente trabajo se expone una investigación sobre las herramientas de diseño de hardware para la tecnología FPGA (Field Programmable Gate Array), haciendo hincapié en el lenguaje gráfico del software LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench), como una opción a los lenguajes tradicionales HDL (Hardware Description Language), teniendo como objetivo principal, el de dar a conocer a los estudiantes de ingenierías en el desarrollo tecnológico, los distintos medios que existen a su disposición para la elaboración de proyectos, ya sea de carácter estudiantil o en el campo laboral, ya que existe una gran demanda actualmente de la tecnología FPGA, y por ende, de profesionistas capaces de dar soluciones a los requerimientos de los distintos rubros donde, por su versatilidad, se emplea dicha tecnología. También se pretende informar sobre distintos dispositivos FPGA que existen en el mercado y algunas tarjetas de entrenamiento estudiantil que pueden ser utilizadas como una solución a los costos de las tarjetas existentes.

**Palabras Clave:** Lenguaje gráfico, Software LabVIEW, Tecnología FPGA.

## Introducción

La tecnología FPGA (Field Programmable Gate Array) ha ampliado los conceptos de desarrollo e implementación de proyectos y la forma en la que pueden solucionarse los problemas que en estos se presentan. El uso de dispositivos FPGA en diversas plataformas permite a los diseñadores incursionarse cada vez más en el diseño de Hardware. El uso de los lenguajes HDL en el diseño de Hardware se ha visto limitado por mucho tiempo debido a que no son fáciles de comprender, sin embargo, existen también otras herramientas más amigables para el diseñador, como es el caso del Software LabVIEW.

Las herramientas de diseño para sistemas basados en tecnología FPGA (Field Programmable Gate Array), son tradicionalmente lenguajes de descripción de bajo nivel o de descripción de hardware (HDL). Los lenguajes HDL como VHDL (Very High Speed Integrated Circuit) y VeriLog, se convirtieron en instrumentos populares para el diseño de algoritmos ejecutados por un FPGA. Sin embargo, aprender a usar este tipo de lenguajes requiere de conocimientos más amplios en la ingeniería y desarrollo de sistemas digitales.

La investigación de las herramientas de diseño de hardware, ha llevado también, a la creación de nuevas formas de programación. National Instruments, pone a disposición su tecnología NI RIO (Reconfigurable Input Output), donde, en

conjunto con Xilinx, ofrecen al diseñador una nueva plataforma de desarrollo de hardware mediante su lenguaje gráfico LabVIEW.

En la actualidad, es necesario capacitar a los alumnos de las instituciones para que sean capaces de diseñar sistemas de control a nivel hardware, siendo conscientes de que la tecnología es cada vez más versátil y demanda de una gran cantidad de conocimientos que comprenden diferentes disciplinas, así como de comprender la importancia de la innovación y la búsqueda de la eficiencia en la solución de problemas.

## Marco teórico

### *Dispositivos FPGA*

Un FPGA, Field Programmable Gate Array, es un dispositivo semiconductor hecho a base de compuertas lógicas llamadas celdas, cuya funcionalidad puede programarse. Los circuitos lógicos programables en sus varias formas contienen una gran cantidad de elementos lógicos básicos: compuertas y celdas de memoria. Especificando las interconexiones entre esos elementos básicos se personaliza al dispositivo para realizar una función determinada. En 1985 aparece el primer FPGA (Field Programmable Gate Array) introducida por Xilinx (W.S. Carter 1986, p.235-236). El mercado de dispositivos lógicos programables está dominado por Xilinx y Altera,

<sup>1</sup> Estudiante de la Licenciatura de Ingeniería Electrónica del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, monisal1101@gmail.com

<sup>2</sup> Estudiante de la Licenciatura de Ingeniería Electrónica del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, alexikacy@gmail.com

<sup>3</sup> Ingeniero Electrónico, Docente del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, martintoriz@gmail.com.

<sup>4</sup> Maestro en Ciencias en Enseñanza de las Ciencias, Docente del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, hecislal@yahoo.com.mx.

<sup>5</sup> Ingeniero Industrial, Docente del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, ramhg2004@yahoo.com.mx.

existiendo otras compañías que producen dispositivos como Actel, Atmel, Cypress y Lattice.

### **Arquitectura**

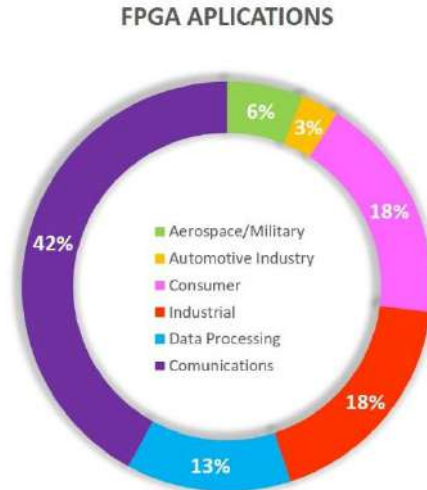
La arquitectura básica consiste en un arreglo de bloques lógicos programables (CLB) y canales de comunicación. Múltiples conectores de entrada-salida pueden caber en el tamaño de una fila o el ancho de una columna. Generalmente, todos los canales de comunicación tienen el mismo ancho (número de cables). Cualquier circuito de aplicación puede ser hecho dentro de la FPGA, siempre y cuando disponga de los recursos necesarios. Un bloque lógico típico de FPGA consiste en 4 entradas a una tabla de funciones lógicas (LookUp Table), y un flip-flop.

### **Aplicaciones**

El rango de aplicaciones de los chips FPGA es muy amplio debido a la versatilidad y flexibilidad de estos dispositivos. Los principales campos de aplicación son los siguientes.

- Procesamiento de señales.
  - ✓ Procesamiento en tiempo real: Se capturan señales analógicas mediante un ADC, se procesan digitalmente en un FPGA para filtrar frecuencias, aplicar ganancia, agregar retardo. La señal procesada se convierte en analógica con un DAC.
  - ✓ Análisis de señales: Se capturan señales analógicas mediante un ADC, para analizarlas digitalmente en el dispositivo FPGA, se analizan componentes de frecuencia, medición de potencia, detección de patrones, entre otras.
  - ✓ Adquisición de señales.
  - ✓ Generación/Síntesis de señales
- SDR (Radio definida por Software).
  - ✓ Casos especiales de procesamiento de señales
  - ✓ Parte de las cadenas de transmisión y de recepción de un sistema de comunicación se implementan en FPGA.
- Manejo de protocolos
  - ✓ Interfaces serie
  - ✓ I2C
  - ✓ SPI
  - ✓ UART
- Generación de Señales de sincronismo.
  - ✓ Control independizado
  - ✓ Distintos dominios de Reloj
  - ✓ Reloj externo configurable
- Técnicas de mitigación de errores en proyectos espaciales.
- Adquisición y procesamiento de imágenes.

En la figura 1 se muestra una gráfica de los campos de aplicación más frecuentes de los dispositivos FPGA.



**Figura 1.** Aplicaciones de dispositivos FPGA.

### **Lenguajes HDL**

Los diferentes niveles de descripción y especificación implican el uso de herramientas basadas en una computadora para simular y comprobar los diseños. De ello se deduce la necesidad de que exista un lenguaje que permita utilizar el mayor rango de herramientas posibles y mezclar diferentes de descripción de acuerdo con el estado de desarrollo del proyecto. Así nace el interés por establecer un conjunto de reglas que permitan especificar los sistemas digitales de diferentes formas y que sirvan para facilitar el dialogo entre los diseñadores y herramientas. Este conjunto de reglas recibe el nombre de lenguaje de descripción de hardware o HDL.

Actualmente los HDL de uso más extendido son Verilog y VHDL, estandarizados por el IEEE, aunque el primero ya existía como estándar industrial y académico.

### **Algoritmos en LabVIEW con FPGA**

Un FPGA (Field Programmable Gate Array) es básicamente un conjunto de bloques lógicos configurables. A diferencia de otros elementos programables como microprocesadores o DSP, en los FPGAs el código se programa directamente en el hardware, pudiendo éste adoptar casi cualquier arquitectura. Las herramientas de síntesis determinan la forma de configurar todos los elementos que componen el FPGA para que el funcionamiento sea el descrito por el programador.

### **Herramientas tradicionales**

Durante los primeros 20 años del desarrollo del FPGA, los lenguajes de descripción de hardware (HDLs) como VHDL y Verilog evolucionaron como los lenguajes elementales para diseñar los algoritmos que se ejecutan en el chip FPGA. Estos lenguajes de bajo nivel integran algunos de los



beneficios ofrecidos por otros lenguajes de texto. La sintaxis híbrida que resulta requiere que las señales sean mapeadas o conectadas desde los puertos de E/S externos hasta las señales internas, las cuales finalmente son cableadas a las funciones que alojan a los algoritmos. Estas funciones se ejecutan secuencialmente y pueden hacer referencia a otras funciones en el FPGA. Sin embargo, la naturaleza paralela real de la ejecución de tareas en un FPGA es difícil de visualizar en un flujo secuencial línea por línea. Los HDLs reflejan algunos de los atributos de otros lenguajes textuales, pero difieren considerablemente porque están basados en un modelo de flujo de datos donde la E/S es conectada a una serie de bloques de función a través de las señales.

#### **Herramientas para Diseño de Síntesis de Alto Nivel**

El surgimiento de herramientas de diseño HLS gráfico, como LabVIEW, ha eliminado algunos de los principales obstáculos del proceso de diseño HDL tradicional. El entorno de programación LabVIEW es claramente adecuado para programación FPGA ya que representa paralelismo y flujo de datos, así los usuarios experimentados y sin experiencia en los procesos de diseño FPGA pueden impulsar fácilmente a la tecnología FPGA. Además, ya que la propiedad intelectual (IP) anterior no está perdida, es posible usar LabVIEW para integrar lenguaje VHDL existente en sus diseños de LabVIEW FPGA (National Instruments, 2012)

La adopción de la tecnología FPGA continúa incrementando mientras que las herramientas de más alto nivel como LabVIEW, el microprocesador estándar y la arquitectura FPGA RIO hacen a los

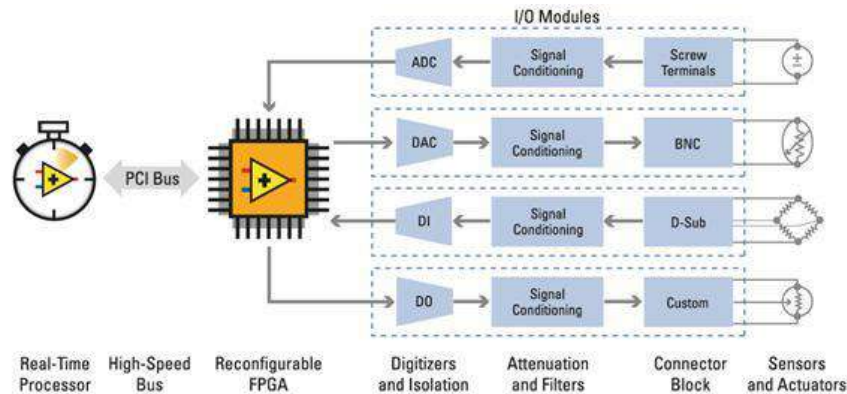
FPGAs más accesibles. Es importante mirar dentro del FPGA y apreciar todo lo que está pasando cuando los diagramas de bloques son compilados para ejecutarse. Comparar y seleccionar los objetivos de hardware basados en flip-flops, LUTs, multiplicadores y RAM en bloque es la mejor manera de escoger el chip FPGA adecuado para su aplicación. Comprender el uso de los recursos es extremadamente útil durante el desarrollo, especialmente al optimizar tamaño y velocidad.

#### **FPGA RIO**

La arquitectura de LabVIEW RIO (Reconfigurable I/O) es una parte integral de la plataforma de diseño gráfico de sistemas de NI. El diseño gráfico de sistemas, un método moderno para el diseño, creación de prototipos y despliegue de sistemas de monitorización y control, combina el entorno de la programación gráfica de NI LabVIEW con el hardware abierto disponible en el mercado para simplificar enormemente el desarrollo, lo cual se traduce en diseños de mayor calidad con la posibilidad de incorporar un diseño personalizado (National Instruments, 2013).

#### **Arquitectura de NI LabVIEW RIO**

La arquitectura de NI LabVIEW RIO se basa en cuatro componentes: un procesador, una FPGA reconfigurable (Field-Programmable Gate Array), hardware modular de E/S y software de diseño gráfico. Combinados, estos componentes proporcionan la capacidad de crear rápidamente circuitos de hardware personalizado con E/S de alto rendimiento y una flexibilidad sin precedentes en el control de la temporización del sistema. En la figura 2 se observa la arquitectura de NI LabVIEW RIO.



**Figura 2.** Arquitectura de NI LabVIEW IO.

NI ofrece sistemas de hardware RIO en diversos formatos que van desde los sistemas multinúcleo de alto rendimiento con multiprocesamiento simétrico (SMP) que ejecutan el sistema operativo Microsoft Windows a los sistemas pequeños y embebidos de tiempo real como NI Single-Board RIO y CompactRIO. En la figura 3 se muestra la matriz de dispositivos RIO.

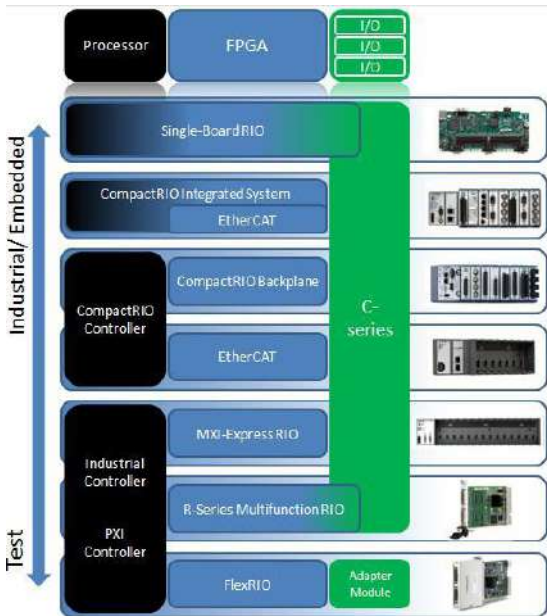


Figura 3. Plataforma tecnológica RIO.

**NI myRIO**

El diseño embebido del dispositivo NI myRIO fue creado para que los estudiantes realicen “ingeniería del mundo real”. Contiene un procesador programable dual-core ARM Cortex-A9 de 667 MHz y un FPGA que los estudiantes pueden usar para empezar a desarrollar sistemas y resolver problemas de diseño complicado de manera más rápida. El dispositivo NI myRIO contiene el chip Zynq-7010, todo un sistema programable para liberar todo el poder de un sistema de LabVIEW, ya sea en una aplicación de tiempo real, como en el nivel de un FPGA.

En lugar de usar grandes cantidades de sintaxis, depuración de código de tiempo o el desarrollo de interfaces de usuario, los estudiantes pueden utilizar el paradigma de la programación gráfica de LabVIEW para centrarse en la construcción de sus sistemas y la solución de sus problemas de diseño y sin la presión añadida de una herramienta pesada. NI myRIO es una herramienta de enseñanza reconfigurable y reutilizable que ayuda a los estudiantes a aprender una gran variedad de conceptos de ingeniería, así como proyectos de diseño completos (National Instruments, 2016).

**Tarjeta Spartan 3E Starter Kit**

La tarjeta Spartan 3E Starter Kit es una placa de desarrollo autónoma para aprendizaje con las herramientas de programación de Xilinx. Es totalmente compatible con todas las versiones de las herramientas Xilinx ISE, y también compatible con LabVIEW FPGA de National Instruments. En la figura 4 se muestra la tarjeta Sartan 3E Starter Kit.

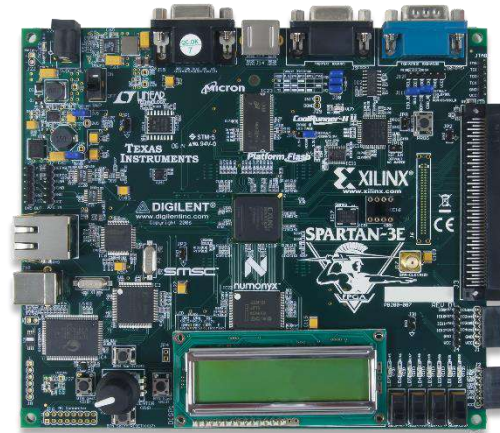


Figura 4. Tarjeta Spartan 3E Starter Kit.

**Metodología**

Se propone, mediante prácticas, la introducción a la herramienta de programación gráfica, mediante el Software LabVIEW con la tarjeta Spartan 3E Starter Kit. las practicas se muestran en el esquema de figura 4.



Figura 4. Prácticas en lenguaje gráfico con FPGA.

Las prácticas sugeridas tienen como objetivos los siguientes:

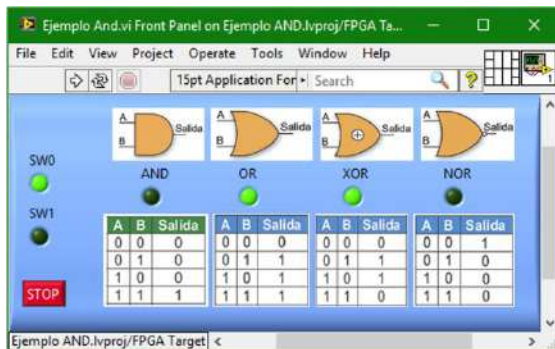
**Práctica 1.** La familiarización con el lenguaje gráfico de LabVIEW, dando por hecho que el programador tiene conocimientos previos, de esta forma, será más sencillo combinar los conceptos de los dispositivos FPGA con el lenguaje gráfico.

**Práctica 2.** Aprender el Funcionamiento de la tarjeta Spartan 3E Starter Kit. Esta tarjeta está considerada también como una opción a la tecnología RIO de National Instruments, ya que el costo es menor y es totalmente compatible, siendo también de la compañía Digilent de National Instruments.

**Práctica 3.** Usar máquinas de estado para enfocar los conocimientos adquiridos a la adquisición de datos, ya que como se vio en las aplicaciones de los dispositivos FPGA, es de suma importancia ya sea para investigación o desarrollo tecnológico.

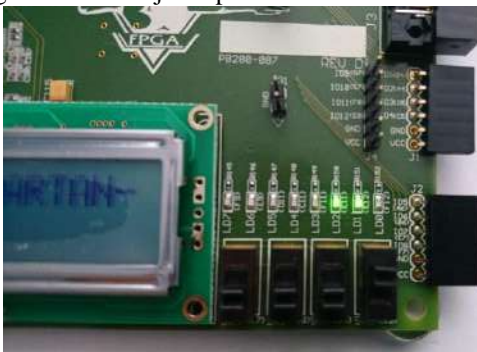
**Resultados**

Las practicas implementadas en LabVIEW, con la tarjeta Spartan 3E Starter Kit, fueron desarrolladas y probadas exitosamente, en la figura 5 se puede observar la primera práctica, compuertas digitales, en la interfaz creada en el panel frontal de LabVIEW.



**Figura 5.** Panel frontal de compuertas digitales.

En la figura 6 se muestra el programa compuertas digitales en la tarjeta Spartan 3E Starter Kit.



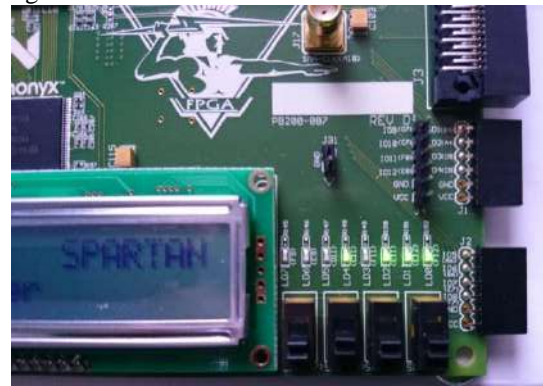
**Figura 6.** Programa compuertas digitales en el FPGA.

La practica 2, se muestra en la figura 7.



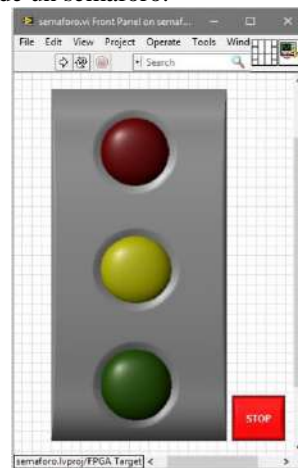
**Figura 7.** Contador de 8 Bits en LabVIEW.

La práctica en funcionamiento se puede ver en la figura 8.



**Figura 8.** Contador de 8 Bits en el FPGA.

Por último, en la figura 9 se muestra la máquina de estados realizada, en este caso, se utilizó la secuencia de un semáforo.



**Figura 9.** Máquina de estados en LabVIEW para FPGA.

**Conclusiones**

La adopción de la tecnología FPGA se ha incrementado de manera considerable en muchos

campos de aplicación debido a su versatilidad y características.

Existen actualmente una gran cantidad de dispositivos en el mercado que cuentan con recursos diferentes que se adaptan a la aplicación que el usuario necesita, en la industria, por ejemplo, han permitido la optimización de procesos, logrando que los sistemas sean mucho más eficaces.

Es altamente recomendable la utilización de los dispositivos FPGA en las instituciones, demostrar a los nuevos diseñadores que existen otras opciones aparte de los lenguajes HDL, e incluso la oportunidad de desarrollar algoritmos con lenguajes híbridos, considerando la cantidad de herramientas que National Instruments pone a disposición del programador en LabVIEW.

Las prácticas realizadas en este documento muestran una de las alternativas que existen el desarrollo de proyectos con FPGA, y que los estudiantes de ingenierías pueden utilizar para adquirir mejor preparación al egresar de las instituciones.

#### **Autorización y renuncia**

El o los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el

escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

#### **Referencias**

- 1) Carter, W.S., Duong, K., Freeman, R., Hsieh, H., , Jason. J, Mahoney, JSze, S. (1986). A User Programmable Reconfigurable Logic. IEEE.
- 2) National Instruments Corporation. (2012, 20 de junio). National Instruments. Notas técnicas. Recuperado <http://www.ni.com/white-paper/6983/es/>
- 3) National Instruments Corporation. (2013, 5 de diciembre). National Instruments. Notas técnicas. Recuperado <http://www.ni.com/whitepaper/10894/es/>
- 4) National Instruments Corporation. (2016, octubre). Manual de ejercicios. Desarrollo de sistemas con NImyRIO y compactRIO. Recuperado [de ftp://ftp.ni.com/pub/branches/latam/2016/educator\\_days/Colombia/Presentations/202HO\\_RIO\\_Manual.pdf](ftp://ftp.ni.com/pub/branches/latam/2016/educator_days/Colombia/Presentations/202HO_RIO_Manual.pdf)

## DISEÑO Y PROPUESTA DE INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS PARA CALDERAS MEDIANTE ÓSMOSIS INVERSA

*Arturo Montiel Téllez<sup>1</sup>, M. E. María de Jesús Oregán Silva<sup>2</sup>, M. C. Juan Carlos Vásquez Jiménez<sup>3</sup>,  
Dr. Gabriel Antonio Pérez Castañeda<sup>4</sup>, M. I. I. Jesús Raymundo Flores Cabrera<sup>5</sup>*

**Resumen**— Las calderas también llamados generadores de vapor normalmente están integradas por un tanque de almacenamiento, un tanque suavizador y un tanque regenerador, el suavizador tiene la función de evitar que el agua contenga calcio y magnesio sales que causan la dureza del agua y que van generando incrustaciones, elevando la presión en el sistema y elevando el riesgo de accidentes mediante la ruptura de tuberías y además provocando la disminución en la eficiencia de la generación de vapor. También el suavizador contiene zeolitas que su función es la de eliminar la dureza, pero esta zeolita requiere de una regeneración con cloruro de sodio y que a través del tiempo daña al metal del suavizador y que requiere constante mantenimiento. Por tal motivo se propone el diseño y propuesta de instalación del sistema de ósmosis inversa para caldera ya que genera agua libre de sales obteniendo vapor de calidad, evita dañar los equipos, disminuye el uso de la conductividad eléctrica y ahorra el consumo de combustible de la caldera, los todo lo anterior hace que se reduzcan los gastos.

**Palabras clave**— Diseño, Sistema, Ósmosis, Caldera.

### Introducción

La industria que utiliza en su proceso el sistema de caldera (S.C., 1934) con su respectivo tanque suavizador y tanque de alimentación, sin embargo proceso típico para la purificación de agua es la utilización del suavizador (Aiqua, 2017), el uso constante y por varios años, se ve afectada provocando disminución en la calidad del agua y aumento en el grado de impurezas, además, de que para su regeneración de las resinas, cuyo tiempo de vida útil es de aproximadamente de 5 años, y su costo es alto al estarla cambiando por ese periodo, y además por el alto consumo de sal ( $NaCl$ ) que se requiere para regenerar la resina el material del suavizador se ve afectado. Al pasar agua dura a la caldera se forman incrustaciones y provoca disminución en eficiencia en la generación de vapor y elevando el riesgo de accidentes mediante la ruptura de tuberías afectando el proceso de: refinación, y extracción, donde los sólidos generados por la dureza, pueden dañar equipos y maquinaria de condensación, evaporación, enfriamiento, etc.

El agua libre de dureza es necesaria para cumplir con las especificaciones del fabricante. La generación de vapor es el segundo gasto más fuerte después de la compra de materia prima para el proceso de algún producto, por lo que se desea generar vapor de calidad aplicando nuevos sistemas que contribuyan su ahorro, por lo tanto, se requiere cambiar los suavizadores (Carbotecnica, 2017) por el sistema de Ósmosis Inversa (Envitech, 2017) para un tratamiento de agua eficaz disminuyendo la conductividad y dureza del agua de 0.01 ppm lo cual es óptimo para la alimentación de calderas, y con ello se gastará menor energía eléctrica en la generación de vapor y por consiguiente ahorrar el consumo de combustible. Esto contribuirá a reducir los gastos en comparación con los suavizadores que utilizan resina a un alto costo, y salmuera que daña el sistema. Aplicando el sistema de ósmosis la inversión se recuperará más o menos en 1.5 años.

<sup>1</sup> Es alumno de la Licenciatura de Ingeniería Mecatrónica en el Departamento de Metal – Mecánica del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán. arturo\_030895@hotmail.com

<sup>2</sup> Es Ingeniera Industrial en Química, Maestra en Educación con Especialidad en Metodología de la Enseñanza Superior, Docente en la Licenciatura de Ingeniería Mecatrónica en el Departamento de Metal – Mecánica en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán. maoregansilva@hotmail.com

<sup>3</sup> Es Ingeniero Industrial Mecánico, Maestro en Ciencias en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional, con estudios de Doctorado en Sistemas Integrados de Manufactura y Estrategias de Calidad actualmente Docente en la Licenciatura de Ingeniería Mecatrónica en el Departamento de Metal – Mecánica y en el Programa de Maestría en Ingeniería Industrial en la División de Estudios de Posgrado e Investigación en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán. jcvazquezj@hotmail.com

<sup>4</sup> Es Ingeniero Electromecánico, Maestro en Ciencias de la Ingeniería, Doctorado en Automática y Tratamiento de Señal, Docente en la Licenciatura de Ingeniería Mecatrónica en el Departamento de Metal – Mecánica del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán. gapercas@yahoo.com

<sup>5</sup> Es Ingeniero Electromecánico, Maestro en Ingeniería Industrial y Docente en la Licenciatura de Ingeniería Mecatrónica en el Departamento de Metal – Mecánica del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán. jrffc67@hotmail.com

## Metodología

Este proyecto está enfocado a la investigación tecnológica aplicada, encaminada a mejorar la tecnología existente como es el caso del objetivo de este proyecto equipo de ósmosis inversa para mejorar su eficiencia y la de los equipos a los que apoyará para su funcionamiento útil para el sector industrial.

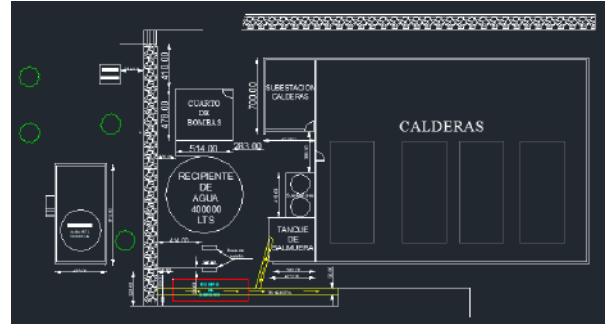
El objetivo del proyecto es ,diseño y propuesta de instalación para el sistema de ósmosis inversa para calderas, con cálculos para la energía eléctrica, tubería, planos de instalación y ubicación de los sistemas que integran el sistema de ósmosis y caldera, con la finalidad de obtener agua purificada, o libre de dureza ideal para alimentar la caldera obteniendo un vapor de calidad, incluso hasta el agua puede utilizarse hasta para consumo humano a partir de un caudal de agua de mar o manantiales.

Para el diseño de la instalación del equipo de ósmosis inversa se propone el diseño con una técnica económica, de fabricación e instalación, con los productos y características de calidad requeridas de un sistema de producción de agua de  $400 \text{ m}^3/\text{Día}$  de agua, suficiente agua para alimentar la caldera.

### *Diseño de tuberías para alimentación, utilización, rechazo y salida del sistema.*

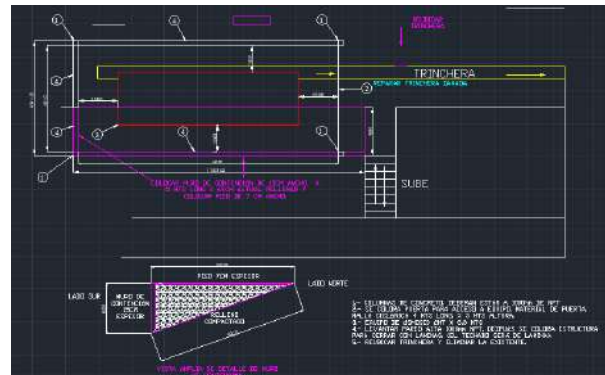
Para iniciar la instalación del sistema de ósmosis se procedió a busca un lugar cerca del tanque de alimentación de la caldera para evitar gastos en tubería, además de evitar perdida de energía (Tubería eléctrica de control y potencia) y caída de presión (Tubería de alimentación y salida de agua) así como un lugar para desechar el agua (Tubería de rechazo) para realizar los diseños pertinentes para la instalación del equipo.

Se busca un lugar cerca del área de calderas, tanque de alimentación y tanque de salida para evitar gastos en tubería, además de evitar perdida de energía (Tubería eléctrica de control y potencia) y caída de presión (Tubería de alimentación y salida de agua) así como un lugar para desechar el agua (Tubería de rechazo). Después de analizar el área se optó por el lugar indicado en rojo de la siguiente figura 1.



**Figura 1.** Lugar donde se ubicará el sistema de ósmosis inversa.

Una vez que se autoriza el lugar donde se instalará el sistema de ósmosis inversa se procede a realizar las especificaciones del sistema de ósmosis, por ejemplo: ubicación exacta, reubicación y reparación de trincheras, cimentación y protección para el equipo, etc., ver figura 2



**Figura 2.** Plano detallado sobre el lugar del sistema de ósmosis inversa

Posteriormente de tener la ubicación con las especificaciones se procede a realizar el diseño de las tuberías de electricidad, agua y red.

## DISEÑO

### *Cálculos de tubería eléctrica*

Se realizaron los cálculos necesarios para determinar el calibre del conductor de corriente eléctrica y las dimensiones de la tubería Conduit para la etapa de control y potencia.

Para la determinación de calibre de conductores eléctricos se cuenta con fórmulas eléctricas de la norma de instalaciones eléctricas; NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012. Se utilizan tablas de conductores, capacidades, características y otros factores para la determinación de estos.

**Determinación de potencia**

El motor que se requiere para la operación del equipo de ósmosis es de: 26.6 hp

Se procede a realiza la conversión de hp a watts  
 $1 \text{ hp} = 746 \text{ W} \therefore 26.6 \text{ hp} = 19843.60 \text{ W}$

Se calcula la intensidad de corriente para el motor de alimentación de energía eléctrica (Formulal).

$$I = \frac{h * 746}{\sqrt{3} E * N * fp}$$

Donde

$E = \text{Tensión}, N = \text{Factor de corrección},$

$Fp = \text{Factor de potencia}$

$$I = \frac{19843.60 \text{ W}}{\sqrt{3} (440 \text{ v})(0.85)(0.85)} = 36.0387 \text{ A}$$

**Cálculo del factor de seguridad**

Por normatividad es el 25%

$$F_s = 1.25 * I = 45.0375 \text{ A}$$

Realizando la búsqueda en tabla 1 se obtienen los posibles calibres

- AWG 6 Temp = 60°C I = 55 A
- AWG 8 Temp = 75°C I = 50 A
- AWG 8 Temp = 90°C I = 55 A

Se procede a comprobar el calibre mediante fórmulas matemáticas para conocer si es el adecuado para el sistema.

$$I_r = \text{Amp. Max. de conductor a } 90^\circ\text{C} \times \text{Factor de correccion por temperatura}$$

Quando se determina el calibre del conductor para una instalación eléctrica, se considera el factor de temperatura, y se multiplica la cantidad de amperes que soporta el conductor, por el factor correspondiente a la temperatura de operación. (Fórmula 2)

$$I_r = 55(0.91) = 50.05 \text{ A}$$

Quando se introducen varios conductores en una tubería conduit se presentan fenómenos de inducción de calor y de inductancia (algo similar en sus efectos a la resistencia óhmica). En estos casos se debe considerar una disminución de la corriente eléctrica que soporta el conductor. (NOM 001 SEDE 2012). (Formulal 3)

$$I_d = I_r * \text{Factor de correccion por agrupamiento.}$$

$$I_d = 50.05 * 0.8 = 40.04 \text{ A}$$

**Tabla 1.** Cantidad de conductores admisibles en tubería conduit de acero, pared gruesa, tipo comercial

Calibre, sección transversal y capacidad de admisión de corriente de acuerdo con diferentes temperaturas y tipo de conductor							
Calibre	Área de la sección transversal nominal	Temperatura nominal del conductor					
		60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
AWG o Kcmil	mm²	TW	TWH, RHW	RHH, RHW-2	UF	RH W	RH W-2
		D	THW-LS	THHN, THW-2		XHH W	XHH W
		CCE	THWN	LS			XHH W-2
		XHHW	XHHW-2			Aluminio	
14	2.08	20*	20*	25*	-	-	-
12	3.31	25*	25*	30*	-	-	-
10	5.26	30	35*	40*	-	-	-
8	8.37	40	50	55	-	-	-
6	13.3	55	65	75	40	50	60
4	21.2	70	85	95	55	65	75
2	33.6	95	115	130	75	90	100
1/0	53.5	125	150	170	100	120	135
2/0	67.4	145	175	195	115	135	150
3/0	85	165	200	225	130	155	175
4/0	107	195	230	260	150	180	205
250	127	215	255	290	170	205	230
300	152	240	285	320	190	230	255
350	177	260	310	350	210	250	280
400	203	280	335	380	225	270	305
500	253	320	380	430	260	310	350
600	304	355	420	475	285	340	385
750	380	400	475	535	320	385	435
1000	507	455	545	615	375	445	500

Como la corriente máxima que resultó es de 40.04 A mientras el sistema de ósmosis necesita una corriente de 45.0375 A por protección al equipo por lo que se elige el calibre AWG 4 (usando la tabla 1), por lo que se procede a comprobar el calibre de cable por caída de tensión (Formulal 4)

$$S = \frac{2 * L * I * \sqrt{3}}{E_f * e}$$

Donde:

$S = \text{Seccion en } mm^2,$

$L = \text{Distancia en metros},$

$W = \text{Potencia en Watts},$

$E_f = \text{Voltaje fase - fase},$

$I = \text{Corriente en Amperes},$

$e = \text{Caída de tensión en } \%$

$$S = \frac{2 * 40.74 * 36.0387 * \sqrt{3}}{440 * 3} = 3.85 \text{ mm}^2$$

La sección transversal es de 21.2 mm² (según lo marca la tabla 1)

Con los cálculos realizados se selecciona el calibre AWG 4 para la etapa de potencia del sistema de ósmosis inversa. Para determinar la dimensión de la tubería conduit la información se encuentra en la tabla 1, el factor de corrección se consideraron los datos de la tabla 2 y el de factor de agrupamiento en la tabla 3.

**Tabla 2.** Factor de corrección por temperatura

Temperatura Ambiente °C	Temperatura máxima de operación del conductor		
	60°C	75°C	90°C
30	1.00	1.00	1.00
31-35	0.91	0.94	0.96
36-40	0.82	0.88	0.91
41-45	0.71	0.82	0.87
46-50	0.58	0.75	0.82
51-55	0.41	0.67	0.76

**Tabla 3.** Factor de corrección por agrupamiento

Número de conductores portadores de corriente	Factor de corrección por agrupamiento	
	Por ciento del valor de las tablas ajustado para la temperatura ambiente si fuese necesario	
de 4 a 6	80	
De 7 a 9	70	
De 10 a 20	50	
De 21 a 30	45	
De 31 a 40	40	
41 y más	35	

Para determinar la dimensión de la tubería conduit se utiliza la tabla 4 el cual muestra la cantidad de conductores admisibles en tubería conduit de acero, pared gruesa, tipo comercial.

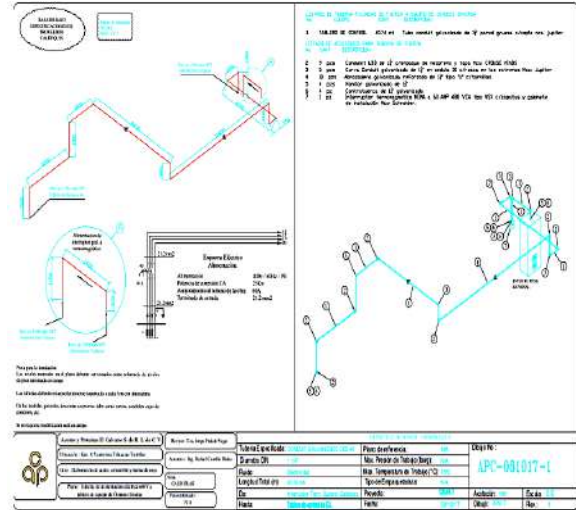
**Tabla 4.** Cantidad de conductores admisibles en tubería conduit de acero, pared gruesa, tipo comercial

Calibre	Vinanel Nylon									
	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	
AWG	13	19	25	32	38	52	63	76	102	
MCM	13 mm	19 mm	25 mm	32 mm	38 mm	52 mm	63 mm	76 mm	102 mm	
14	16	26	42							
12	12	20	31	53						
10	8	12	20	34	46					
8	4	7	11	20	27	44				
6	3	4	7	12	16	27	40			
4	1	2	4	7	10	16	25	38		
2		1	3	5	7	12	17	27	46	
1/0			1	3	4	7	11	17	29	
2/0			1	2	3	6	9	14	24	
3/0				1	3	5	7	12	20	
4/0				1	2	4	6	10	16	
250				1	1	3	5	8	13	
300					1	3	4	7	11	
400						1	3	5	9	
500						1	3	4	7	

**Elaboración del plano de energía eléctrica**

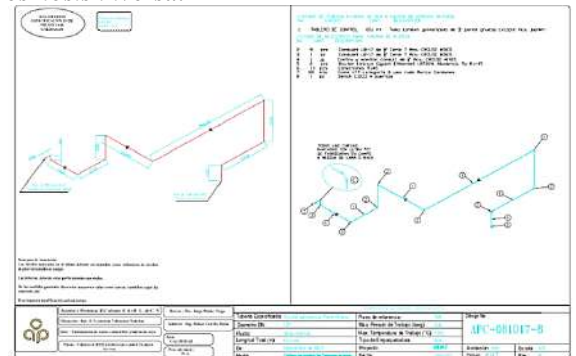
Al tener los cálculos para la especificación de los diferentes calibres y sección transversal de la tubería conduit, se realiza el plano de la tubería

eléctrica de alimentación 440 Vac., con su potencia de conexión de 25Kw, aseguramiento del entorno de la obra de 60 A, mostrado en el esquema de la figura y del lado derecho muestra la figura de la tubería galvanizada para la línea de fuerza para la instalación del equipo al tablero de control para su operación del sistema, en la figura 4 y para el diseño de la tubería de alimentación eléctrica a 110V a tablero de control se utilizaron las especificaciones del proveedor Caldequim. En la figura 3 se muestran los detalles de los planos realizados (Control y fuerza). (Ver figura 3 y 4)



**Figura 3.** Plano de tubería eléctrica a 440 V.

**Tubería de red a tablero de control de sistema de ósmosis inversa.**



**Figura 4.** Tubería de RED a tablero de control del equipo de ósmosis inversa.

**Cálculos para la selectividad de tubería de agua**

Con los datos obtenidos por el proveedor se realiza cálculos para el obtener el diámetro de la tubería utilizando las siguientes (Formula 4):

$$d = D_i = \sqrt[5]{\frac{1.6 \times 10^3 * Q^{1.85} * L_{total}}{\Delta P * P_1}}$$

$d = D_i =$  Diametro interior del tubo en (m)



$P_1$   
= Presión de funcionamiento en Pa (Presión de trabajo)  
 $\Delta P$  = Perdida total en Pa

$L_{total}$   
= Longitud nominal de la tubería en metros (Valor corregido)

$Q$  = Caudal en  $m^3/s$  (Fórmula 5).

$$d = D_i = \sqrt[5]{\frac{L * 450 * Q_c^{1.85}}{\Delta P * P_1}}$$

$d = D_i$  = Diametro interior del tubo en (mm)

$P_1$   
= Presión de funcionamiento en Bar (Presión de trabajo)

$\Delta P$   
= Caída maxima de presión admisible (5% Presión de trabajo)

$L$  = Longitud equivalente del tramo considerado (m)

$Q$  = Caudal en l/s (Fórmula 6)

$$v = \frac{4Q}{\pi d^2}$$

$$No. Reynolds = \frac{v * d * \delta}{\mu} = \frac{v * d}{V}$$

$v$  = Velocidad m/s

$\delta$  = Densidad

$\mu$  = Viscosidad dinamica Ns/m<sup>2</sup>

$V$  = Viscosidad Cinematica m<sup>2</sup>/s

En la tabla 5 se muestra la información de propiedades del agua y en la tabla 6 de presiones y el caudal.

**Tabla 5.** Propiedades del agua (elaboración propia)

PROPIEDADES DEL AGUA		
Temperatura 25 °C		
Density, P(Kg/m3)	Dynamic Viscosity $\mu$ (N* s/m2)	Kinematic Viscosity V (m2/s)
1000	0.001	0.000001

**Tabla 6.** Conversiones de presión y caudal (elaboración propia)

Presión (Bar)	Presión (Pa)	Caudal ( $m^3/hr$ )	Caudal ( $m^3/s$ )
6	600000	400	0.111111111
0.25	25000		

En la tabla 7 se muestran el cálculo de diámetro nominal correspondiente a la fórmula 3 y en la tabla 8. Cálculo de velocidades y Reynolds, aplicando la fórmula 5.

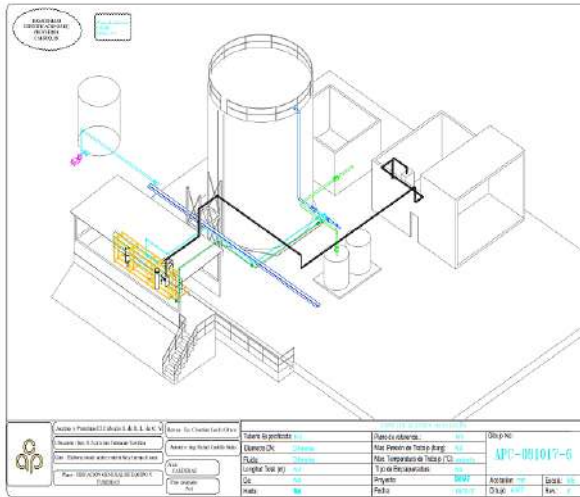
**Tabla 7.** Cálculo de diámetro nominal, formula 2.

Tramo	P Trabajo (bar)	P ABS (bar)	Incrmento Max. (5% P trabajo)	l (m)	l e q u i v. (m)	Caudal (l/s eg)	Caudal (m <sup>3</sup> /s eg)	D Nominal (m)	D Selec. (m)	D Comerc. (in)
Alimentación	5	6	0.25	7.73	7.73	111.111	0.111	31.520	0.0315	1.208
Salida	5	6	0.25	3.66	3.66	111.111	0.111	36.688	0.0366	1.366
Desecho	5	6	0.25	3.57	3.57	111.111	0.111	23.061	0.0230	0.915
Tanque 10000 lts	5	6	0.25	1.22	1.22	111.111	0.111	29.724	0.0297	1.245

**Tabla 8.** Cálculo de velocidades y Reynolds. (Elaboración propia)

Tramo	Caudal (m <sup>3</sup> *seg)	Diámetro Nominal (m)	Velocidad m/seg	Reynolds (1)	Reynolds (2)
Alimentación	0.111111	0.031520816	142.387775	4488178.87	4488178.87
Salida	0.111111	0.036688255	105.102606	3856031.28	3856031.28
Desecho	0.111111	0.023061533	266.005905	6134503.85	6134503.85
Tanque 10000 lts	0.111111	0.029724549	160.16864	4759401.49	4759401.49

Una vez realizado los planos eléctricos tubería, se procedió a elaborar el plano de ubicación general del equipo de ósmosis inversa. (Ver figura 5)



**Figura 5.** Plano de ubicación General del equipo.

**Resultados**

Con los datos obtenidos se observa que el diámetro interior de cada tubería (Alimentación, desecho y salida) es menor de 2”. Por lo que se puede utilizar ese diámetro de tubería interna debido a que el sistema de ósmosis cuenta con conexión de 2”. Para la tubería de desecho no es necesario aumentar el diámetro de la tubería debido a que solo se cuenta con un tramo de 3 m el cual desemboca en una trinchera por lo que no es necesario tomar en cuenta la pérdida de presión debido a los codos. Las tuberías existentes tienen un diámetro interior de 4” por lo que se puede utilizar reducción campana concéntrica de 4” a 2” y la marca propuesta es Spirax Sarco o similar para utilizar tubería de 2” y así reducir gastos en lugar de ocupar una tubería de 4”. A continuación, se muestra los dibujos en AutoCAD para las diferentes tuberías.

Para la tubería de red se eligió el diámetro de ½” el cual permite llevar el cable de red sin ningún problema además se usará tubo conduit galvanizado de pared gruesa para proteger de la intemperie.

**Resultados del análisis del agua para calderas**

Se establece el origen y destino del agua y se realizan análisis de la calidad del agua apreciando los resultados mostrados en la tabla 9, considerando que el agua de alimentación puede ser de pozo, o de agua municipal, y que sería el agua a tratar. Considerando que el agua producida del sistema de ósmosis inversa (Hazen, 1910) puede ser utilizada para: consumo humano (Infabiología, 2017). Riego, industrial, etc. (Infabiología, 2017)

Con el equipo de Osmosis Inversa (Moreno, 2017) se puede producir 437 m<sup>3</sup>/h de agua tratada. En el arranque de la máquina se puede lograr con 65 a 188 lbs de presión. Se puede detener el equipo y se le puede realizar limpieza para colocarla en Stand By para que CALDEQUIM pueda realizar su ajuste. Se aumenta el flujo de agua rechazo obtenido 6.6 de PH el cual equivale = 0.385 y si se corre el riesgo de que exista corrosión, se puede proceder con la instalación de una bomba dosificadora de ácido sulfúrico para regular el pH lo que normalmente es de 7.

**Tabla 9.** Resultados de las pruebas realizadas (elaboración propia)

Flujo de entrada	Flujo producto (l/min)	Flujo rechazo (l/min)	Flujo recirculación (l/min)
428 l/min	320 l/min	105	10 l/min
Conductividad	1150		
pH	7		

El agua de entrada al equipo de ósmosis son normalmente de 51 de sólidos totales disueltos, 2870 conductividad de entrada, 720 dureza, y de salida será de 1 de dureza.

Se reducirá el consumo de tratamiento químico en las calderas, ahorro en energía eléctrica y el uso de las membranas tendrán más tiempo de vida.

Los resultados obtenidos demuestran que el agua producto obtenida del agua de suavizadores a través de R0 permitirá alcanzar un volumen de 461 m<sup>3</sup> /día.

Porcentaje agua producto-rechazo 74 -26 % aunque solo se trabajó 30 min.

Tiempo promedio de consumo de agua de tanque 360 l/min, con el suministro de agua de tubería (hidrante de aprox 2” diámetro) 250l/min lo que nos llevaría agotar el tanque en 40 min.

Se requiere balancear el sistema aumentando el flujo de agua de suavizadores a tanque de 10 m<sup>3</sup> para alimentar continuamente a la ósmosis y alcanzar el objetivo de 400 m<sup>3</sup>/día.

Para garantizar el flujo a la entrada de la R0 (volumen y presión de entrada), así como no tener riesgo de afectar suavizadores colocando la bomba antes o después de los mismos asegurando la operación de la ósmosis se recomienda utilizar el tanque de 10 m<sup>3</sup> que funcionaría como un pulmón dentro del sistema.

Alimentar tanque de 10 m<sup>3</sup> con agua suave. La tubería recomendada es de 3" de diámetro ced.80 en PVC, con un control de llenado por un switch de nivel y una válvula solenoide. Las 3" de diámetro de la descarga de la bomba hacia la ósmosis, con una tubería de 2" de diámetro ced.80 en PVC.

El control de la bomba se realizará a través del programa de la ósmosis para controlar tiempos de arranque y paro.

#### Requerimientos para el proyecto:

Cisterna de 500 m<sup>3</sup> de capacidad.

Sistema de acondicionamiento de agua cal-carbonato

#### Inversión

Tubería y desarenador en canal de riego	85 500.00
Cisterna 500 m <sup>3</sup>	468 000.00
Bomba descarga cisterna	5 880.00
Sistema de acondicionamiento de agua cal - carbonato	1 324 255.00
Total	1 883 635.00

#### Justificación financiera

Material	Costos
Costo del combustóleo:	\$3.06 /m <sup>3</sup>
Costo del agua suavizada:	\$11.00/m <sup>3</sup>
<b>Resultados</b>	
Ahorro de agua suave en la alimentación	\$1251.03 m <sup>3</sup>
Ahorro de combustóleo	14998.28 L/mes
Ahorro por combustóleo	\$723132.93/año
Ahorro por sal y agua en regeneraciones	\$474039.68/año
Ahorro esperado por uso de agua de galería	\$697865.34/año
Ahorro por uso de planta de tratamiento cal-carbonato	\$1197173/año
<b>Costo total</b>	<b>\$1883635.00</b>

#### Tiempo de Recuperación

Formula

$$\begin{aligned} \text{Tiempo de recuperación} &= \frac{\$ 1883635.00}{\$1197173.00} \\ &= 1.57 \text{ años} \end{aligned}$$

Inversión total= \$ 1883635.00

Ahorro=\$1197173.00

Valor Presente neto en 2 años

Costo de capital 10% anual

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= -\$ 1883635.00 + \frac{\$1197173.00}{1+0.1} + \frac{\$1197173.00}{(1+0.1)^2} \\ \text{VPN} &= -\$1883635.00 + \$1088339.09 \\ &\quad + \$989399.17 \end{aligned}$$

**VPN = \$194103.26 anuales en 2 años**

$$\begin{aligned} \text{TIR} &= -\$1883635.00 + \frac{\$1197173.00}{1 + 0.1760} \\ &\quad + \frac{\$1197173.00}{(1 + 0.1760)^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TIR} &= -\$1883635.00 + \$1018004.25 \\ &\quad + \$865649.87 \end{aligned}$$

**TIR = 17.60% Anuales en 2 años**

#### Propuesta de Funcionamiento

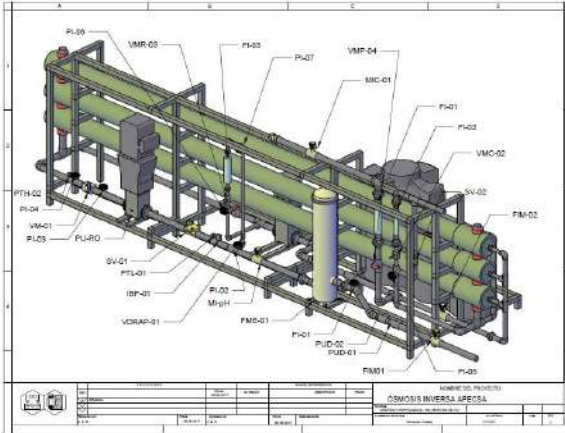
El flujo de agua proviene del tanque elevado, pasará directamente al sistema de ósmosis inversa, (Poell, 1987) sin pasar por los suavizadores actuales, los cuales quedarán fuera de operación. Al momento de requerir agua el tanque de almacenamiento actual pasa por un pre-filtro de PPL de 5 micras (PF-01), posteriormente se dirige al sistema de osmosis inversa, donde se tendrá un sistema de bombeo (DS-02 y DS-01) que se encargará de adicionar al agua dispersante e inhibidor de incrustación, además de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para corregir el pH. El valor de pH será monitorizado mediante el sensor pHE-01. El flujo de alimentación a la RO, así como el rechazo, serán determinados mediante un par de medidores de flujo (FE-01 y FE-02).

La línea alimentará a la RO mediante la bomba de alta presión (PU-01); la presión será medida tanto a la entrada como a la salida del sistema de RO, mediante los interruptores de presión correspondientes (PT-01 y PT-02); además de parar el sistema y enviar una alarma audible y visual, en el momento en que PT-01 detecte baja presión y/o PT-02 detecte alta presión.

La bomba PU-02 alimentará las 3 carcasas de PSRFV, con 6 membranas cada una; cabe mencionar que el rechazo será enviado al dren. El agua permeada será enviada al tanque de almacenamiento, que contará con un control de nivel, que tendrá la función de mandar a encender o apagar el sistema de osmosis inversa; es decir, que en el momento que sea detectado bajo nivel, el sistema solicitará el encendido de la RO hasta que se detecte alto nivel, posteriormente se enviará una señal a la PU-02 para que detenga su operación y así mismo del sistema.

El sistema cuenta con auto – flush que será operado al arranque del equipo, durante la operación de la RO, a intervalos determinados, y cuando pare el

equipo. Toda la operación del equipo estará controlada por un PLC con entradas y salidas digitales y con entradas analógicas que desplegaran los valores de operación en una pantalla touch screen a color con las pantallas correspondientes a cada operación de la RO. (Ver figura 6)



**Figura 6.** Partes del sistema de ósmosis inversa. (Elaboración propia)

Cuando el interruptor de presión detecte un valor fuera de los parámetros establecidos, se emitirá una alarma que preguntará al operador o supervisor si la limpieza de las membranas es requerida. En caso de que se decida realizar la limpieza de membranas el equipo cuenta con un sistema de limpieza in situ (LIS o CIP) que se iniciará en el momento de oprimir el botón virtual de la pantalla.

Del tanque de almacenamiento se enviará el agua a cada una de las áreas de la planta para su diferente uso. (ater, 2017)

## Conclusiones

Se aplicaron conocimientos de la carrera de Ingeniería Mecatrónica en cuanto a instalaciones eléctricas industriales, cálculos hidráulicos, calderas y equipo de ósmosis, así como la aplicación de software de dibujo y diseño asistido por computadora (AutoCAD, SolidWorks, Catia V5 y CATIA).

Con este proyecto se logró cumplir con el objetivo planeado el de diseñar una propuesta para la instalación de sistema de ósmosis inversa para calderas, el cual puede ser aplicado en cualquier industria ya que es muy útil para reducir las impurezas del agua, asegurando una instalación adecuada de tuberías y energía eléctrica del sistema de ósmosis, logrando reducir las sales que generan la dureza, y alimentar la caldera con un agua

excelentemente baja en sales y obtener un vapor adecuado para alimentar equipos industriales.

El equipo de Osmosis Inversa requiere de una inversión fuerte pero que también se puede apreciar por los costos calculados que se puede recuperar esa inversión en un año y medio. También se logrará usar menos combustible contribuyendo al control del medio ambiente, baja el uso de la energía eléctrica para una mayor eficiencia del sistema de ósmosis.

## Autorización y Renuncia

Los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

## Referencias

- 1) Aiqua. (27 de Octubre de 2017). Suavizadores. Obtenido de <http://aiqua.mx/suavizadores/>
- 2) Blacktin, S. C. (1934). Especificaciones del agua para la alimentación de calderas. En S. C. Blacktin, Dust (págs. 7-8). Cleveland: The Sherwood Press.
- 3) Carbotecnia. (05 de Noviembre de 2017). Suavisadores. Obtenido de <https://www.carbotecnia.info/categoria-producto/equipo-para-tratamiento-de-aguas/suavizadores/>
- 4) Envitech, C. (10 de Octubre de 2017). Filtración mediante membranas para el tratamiento aguas residuales. Obtenido de <http://blog.condorchem.com/tag/filtracion/>
- 5) Hazen, A. (John Wiley & Sons, Inc). The Filtration of Public Water Supplies. New York: 1910.
- 6) Infobiología. (15 de Octubre de 2017). La ósmosis. Obtenido de <http://www.infobiologia.net/p/osmosis.html>
- 7) Infobiología. (12 de Octubre de 2017). Principios y usos de la ósmosis. Obtenido de <http://www.infobiologia.net/2017/01/principios-usos-osmosis.html>
- 8) Moreno, A. R. (21 de Octubre de 2017). Obtenido de El Agua. Tratamientos: <http://www.mailxmail.com/curso-agua-tratamientos-1-2/procesos-quimicos-precipitacion-coagulacion-floculacion>
- 9) Powell, S. (1987). Manual de Aguas para Usos Industriales. Nueva York: McGraw-Hill.

- 10) Water, R. (22 de Octubre de 2017). Tratamiento de agua industrial. Obtenido de <http://www.unitek.com.ar/aplicaciones-industria.php>
- 11) García, S. M. (2004). Marketing Multinivel. España: Esic Editorial. Obtenido de <http://books.google.com.mx/books>.

## SISTEMA DE MONITOREO DE LAS VARIABLES PESO Y ALTURA PARA UN SISTEMA DE MANUFACTURA FLEXIBLE DE USO DIDÁCTICO

*\*Ramón Heredia García<sup>1</sup>, Héctor Islas Torres<sup>2</sup>, Juan Carlos Vázquez Jiménez<sup>3</sup>,  
Plácido López Merino<sup>4</sup>, José Ernesto Clemente García Pérez<sup>5</sup>,*

**Resumen** — Hoy en día es muy común encontrar empresas altamente automatizadas, usan celdas de fabricación que buscan niveles de alta calidad y eficiencia en sus procesos de fabricación, y para lograrlo, es necesario conocer las variables involucradas a través de dichos procesos. Este trabajo busca conocer el comportamiento de las variables peso y altura en el Sistema de Manufactura Flexible (FMS), ubicado en el laboratorio de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Tehuacán. Para este desarrollo, primero se debe entender qué trabajo realiza el sistema de producción, para poder simplificarlo con un FMS. Posteriormente, con la programación de los equipos y máquinas que lo integran, se conectan a una red industrial, a continuación, las variables peso y altura se monitorean a través de dispositivos y tarjetas electrónicas adaptadas al FMS. En seguida, se debe analizar el estudio de las variables para proponer las mejoras y retroalimentar el sistema de fabricación, para poder definitivamente concluir en la adaptación o no de un sistema de monitoreo de variables en los procesos de fabricación. Adicionalmente, éste trabajo busca trascender en nuevas investigaciones de otras variables en los procesos de producción que usen Sistemas de manufactura Flexible.

**Palabras Clave:** Sistemas de Manufactura Flexible, Monitoreo de variables, Red industrial ASI, PLC.

### Introducción

Los avances en las comunicaciones y a las herramientas tecnológicas disponibles para la producción, hacen que hoy en día las empresas se enfrenten a un sinnúmero de oportunidades para mejorar sus procesos. Una de las tendencias más marcadas es la integración horizontal y vertical de la información, principio fundamental de los sistemas flexibles de manufactura.

Estos sistemas se consideran como una estrategia de administración para la manufactura, donde se integran todas las unidades funcionales de la compañía, a través de redes de computadoras, que transforman las islas de automatización en un sistema altamente interconectado y capaz de responder ágilmente a las fuerzas del mercado (Nagalingam y Lin, 2008).

Una de las limitantes más comunes en los Sistemas Flexibles de Manufactura didácticos, generalmente utilizados en los laboratorios para realización de

prácticas en Escuelas de Educación Superior, es la ausencia de dispositivos de monitoreo, que permita entregar al operador la información en línea de variables del proceso, para determinar las posibles causas de la desviación de dichas mediciones.

El desarrollo de un sistema de monitoreo de las variables peso y altura en un Sistema Flexible de Manufactura, puede lograr repercusiones no solamente académicas convenientes que aporten material para coadyuvar a ilustrar las aplicaciones de dichos controles en las prácticas de laboratorio de educación superior, sino en la industria real dando soluciones en conocer y controlar las variables inherentes de los procesos de fabricación, para un correcto tratamiento de las mismas.

Esta investigación tiene como propósito desarrollar un sistema de monitoreo de las variables peso y altura, a través de CPU 313C-2DP, CPU 313C, CP 343-2 y una red industrial en el Sistema Flexible de Manufactura FMS 50. En los siguientes tres pasos:

<sup>1</sup> Ingeniero Industrial y alumno de la Maestría en Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, [ramhg2004@yahoo.com.mx](mailto:ramhg2004@yahoo.com.mx).

<sup>2</sup> Maestro en Ciencias en Enseñanza de las Ciencias. Docente en el programa de Maestría en Ingeniería Industrial en la División de Estudios de Posgrado e Investigación en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, [hecislas@yahoo.com](mailto:hecislas@yahoo.com)

<sup>3</sup> Maestro en Ciencias en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional y con estudios de Doctorado en Sistemas Integrados de Manufactura y Estrategias de Calidad. Docente de la licenciatura en Ingeniería Mecatrónica en el Departamento de Metal – Mecánica y en el programa de Maestría en Ingeniería Industrial en la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, [jcvazquezj@hotmail.com](mailto:jcvazquezj@hotmail.com)

<sup>4</sup> Maestro en Ingeniería Industrial. Docente de licenciatura de Ingeniería Industrial en el Departamento de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, [splasmart@gmail.com](mailto:splasmart@gmail.com)

<sup>5</sup> Ingeniero Industrial en Control de Calidad. Docente de licenciatura en Ingeniería Industrial en el Departamento de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, [jose\\_ernestog@hotmail.com](mailto:jose_ernestog@hotmail.com)

Primero, diagnosticar y medir las variables analógicas peso y altura a través de los equipos CPU 313C-2DP, CPU 313C y CP 343-2 para adaptarla a un proceso de producción.

Segundo, desarrollar un programa en los equipos antes mencionados, para implementarlo en el Sistema Flexible de Manufactura FMS50.

Tercero, emplear simultáneamente los protocolos de la red ASI como plataforma de control de las variables antes mencionadas, dentro del FMS50.

Por lo tanto, se busca proponer un sistema que monitoree las variables de los procesos de fabricación altamente automatizados, tomando como referencia el FMS 50 del laboratorio de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Tehuacán, impactando positivamente en las practicas realizadas en el laboratorio por los alumnos y docentes del área, planteando llevar al siguiente nivel de la programación de equipos, enlace de redes industriales, análisis y control de las variables y evidentemente, las propuestas de mejora en los sistema de producción.

Como en todo trabajo de investigación, a lo largo de esta investigación se detectaron algunas restricciones, principalmente el rezago tecnológico del laboratorio, limita en la adaptación de sistemas modernos y la escasa disponibilidad de los laboratorios en horarios vespertinos, retrasan las pruebas para la correcta instalación del sistema de monitoreo de las variables en el FMS. Sin embargo, se presentan exitosamente los resultados obtenidos de las pruebas realizadas, conclusiones y sugerencias por parte del autor.

### **Metodología**

Los Sistemas de Manufactura Flexibles se han convertido para las empresas, en una necesidad para dar respuesta inmediata a las cambiantes necesidades del cliente, y en las áreas académicas una oportunidad para coadyuvar a la relación entre los conocimientos teóricos y la práctica, y de esta manera propiciar ambientes de aprendizaje más cercanos a la realidad, cuya proyección se base en la realización de estudios que permitan establecer relaciones de comunicación y control entre los diferentes módulos del sistema, con la finalidad de aprovechar al máximo su potencial.

El presente trabajo se ubica en el contexto de una Investigación de tipo exploratorio, como lo señalan Hernández, Fernández y Baptista (2003), estos estudios se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de

investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes.

Una documentación apropiada mediante la consulta de fuentes adecuadas al problema detectado. Para la recolección de información se utilizarán técnicas e instrumentos como entrevistas y revisión bibliográfica, entre otras. Se obtendrá indagando de manera presencial con el personal del Laboratorio e investigando sobre previos proyectos de adquisición de datos y medición.

Para recabar la información se procederá de la siguiente manera:

Realizar un diagnóstico en el laboratorio, para conocer cuáles son las áreas más pertinentes para la medición de variables en el Sistema Flexible de Manufactura.

Buscar información sobre características, dispositivos y equipos existentes en el en el laboratorio.

El diseño o planeación del proceso o recurso pertinente para la solución del caso. La etapa de diseño depende de la información recolectada para poder adaptar un sistema de monitoreo de variables que se ajuste a las necesidades actuales del Sistema Flexible de Manufactura.

El procedimiento a seguir es:

Establecer los equipos necesarios para el desarrollo de sistema de monitoreo de datos, empleando protocolos de red ASI. Programación y operatividad de un prototipo funcional propuesto.

La evaluación crítica de los resultados y sus posibles ajustes. La etapa de evaluación y pruebas del sistema, es determinante para comprobar las características necesarias que debe cumplir el diseño del sistema, para que este tenga el correcto funcionamiento, las pruebas se desarrollarán en las estaciones de la celda de Manufactura Flexible FMS50, dentro del Laboratorio de Ingeniería Industrial, a través de las siguientes fases:

- Controlar y manipular las variables analógicas peso y altura, y verificar el sistema de adquisición de datos, por medio del uso de PLC's, sensores y tarjetas.

- Integrar el sistema de adquisición de datos a la plataforma de control de las variables, a partir de protocolos de red.

- Implementar el sistema de monitoreo en la estación de “testing” de la celda de Manufactura Flexible.

- Comunicar de los ajustes necesarios a las áreas involucradas (Ingeniería Industrial), para aplicar las acciones requeridas con la finalidad de mejorar las condiciones existentes y generar la propuesta definitiva.

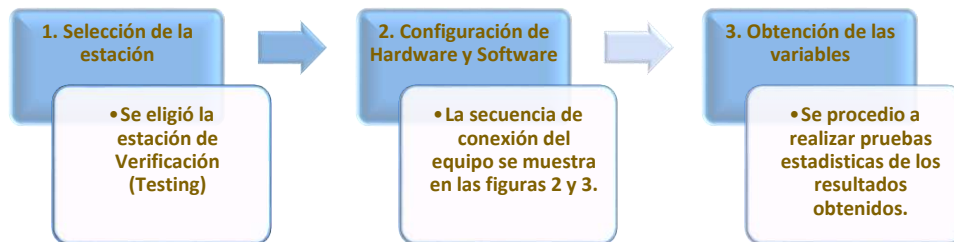
El análisis objetivo de los resultados y realimentación, se centrará en los datos obtenidos del sistema de monitoreo de variables en prueba, ubicado en el Sistema Flexible de Manufactura, evaluando el sistema de monitoreo y seguimiento de las variables peso y altura, así como precisión en las medidas, tiempo de respuesta, maniobrabilidad del equipo, integración de diferentes tecnologías, y factibilidad del sistema en cuanto a los equipos que se deben usar.

Presentación de la propuesta final.

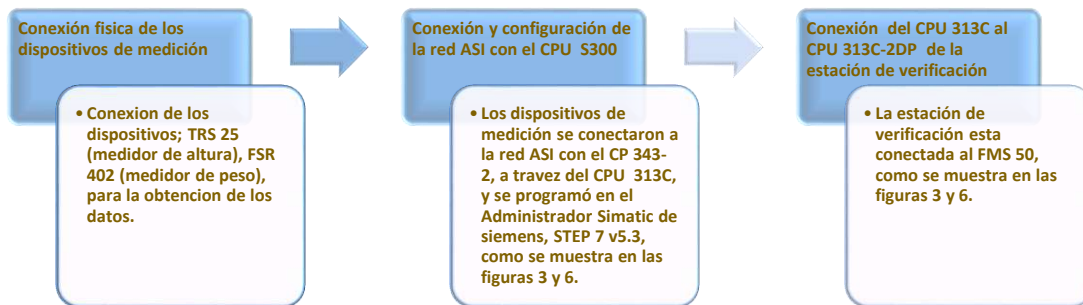
**Resultados**

Partiendo del diagnóstico de equipo, los resultados contemplan la programación de los equipos propuestos, la obtención de las variables peso y altura de las piezas en el FMS50 y la presentación de los resultados. Se describe la información obtenida mediante la tabulación y análisis estadístico de los mismos y finalmente se determina la factibilidad de incluir un sistema de monitoreo de variables peso y altura en el FMS50, ubicado en el Laboratorio de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Tehuacán.

La secuencia de actividades realizadas en la configuración física de los equipos y programación de los mismos, se presenta en las figuras 1, 2 y 3.

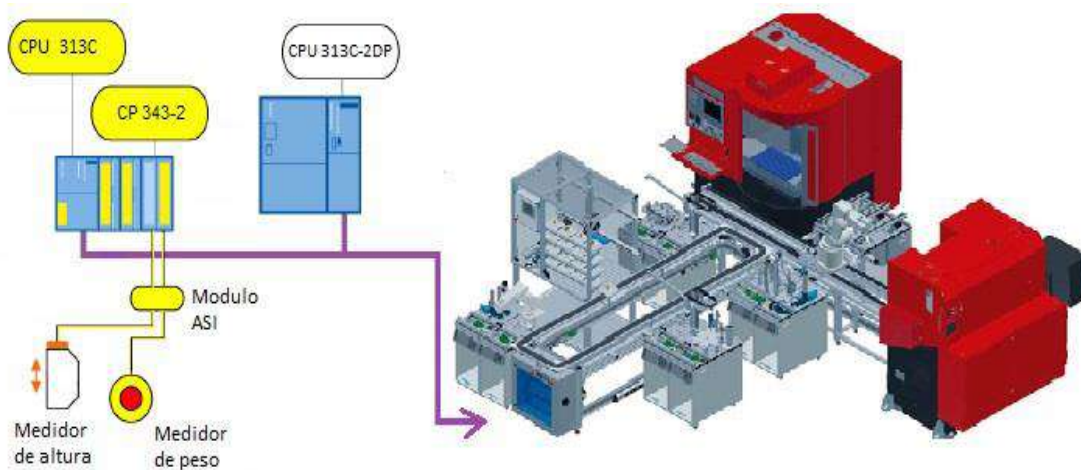


**Figura 1.1** Secuencia de actividades realizadas para la obtención de los datos.



**Figura 2.** Secuencia de conexión del equipo.





**Figura 32.** Diagrama de conexión del equipo.

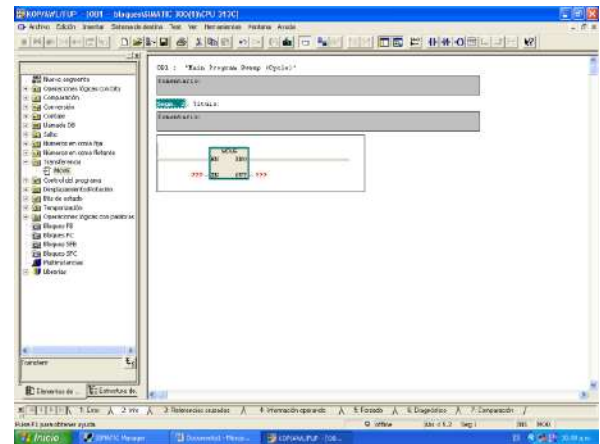
A través de la observación y la lectura de la información técnica disponible del funcionamiento del sistema flexible de manufactura, se determinó que la estación adecuada para éste estudio fuera la estación de verificación (testing station)

La programación y puesta en marcha de los equipos necesarios para el desarrollo del sistema de monitoreo se describe a continuación.

El PLC 313C cuenta con un módulo de 4 entradas y 2 salidas analógicas cuyas direcciones son utilizadas para el monitoreo de las variables peso y altura a través de su programación en el equipo.

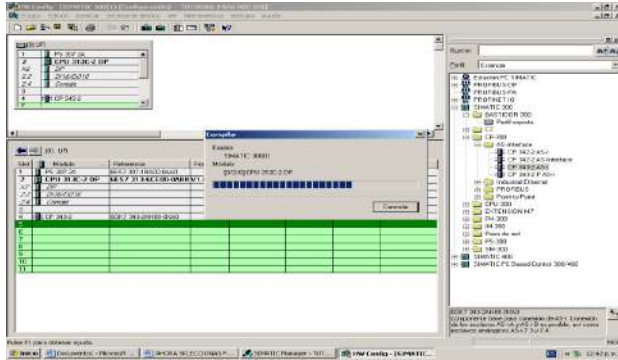
Cada dirección de entrada analógica solo puede ser usada una vez dentro del programa, es por ello que se asigna el dato a una marca del mismo tipo de dato por ejemplo MW10 (memoria o marca de una word), la cual se transfiere mediante un “bloque de transferencia” denominado move interpretado como un redireccionador. Una vez asignado el dato analógico a la marca es posible usarlo cuantas veces sea necesario dentro del programa, ver figura 4.

Para la correcta lectura de las variables deseadas a través de las estradas analógicas del PLC, se deben establecer los límites superior e inferior de estas lecturas, en otras palabras, el PLC realmente NO detecta variables analógicas tales como: peso, altura, temperatura, presión, posición, entre otras, si no, más bien, rangos de voltaje que entran a través de las entradas analógicas del PLC y que son comparadas con los voltajes internos previamente programados por el usuario con los comandos de comparación y que a su vez son transferidos por los comandos “move” previamente descritos.



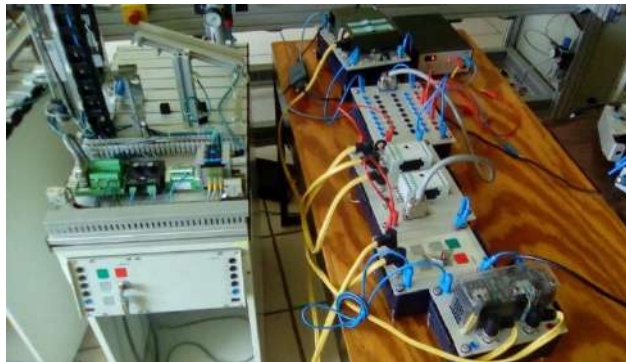
**Figura 4.3** Ubicación del bloque de transferencia “move” dentro del software S7-300.

Para la configuración de la red ASI, primeramente, se debe configurar el equipo que se va a utilizar en el administrador simatic step 7 (software de siemens para sus equipos), en el cual se carga el CPU y CPs, con sus características técnicas, como se muestra en la figura 5, posteriormente se cargan los bloques de función, que son los que llevarán la información de las entradas y salidas de los módulos ASI hacia el controlador Maestro, el cual ejecutara las ordenes en el sistema de acuerdo al programa que el usuario le haya cargado. Para el caso de esta investigación, dichos módulos transportaran la información directa desde los sensores analógicos de peso y altura a través de la red Asi, hacia el PLC maestro.



**Figura 5.4** Configuración del PLC 313C-2DP Y EL CP343-2, en el administrador Simatic.

Finalmente se puso a prueba todo el sistema configurado y conectado, para la puesta en marcha del sistema de monitoreo de las variables peso y altura en el FMS 50 del laboratorio de Ingeniería Industrial, a través de la red ASI como se muestra en la figura 6, similar al diagrama presentado en la figura 3.



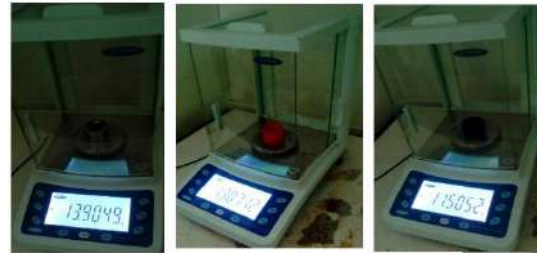
**Figura 65.** Conexión de la estación de verificación (testing) a la red ASI.

Para la obtención de la variable de altura se utilizó el transductor de altura TRS 25 (Position Transducer with return spring potentiometric), ubicado en la estación de verificación (testing station) del FMS 500. Y para la obtención de la variable “peso” con este sistema de monitoreo, se utilizó el FSR 402 conectado a un circuito eléctrico y a su vez en la entrada analógica del controlador,

Una vez conectados los equipos y con los programas cargados y verificados, se puso en marcha el sistema de monitoreo, para la obtención de los datos, cuya prueba fue de 50 piezas previamente medidas y pesadas, para la correcta configuración del equipo descrito anteriormente, figuras 7 y 8.



**Figura 7.** 6Determinación de la altura, de las piezas sujetas a estudio, antes de analizarlas en la estación de verificación del FMS 50.

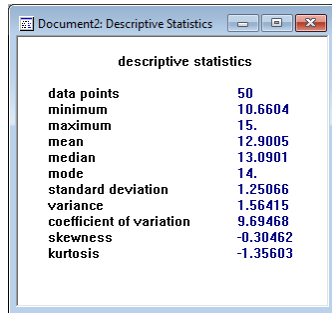


**Figura 8.7** Determinación del peso, de las piezas sujetas a estudio, antes de analizarlas en la estación de verificación del FMS 50.

A continuación, se presenta un análisis estadístico realizado con el software STAT FIT, para la validación y comprobación de los datos obtenidos para las variables: peso y altura.

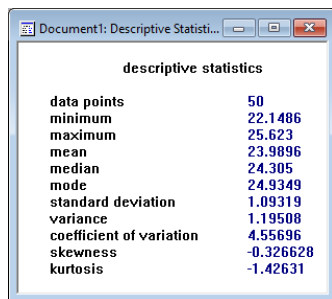
**Tabla 1.** Resultado de las cincuenta piezas monitoreadas dado en gramos y milímetros.

PESO (gramos)		ALTURA (milímetros)	
11.65	12.36	23.00	25.26
14.20	13.28	25.12	25.00
14.20	13.00	22.19	24.36
14.00	13.80	25.00	22.20
12.00	12.52	23.80	22.30
14.23	11.63	22.80	22.15
11.90	11.85	23.49	25.62
11.00	10.66	25.00	25.27
11.00	11.00	25.00	24.30
11.50	13.79	24.29	25.00
11.00	13.02	22.21	24.78
14.00	14.27	25.00	23.00
14.00	14.00	24.09	25.00
11.58	14.00	24.31	24.18
14.75	13.45	22.29	23.14
14.00	11.62	24.47	23.00
11.50	12.62	22.50	23.00
12.64	13.46	24.87	25.00
12.93	10.81	23.20	22.74
14.00	11.00	25.00	23.00
14.00	14.00	24.45	24.55
14.00	12.61	25.51	24.84
13.16	14.00	22.80	23.20
14.00	14.30	24.76	24.91
11.74	15.00	25.33	23.14



descriptive statistics	
data points	50
minimum	10.6604
maximum	15.
mean	12.9005
median	13.0901
mode	14.
standard deviation	1.25066
variance	1.56415
coefficient of variation	9.69468
skewness	-0.30462
kurtosis	-1.35603

**Figura 9.8** Resumen general estadístico de la variable “peso”.



descriptive statistics	
data points	50
minimum	22.1486
maximum	25.623
mean	23.9896
median	24.305
mode	24.9349
standard deviation	1.09319
variance	1.19508
coefficient of variation	4.55696
skewness	-0.326628
kurtosis	-1.42631

**Figura 10.9** Resumen general estadístico de la variable “altura” de las cincuenta piezas monitoreadas.

## Conclusiones

Lo expuesto en a largo de este trabajo permite arribar a las siguientes conclusiones:

La adaptación de un sistema de monitoreo de las variables peso y altura en el sistema flexible de manufactura ubicado en el Laboratorio de Ingeniería Industrial, es totalmente viable, ya que actualmente solo es explotado por las materias de automatización y robótica por su vasta tecnología, sin embargo, pudiera aprovecharse más su uso al expandir las prácticas de laboratorio al análisis de variables de los productos en proceso, control estadístico de la calidad, procesos de manufactura avanzada, optimización de la productividad entre otros. Y es totalmente viable ya que, con la adaptación propuesta en esta tesis, de configuración de los equipos, se logró obtener los resultados descritos en el capítulo anterior.

La programación de los equipos descritos en capítulos anteriores, se llevó a cabo en tres etapas básicas; primeramente, se definió la estación más viable para la implementación del sistema de monitoreo de las variables peso y altura de las piezas producidas por el FMS 50, posteriormente se configuro el software del equipo adaptado para la recolección de la información y se hizo la conexión física de los mismos como se mostró en las figuras de los resultados. Finalmente se obtuvieron las variables de una muestra de cincuenta piezas para su análisis. Cabe mencionar que se hicieron

varias pruebas en la programación de los equipos antes de obtener las lecturas idóneas de las variables a monitorear.

A los resultados obtenidos se les realizo algunas pruebas estadísticas para validar los resultados obtenidos, los cuales coincidieron con las lecturas de las mismas, por ejemplo, en la gráfica 4.5 que muestra la distribución de los datos de peso, se observa que el valor 14 es el que más se repite, y esto es debido a que aproximadamente el 63% de las piezas monitoreadas pesan alrededor de 13.9 gramos, y en la gráfica 4.6 que muestra la distribución de los datos de altura, se observa que el valor 24, es el que menos se repite y esto es debido a que aproximadamente el 63% de las piezas monitoreadas miden 25 milímetros y el 33% mide 23 milímetros.

En conclusión, con una adecuada selección y programación de los equipos, es totalmente viable la adaptación de un sistema de monitoreo de variables en el sistema flexible de manufactura, no solo de peso y altura, sino de algunas otras más, dando pie a nuevas investigaciones o la misma ampliación de este trabajo de tesis. De tal modo que se expanda el uso del FMS 50, no solo con fines de programación y automatización, sino en la proyección de adecuaciones para mejora y lograr análisis más profundos en el estudio de sistemas de producción con control de variables.

La recomendación principal, es que se permita e incentive en el laboratorio, realizar este tipo de implementaciones en los equipos descritos anteriormente, para que a su vez se expanda el uso del mismo con prácticas de otras materias de la retícula de ingeniería industrial.

## Autorización y Renuncia

El o los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

## Referencias

- 1) Amaquiña Cisneros, J. L., y Cavides Pasquel, J. E. (2011). Diseño e implementación de un sistema de monitoreo eléctrico en una estación de Porta-Conocel S.A. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- 2) ANUIES (2010). Lineamientos y estrategias para el fortalecimiento de la Educación Continua. Primera Edición. Mexico. ISBN 978-607-451-031-7. Obtenido de:

- <http://publicaciones.anuies.mx/pdfs/libros/Libro37.pdf>
- 3) Ávila Villancis, A. A., y Armendáriz Jerez, J. Á. (2014). Diseño e implementación de un sistema SCADA utilizando los protocolos industriales Modbus y ASI, con los PLCs Siemens S7-1200, para el control y monitoreo de las estaciones de temperatura, nivel, presión y flujo en el laboratorio de redes industriales. Latacunga, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas.
  - 4) Balestrini, Mirian. (2002). "Como se Elabora el Proyecto de Investigación". BI Consultores Asociados. Sexta edición: Venezuela.
  - 5) Berger, H. (2008). Automating with STEP 7 in LAD and FBD, SIMATIC S7300/400 Programmable Controllers. Berlin and Munich: Siemens Aktiengesellschaft.
  - 6) Berger, H. (2013). Automatic with Simatic, Controllers, software, programming, data communication, operator control and process monitoring. Berlin Germany: Siemens Aktiengesellschaft.
  - 7) Castro Lugo, J. G., Padilla Ybarra, J. J., y Romero A, E. (2005). Metodología para realizar una automatización utilizando PLC. Impulso, revista de electrónica, eléctrica y sistemas computacionales.
  - 8) Festo. (2016). Festo Web. México: LIMUSA.
  - 9) Festo-Didactic. (2015). Célula de Fabricación Flexible, MPS-C. Obtenido de <http://www.festo-didactic.com/es-es/productos/mps-sistema-de-produccion-modular/estaciones/estacion-de-distribucion-mps-para-empezar.htm>
  - 10) Festo-Didactic. (2015). [www.festo-didactic.com](http://www.festo-didactic.com/es-es/productos/mps-sistema-de-produccion-modular/estaciones/estacion-de-verificacion-enfocada-a-sensores.htm?fbid=ZXMuZXMuNTQ3LjE0LjE4LjYwNi4zOTQ0). Obtenido de <http://www.festo-didactic.com/es-es/productos/mps-sistema-de-produccion-modular/estaciones/estacion-de-verificacion-enfocada-a-sensores.htm?fbid=ZXMuZXMuNTQ3LjE0LjE4LjYwNi4zOTQ0>
  - 11) García C. Fernando (2007). La investigación tecnológica. Editorial Limusa, México.
  - 12) Groover M. P. (2003). Automation, production systems and computer-aided manufacturing (Third Edition). USA: Prentice Hall.
  - 13) Groover, M. P. (2007). Fundamentos de Manufactura Moderna. Materiales, Procesos y Sistemas. México. McGraw-Hill.
  - 14) Guerrero, V., y Yuste, R. L. (2010). Comunicaciones industriales. Berlin Germany: Alfaomega.
  - 15) Heinz John, K., & Tiegelkamp, M. (2001). IEC 61131-3: Programming Industrial Automation Systems: Concepts And Programming Languages, Requirements for Programming Systems, AIDS to Decision-making Tools. Springer Science & Business Media.
  - 16) Hernández S. Roberto, Fernández C. Carlos y Baptista Lucio. (2003). Metodología de la Investigación. McGraw-Hill Interamericana. México. Tercera edición
  - 17) Hernández S. Roberto, Fernández C. Carlos y Baptista Lucio. (2006). Metodología de la Investigación. McGraw-Hill Interamericana. México. Cuarta edición
  - 18) Iacob, M., Bejan, C. A., & Andreescu Gheorghe, D. (2010). Supervisory Control and Data Acquisition Laboratory. Telfor Journal.
  - 19) Jiménez Macías, E. (2004). Técnicas de automatización avanzadas en procesos industriales. Universidad de La Rioja, Tesis doctoral.
  - 20) Jones, C. (2006). Step 7 in Steps 7, A practical guide to implementing S7-300/S7-400 Programmable Controllers. United States.
  - 21) Linacre House, J. H. (2003). Programmable Controllers An engineer's guide. London, England: British Library Cataloguing.
  - 22) Kalpakjian S. y Schmid S. (2008). Manufactura, ingeniería y tecnología, (Quinta Edición). México: Pearson Educación.
  - 23) Kamel K. & Kamel E. (2014). Programmable Logic Controllers. Industrial Control. Education. USA. Mc Graw Hill.
  - 24) Mengual Pitarch, P. (2009). STEP 7: Una manera fácil de programar PLC de Siemens. Marcombo Boixareu Editores.
  - 25) Müller, J. (2005). Controlling with SIMATIC, practice book for SIMATIC S7 and SIMATIC PCS7 control system. Berlin Germany: Siemens Aktiengesellschaft.
  - 26) Nagalingam SV, Lin GCI. (2008). CIM—still the solution for manufacturing industry. Science Direct. Elsevier. Obtenido de: <http://www.me.nchu.edu.tw/lab/CIM/www/courses/Computer%20Integrated%20Manufacturing/2008%20Reading%203/CIM%20still%20the%20solution%20for%20manufacturing%20industry.pdf>.
  - 27) Ramírez López, I. I. (2014). Diseño de configuración de un sistema de manufactura flexible para automatización. D.F., México: Universidad Nacional Autónoma de México.
  - 28) Siemens. (2015). Obtenido de <http://ww.siemens.com/asjdjaksnd/sdfsd>.
  - 29) Siemens, A. (2005). Controlling with Simatic, Practice boook for Simatic S7 and Simatic PCS7 control systems. Berlin-Munich: Siemens Aktiengesellschaft.
  - 30) Siemens, A. (2009). Simatic, comunicación con Simatic. Nürnberg Alemania: Siemens.

# DISMINUCIÓN DE LOS COSTOS DE TRANSPORTE DE UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE REFACCIONES UTILIZANDO PROGRAMACIÓN DINÁMICA

*\*Christian Gómez Salazar<sup>1</sup>, Maviel Hernández Méndez<sup>2</sup>, Yair Romero Romero<sup>3</sup>,  
Ivan Araoz Baltazar<sup>4</sup>, Samuel Alberto Eduardo Martínez Aquino<sup>5</sup>*

**Resumen** —Esta investigación fue desarrollada para la empresa Cartoons, dedicada a la distribución de refacciones y tiene como objetivos evaluar, comparar y por último diseñar una ruta de transporte donde se minimicen los costos. Para solucionar el problema en los altos costos de transporte fueron tomadas las diferentes técnicas utilizadas en la Programación Dinámica, específicamente el método del costo mínimo.

**Palabras Clave:** Minimización de Costos, Costos logísticos, Transporte, Programación dinámica, Optimización.

## Introducción

Toda empresa busca maximizar su inversión. Solo con una reducción de costos, realizada adecuadamente, podrá lograrlo (Julio, 2004) estimando que el porcentaje de los costos totales logísticos y de transporte cerca del 49% **del costo logístico de una empresa es destinado al transporte** (Patiño, 2013) Existe una relación del peso con el volumen del producto, debido a que los costos de transporte y almacenamiento se relacionan directamente con el precio total de producto. (Ballou, 2007) Por lo tanto, los costos de logística pueden disminuir más rápido que el precio total.

Por las razones anteriores la empresa Cartoons ubicada en la San Miguel Xoxtla Pue., tiene como finalidad reducir sus costos de transporte, debido a que según estudios demuestran que (Rojas, 2015)

Cartoons está ubicada en la Ciudad de San Miguel Xoxtla. La empresa cuenta con camiones tipo tráiler de marca Freightliner, con los que transporta sus refacciones de la planta productora Ubicada en Poniente 19 N° 2142 Col. Insurgentes, hasta su cliente ubicado en Av. Corregidora No. 591 Col. Arándanos, la empresa por su capacidad y prestigio suministra a varios clientes a lo largo del país como Puebla, Tlaxcala y Tlaquepaque, sin embargo, uno de los clientes más recientes se encuentra en la Ciudad de Orizaba Ver. El cual solicita diariamente un pedido bastante importante para la empresa, repuntando a ser uno de los principales clientes.

El problema que enfrenta Cartoons es no tener diseñada la ruta óptima que minimice los costos de

transporte para satisfacer a su nuevo cliente. Por lo que en esta investigación se tiene como objetivo minimizar los costos de transporte de la planta productora ubicada en la ciudad de San Miguel Xoxtla, Pue., a su nuevo cliente en la ciudad de Orizaba Ver.

## Metodología

En la actualidad el transporte es el medio de traslado de personas o bienes desde un punto a otro, en un vehículo que utiliza una determinada infraestructura dependiendo de la actividad que realice.

Para lograr llevar a cabo la acción de transporte se requieren varios elementos que, interactuando entre sí, permiten que se lleve a cabo:

- Una infraestructura. En la cual se lleva físicamente la actividad
- Un vehículo. Que permita el traslado rápido
- Un operador de transporte. Que hace referencia a la persona que conduce o guía el vehículo
- Servicios. Que permiten que la actividad se lleve a cabo de forma segura

Los ingenieros de transporte utilizan estos conceptos a la hora de concebir, planificar, diseñar y operar un sistema de transporte. Para así poder tomar una buena decisión y que las rutas minimicen los costos logísticos Para a tener un sistema eficiente. Una red de transporte es un conjunto de nodos y vínculos. El transporte se origina y termina en los nodos y viaja por los vínculos. En la mayoría de los medios de transporte, la

<sup>1</sup> Estudiante de la Licenciatura en Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de Tehuacán. shalom\_613@hotmail.com.mx

<sup>2</sup> Estudiante de la Licenciatura en Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de Tehuacán. mavi\_27@live.com.mx

<sup>3</sup> Doctor en Logística y Dirección de la Cadena de Suministro. Docente del área de posgrado del Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de Tehuacán. yair.romero@correo.buap.mx

<sup>4</sup> Maestro en Ciencias en Ingeniería Industrial y docente en el programa de Maestría de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de Tehuacán

<sup>5</sup> Ingeniero Civil. Docente del área de Ingeniería Civil en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán. aquino@gmail.com.mx

infraestructura, como los puertos, caminos, canales de navegación y aeropuertos requiere tanto de nodos como de vínculos.

### ***Diseño de una red de transporte***

Según Vargas Sánchez menciona que una buena elección de rutas agiliza la entrega de mercancías a los clientes finales. Sin embargo, muchas veces, es un área incomprendida. (Vargas, 2010)

Las cuales, en su mayoría, tienen solución con un diseño y planeamiento de redes de transporte enfocado en maximizar los recursos que se tiene y minimizar sus costos.

Para un buen diseño de una red de transporte debemos considerar los siguientes puntos

- La capacidad de despacho; la disponibilidad de las unidades de transporte para realizar los despachos de mercadería
- Los pedidos fuera de ruta; los cuales ocurren normalmente debido a que no se realiza o no se respeta el cronograma de atención a los clientes
- La frecuencia de salida; el responsable de transporte puede tener una unidad de transporte fija para un determinado día y una determinada ruta durante una cantidad de jornadas
- La uniformización de los pedidos; responde a la necesidad de hacer despachos parciales y no respetar la unidad de carga establecida
- Ventanas horarias; los cuales determinan un rango de horas de atención, y si por cualquier motivo no se llegó a tiempo, no reciben la mercancía y en muchos de los casos es una pérdida por penalidades
- La falta de un "ruteador" o software de transporte; lo cual limita la capacidad de maximización de las unidades de transporte o, en el peor de los casos, que más de dos unidades de transporte se dirijan al mismo destino, separados muchas veces por una calle u avenida.

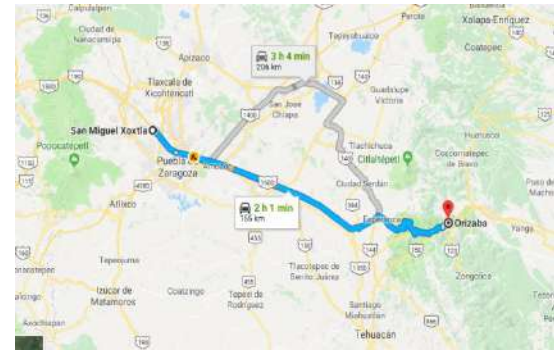
### ***Programación dinámica***

La idea principal de la programación dinámica (PD) es descomponer el problema en subproblemas (más manejables). Los cálculos se realizan entonces recursivamente donde la solución óptima de un subproblema se utiliza como dato de entrada al siguiente problema. La solución para todo el problema está disponible cuando se soluciona el último subproblema. La forma en que se realizan los cálculos recursivos depende de cómo se descomponga el problema original. En particular, los subproblemas están vinculados por restricciones comunes. La factibilidad de estas restricciones comunes se mantiene en todas las iteraciones. (Taha, 2012)

Mediante la programación dinámica se busca seleccionar la ruta por carretera más corta entre dos ciudades.

En la Figura 1 se muestra la imagen donde se marca la ruta partiendo de nuestro centro de distribución (San Miguel Xoxtla) hasta el nuevo cliente ubicado en la ciudad de Orizaba Ver.

La ruta se muestra por autopista, donde podemos saber con exactitud la distancia en km para así poder calcular el consumo de combustible, el costo del combustible, el peaje y el pago del chofer.



**Figura 1.** Ruta desde la Ciudad San Miguel Xoxtla a Orizaba Ver. (Maps, 2018)

Para el cálculo de los costos se hizo un total desde la planta en la ciudad de San Miguel Xoxtla hasta la ciudad de Orizaba Ver.

Para estimar algunos costos se tomó en cuenta el tipo de transporte, el costo del diesel hasta el día de hoy con un costo de \$19.61 (GlobalPetrolPices, 2018), el costo del peaje, pago del chofer y mantenimiento del camión.

Para obtener el costo del pago del chofer se toma en cuenta la ganancia por el costo del flete dependiendo del tipo de transporte, de acuerdo al artículo. (Transporte, 2010). El costo sería de \$62.50 por kilómetro.

Haciendo los cálculos nos arrojan los siguientes datos  $\$62.5 * 155 \text{ km} = \$9687.5$  esto sería lo que la empresa cobraría por un solo envío a su cliente a Orizaba Ver.

Otro dato que se calculó fue el pago medio del chofer que maneja una unidad tipo tráiler de 6 ejes. Una vez que se tiene la ganancia por el flete se le restará el costo del pago del chofer que por lo regular es el 16% por viaje. (Granados, 2012)

Calculando lo anterior se tiene que  
 $= \$9687.5 * .16 = \$1549.92$

Por lo tanto, el pago del chofer sería de \$1549.92 por día contemplando la descarga en los cedís de Xoxtla más las paradas adicionales.

Otro costo considerado fue la depreciación del transporte

Unidad tipo: tráiler  
 Marca: Freightliner  
 Modelo: 4850506TZ8  
 Valor de adquisición: \$890000  
 Año de adquisición: 2009  
 Depreciación anual 25%  
 Con una vida útil de 8 años  
 Valor de salvamento de \$118000 al final de los 5 Años. (Parámetros de Estimación de Vida Util, 2012).  
 Para calcular el total de consumo de combustible y el costo que este implicara Se toma en cuenta la distancia 155 km, el consumo de combustible de un tráiler y el costo del diésel.

Un litro de diésel alcanza para 3 kilómetros

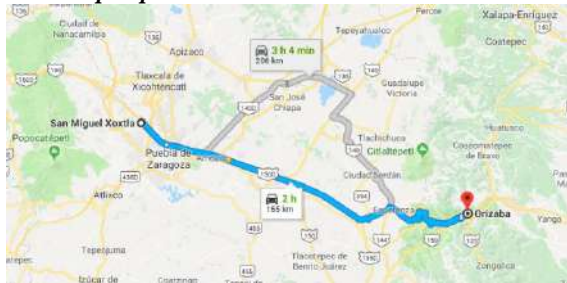
$$\text{Por lo tanto: } \frac{155 \text{ Km (1Lt)}}{3 \text{ Km}} = 51.66 \text{ Lt} \approx 52$$

\$19.61 (costo del diésel) \* 52 Lt (litros que se necesitan)

Con esto tenemos que el costo de combustible es de \$1019.72

Posteriormente se hizo un total de los costos desde los cedis Puebla hasta nuestro cliente que se encuentra en Tehuacán tomando dos rutas vía por pista, vía por federal, para llegar hasta el cliente que a continuación se muestran en la Figuras 2 y 3.

**Ruta vía por pista**



**Figura 2.** Ruta desde San Miguel Xoxtla Pue. a Orizaba Ver. via por pista. (Maps, 2018)

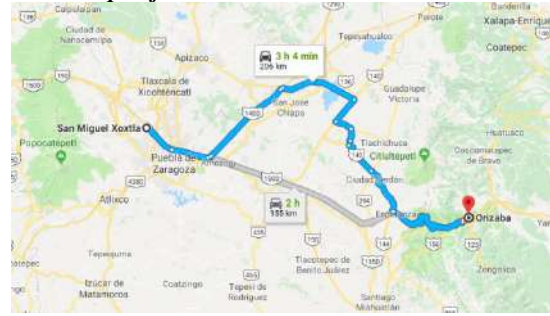
Para obtener el costo del peaje de dicha ruta consultamos a la SCT obteniendo un costo total de \$830

En la Tabla 1. se muestran los costos de envío del cedis de San Miguel Xoxtla a Orizaba Ver. Por pista.

Tabla 1. Costos por pista de San Miguel Xoxtla Pue. a Orizaba Ver.

San Miguel Xoxtla – Orizaba Ver	
Pago del chofer	\$1549.92
Combustible	\$1019.72
Peaje	\$ 830
Total	\$3399.64

**Ruta vía por federal**



**Figura 3.** Ruta desde San Miguel Xoxtla Pue. a Orizaba Ver. Via federal. (Maps, 2018)

En la Tabla 2. Se muestran los costos de envío del cedis San Miguel Xoxtla Pue. – Orizaba Ver. por vía federal. Para sacar el costo del peaje de dicha ruta consultamos a la SCT obteniendo un costo total de \$985. Lo anterior se resume en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Costos por vía federal de San Miguel Xoxtla Pue. a Orizaba Ver.

San Miguel Xoxtla – Orizaba Ver	
Pago del chofer	\$2060.00
Combustible	\$1346.42
Peaje	\$ 985
Total	\$4391.42

**Tabla 3.** Se muestran la tabla comparativa de las dos rutas

Cuadro comparativo			
San Antonio Mihuacan – Ciudad Mendoza		San Francisco Ocatlan-Coyacachupa	
Distancia km	155	Distancia km	206
Combustible	\$1019.72	Combustible	\$1346.42

Con los datos anteriores creamos el modelo de red tomando en cuenta la siguiente formula.

**Variables**

Esta sección muestra cómo pueden expresarse matemáticamente los siguientes cálculos. <

Sea  $f_i(x_i)$  la distancia más corta al nodo  $x_i$  en la etapa  $i$ , y defina  $d(x_i, x_i)$  como la distancia del nodo  $x_i$  al nodo  $x_i$ .

La ecuación recursiva de PD se define como.

$n$  = Etapa del problema

$X_n$  = Variable de decisión estando en la etapa  $n$

$S$  = Estado (origen)

$C(S, X_n)$  = Costo

$f_n(S, X_n)$  = Costo total

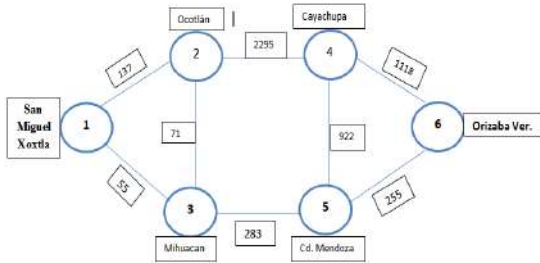
$$f_n^*(s) = \text{Min}_{x_n} \{f_n(s, x_n)\} = f_n(s, x_n^*)$$

Todas las distancias se miden desde 0 al establecer  $f_0(x_0 = 1) = 0$ . La ecuación recursiva principal expresa la distancia más corta  $f_i(x_i)$  en la

etapa  $i$  como una función del siguiente nodo,  $x_i$ . En terminología de PD,  $x_i$  se conoce como el estado en la etapa  $i$ .

**Diseño de la red**

En la Figura 4. Se muestra el diseño de la red para el problema que se va solucionar.



**Figura 4.** Red de rutas para el ejemplo

A continuación, en la Tabla 4 se realizaron por separado los cálculos en cada etapa.

Donde S es el nodo donde se encuentra  $f^*$  es el costo y  $X^*$  es el nodo hacia donde se dirige.

**Tabla 4.** Primera etapa,  $n = 3$

S	$f4^*(S)$	$X4^*$
4	1118	8

En la Tabla 5 se explica la etapa 2 tiene nodo terminal, 7

**Tabla 5.** Segunda etapa; Etapa 3,  $n = 4$

$X4 / S$	$f(s,x4)=(x4+f4^*(x4))$	$F4^*(s)$	$X4^*$
2	1118	1118	6
3	255	255	6

**Tabla 6.** Tercera etapa; Etapa 2,  $n = 2$

$X3 / S$	$f(s,x3)=(x3+f3^*(x3))$	$F3^*(s)$	$X3^*$
2	2295+1118	3413	4
3	283+255	538	5

**Tabla 7.** Cuarta etapa; Etapa 1,  $n = 1$

$X2 / S$	$f(s,x2)=(x2+f2^*(x2))$	$F2^*(s)$	$X2^*$
1	137+2295+1118	3550	2
1	55+283+255	593	3

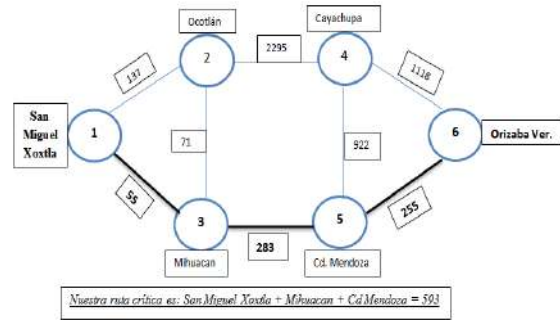
Para determinar la ruta óptima comenzamos con el resumen de cada etapa, los cálculos en cada etapa son una función de las rutas factibles de dicha etapa, y sólo de esa etapa. Con base en el resumen de distancias más cortas como se muestra en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Tabla de resultados

Resultados				RMC
1	3	5	6	
55+283+255				\$ 593 Costo de la ruta más corta

**Red de la ruta más corta**

En la Figura 7 se muestra el modelo de red marcada con la ruta más corta.



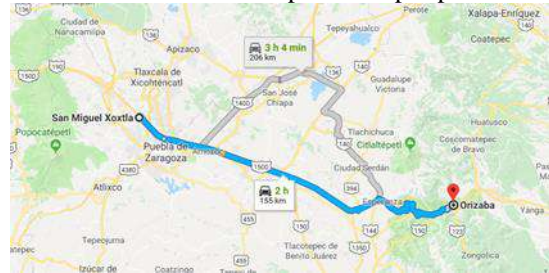
**Figura 7.** Red de la ruta más corta

**Resultados**

Obtuvimos como resultado que la ruta óptima y de menor costo fue de la Ciudad de San Miguel Xoxtla, Pue a Orizaba, Ver que tiene un costo de \$593 en combustible

**Conclusión**

Con los resultados obtenidos en la investigación encontramos que la ruta más corta y con el menor costo para que la empresa Cartoons haga su envío al cliente ubicado en Orizaba Ver. es por la vía por pista.



**Figura 8.** Ruta desde San Miguel Xoxtla Pue. a Orizaba Ver. Vía por pista. (Maps, 2018)

Ya que con el método de “Programación Dinámica” aplicado en esta investigación obtuvimos que la inversión por un solo envío desde la empresa Cartoons ubicada en la Ciudad San Miguel Xoxtla, Pue hasta su cliente en Orizaba Ver. Es de \$3,180 con esta nueva ruta ya que anteriormente se tomaban diferentes rutas para llegar al mismo destino, ahora con esta nueva ruta el costo en combustible disminuirá notablemente.



### **Autorización y Renuncia**

El o los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

### **Referencias**

- 1) Ballou, R. H. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación.
- 2) Global Petrol Prices. (2018). México precios del diésel, litro.
- 3) Granados, T. (21 de Agosto de 2012). Ya no es rentable tener un solo camión de carga, Pág. 1.
- 4) Anaya-Tejero, J. J. (2004). El transporte de mercancías. Enfoque logístico de la distribución. Madrid: ESIC.
- 5) Google Maps. (2018). Ruta Puebla - Tehuacán por federal. México.
- 6) Medina, J. A. (2012). Parámetros de Estimación de Vida Útil. México: Consejo Nacional de Armonización Contable.
- 7) Rodríguez, I. (2012). Oportunidades para reducir costos en transporte. Revista Manufactura.
- 8) Indeed. (2018). Salario Chofer De Camión Tortón en México.  
<https://www.indeed.com.mx/salaries/Ch%C3%B3fer-de-cami%C3%B3n-Salaries>
- 9) SCT. (2018). Costo del peaje México-Puebla.
- 10) Taha, H. A. (2012). Investigación de Operaciones. México: Pearson Educación.
- 11) Transporte, S. d. (2010). COSTOS DE OPERACIÓN BASE. En R. A. José Antonio Arroyo. Sanfandila.
- 12) Wilmsmeier, G. y Sánchez, R. J. (2005). Los desafíos del sistema de transporte en los países de América del sur. Santiago de Chile: CEPAL División de Recursos Materiales e Infraestructura.

## DISEÑO DE UN SISTEMA EMBEBIDO EN DISPOSITIVO FPGA PARA EL CONTROL DE UNA RED ACTUADOR-SENSOR-INTERFAZ

*\*Alexi Salgado Paz<sup>1</sup>, Janeth M. Salas Alcántara<sup>2</sup>, Martin Toriz Reyes<sup>3</sup>, Héctor Islas Torres<sup>4</sup>, Ramon García Heredia.<sup>5</sup>*

**Resumen** —En el presente trabajo se da conocer el diseño de un sistema embebido en un FPGA para el control de una red AS-i, las ventajas que se ofrece referente a otros circuitos integrados. Se explica el funcionamiento de una red AS-i, la forma en que interactúan los esclavos y el envío de datos que se deben tomar en cuenta para el correcto funcionamiento.

El objetivo es el diseño de una máquina de estados a través del lenguaje de descripción de hardware (VHDL), se mencionan las ventajas que se tienen referente a otros lenguajes de programación y los resultados son una simulación donde se controlan los esclavos, el envío y recepción de datos del maestro hacia los esclavos con la capacidad de dos o más redes AS-i.

**Palabras Clave:** FPGA, ASi, VHDL

### Introducción

La adquisición de datos para el control de una red AS-i se realiza mediante un PLC. El lenguaje LADDER, ("escalera"), es un lenguaje de programación gráfico muy popular, ya que está basado en los clásicos esquemas de control eléctricos y relevadores, el objetivo es poder manipular las diferentes señales de la red utilizando otros dispositivos programables.

Los FPGA (del inglés Field Programmable Gate Array) son dispositivos que tienen un gran número de elementos lógicos programables, esta tecnología con anterioridad se limitaba a ingenieros con un amplio conocimiento sobre hardware digital, en la actualidad el avance en los programas de descripción de hardware (HDL) y la disponibilidad de éstas en el mercado han hecho que su uso proliferen en distintas áreas de la industria, como por ejemplo en sistemas de seguridad, aeronáutica, robótica, automatización y en general todo sistema digital.

Los FPGA al ser programados se convierten en verdadero hardware, esto los diferencia de otros dispositivos programables ya que las instrucciones programadas ocurren de forma concurrente y no de forma secuencial, esto quiere decir que los cambios en las señales conllevan a cambios inmediatos en los nodos del sistema digital y esto se transforma en alta velocidad de procesamiento.

Los lenguajes de descripción de hardware VHDL, en este caso, representa una ventaja a otros lenguajes de programación, su síntesis no ocupa demasiados recursos; en comparación al lenguaje ensamblador que

es complejo y poco entendible, el uso de lenguajes de alto nivel como lo son C, Basic, Java para microcontroladores y microprocesadores gastan recursos excesivamente.

La capacidad de poder crear microprocesadores y conectarlos entre sí para poder crear un sistema embebido y que este contenido en un chip de FPGA, significa una de las mayores ventajas de estos dispositivos lógicos programables, la creación de un microprocesador a la medida proporciona un diseño flexible y escalable que satisface las necesidades del diseñador, los FPGA son las impresoras 3D de los circuitos digitales.

### *Tecnología AS-i*

En los procesos automatizados, los sensores y actuadores desempeñan un papel importante. Tanto en centros logísticos, en los que las barreras de luz detectan la posición de un paquete sobre una cinta transportadora, como en una planta embotelladora de bebidas, donde hay que llenar hasta el nivel correcto, los sensores son los órganos sensoriales del control del proceso. (Siemens, 2009, p.3)

Durante el cableado las unidades de emisión y la recepción de las señales se realizaban siguiendo un mismo esquema: los sensores y actuadores se conectaban uno a uno y con cableado paralelo al control central. Una labor que requiere mucho tiempo y por lo tanto, resulta costosa. Afortunadamente, hoy puede ahorrarse este trabajo, ya que con AS-Interface dispone de un incomparable sistema de bus que conecta todos los componentes de automatización en campo con el control

<sup>1</sup> Estudiante de Ingeniería Electrónica del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, alexikacy@gmail.com

<sup>2</sup> Estudiante de Ingeniería Electrónica del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, monisal1101@gmail.com.

<sup>3</sup> Es Ingeniero Electrónico y Docente del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, martintoriz@gmail.com

<sup>4</sup> Maestro en Ciencias en Enseñanza de las Ciencias y Docente del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, hecislant@yahoo.com.mx.

<sup>5</sup> Ingeniero Industrial y Docente del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, ramhg2004@yahoo.com.mx.

central de manera sencilla, segura y rápida.

AS-Interface (AS-i) – Actuator Sensor Interface es un sencillo y eficaz sistema de bus de campo. Por un lado, como bus abierto preparado para la integración en cualquier plataforma, permite la transmisión de señales digitales y analógicas relacionadas con procesos y maquinaria. Por otro lado, constituye una interfaz universal entre sencillos actuadores y sensores binarios, así como entre los distintos niveles del control central. El sistema AS-Interface se caracteriza por un alto grado de sencillez y efectividad, siendo más económico frente a otros sistemas de bus. (Siemens, 2009, p.4)

### Características

El nombre Actuator Sensor Interface representa a su propio concepto. Es una solución simple y elegante para la integración de sensores y actuadores discretos en un sistema de control de procesos. Esta red posee una serie de características que son representadas de la siguiente manera. (Smar, 2017)

- Compatibilidad: Sensores y actuadores de diferentes fabricantes pueden ser conectados a una interfaz digital serial estandarizada.
- Control de acceso: Sistema con un solo maestro y sondeo cíclico.
- Rápida instalación: Por medio de conectores autopercutantes.
- Longitud de cable: Máximo de 100m o hasta 300m con el uso de repetidores.
- Numero de esclavos: Hasta 62 esclavos por red (versión 2.1).
- Carga útil: Transmite 4 bits/esclavo/mensaje. Todos los esclavos son llamados secuencialmente por el maestro y reciben 4 bits de datos.
- Funciones del maestro: Barrido cíclico en todos los esclavos, transmisiones de datos para esclavos y para la unidad de control (PLC o PC) Inicialización de la red, identificación de los esclavos, diagnóstico de los esclavos y de datos transferidos.
- Confiabilidad: Alto nivel de confiabilidad operacional en ambientes industriales agresivos.

La red es configurada y controlada por un maestro, el cual programa a la interfaz entre un controlador y el sistema. Este intercambia información continuamente con todos los sensores y actuadores conectados al bus AS-i de forma predeterminada y cíclica, en la figura 1 se observa la configuración de la red.

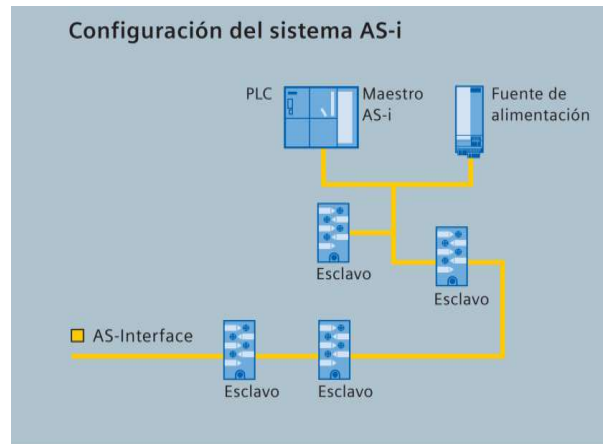


Figura 1. Configuración de una red AS-i.

La conexión de los elementos puede ser realizada en estructura de árbol, estrella, lineal o en combinación con las anteriores. Dado que no existen conexiones convencionales y reducen el número de interconexiones en bornes y conectores.

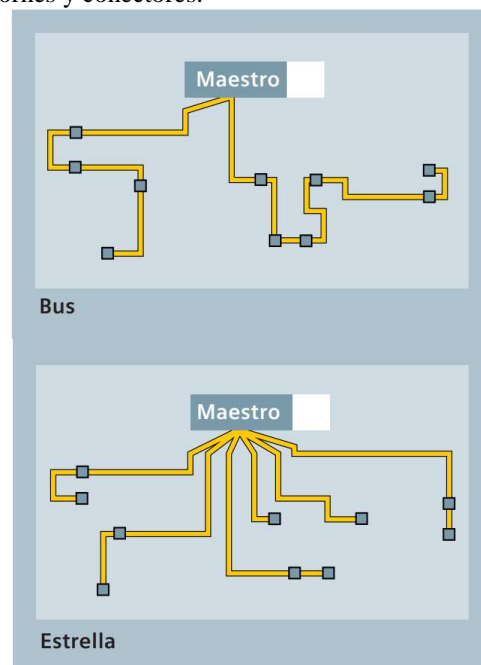


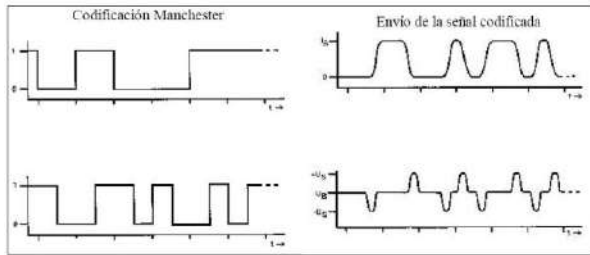
Figura 2. Topología física de la red.

Como medio físico de transmisión, emplea un único cable que permite tanto la transmisión de datos como la alimentación de los dispositivos conectados a la red. Su diseño evita errores de polaridad al conectar nuevos dispositivos a la red, se observa en la figura 3. La incorporación o eliminación de elementos de la red no requiere la modificación del cable.



**Figura 3.** Acoplamiento del módulo bus.

El cable consta de dos hilos, para lograr inmunidad al ruido, la transmisión se hace basándose en una codificación Manchester. La señal con la codificación se traduce en pulsos de corriente, que generan pulsos positivos y negativos en la tensión de alimentación, que indican las transiciones de la señal. A partir de la detección de dichas transiciones se reconstruye la secuencia de bits transmitida, en la figura 4 se observa dicha codificación.



**Figura 4.** Codificación de la información en el bus AS-i.

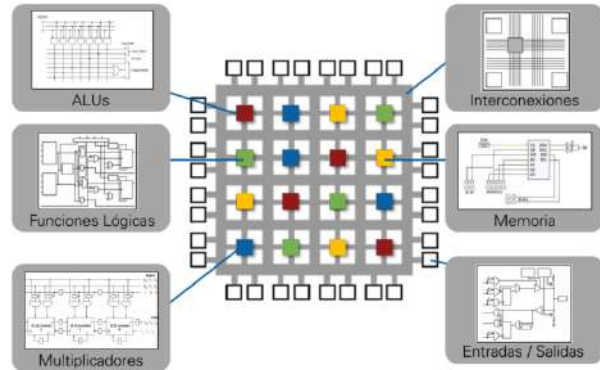
Cada esclavo dispone de hasta 4 entradas/salidas, lo que hace que la red pueda controlar hasta 124 E/S digitales. La comunicación sigue un esquema maestro-esclavo, en la cual el maestro interroga a las estaciones enviando mensajes de 14 bits y el esclavo responde con un mensaje de 7 bit. La duración de cada ciclo pregunta-respuesta es de 150µs.

En cada ciclo se deben consultar todos los esclavos añadiendo dos ciclos extras para operaciones de administración del bus (detección de fallos). El resultado es un tiempo de ciclo máximo de 5ms para 31 esclavos. (Universidad de Oviedo, 2006, p.22-24)

**Dispositivos FPGA**

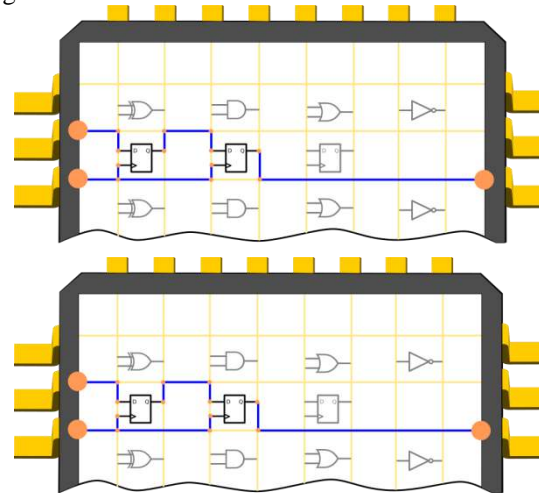
Un FPGA (Field Programmable Gate Array) es un dispositivo semiconductor que contiene componentes lógicos programables e interconexiones programables entre ellos. Los componentes lógicos programables pueden ser programados para duplicar la funcionalidad de puertas lógicas básicas tales como AND, OR, XOR, NOT o funciones combinatorias, decodificadores, multiplexores o funciones matemáticas. En muchos FPGA, en la figura 6 se muestra los componentes de un FPGA, estos componentes lógicos programables

también llamados bloques lógicos incluyen elementos de memoria, los cuales pueden ser flip-flops o bloques de memoria.



**Figura 5.** Estructura de un FPGA.

Una jerarquía de interconexiones programables permite a los bloques lógicos de un FPGA, ser conectados según la necesidad del diseñador del sistema, algo parecido a tener un protoboard. En la figura 6 se observan los bloques lógicos e interconexiones que pueden ser programados después del proceso de manufactura y el usuario/diseñador puede desempeñar cualquier función lógica necesaria en un FPGA.



**Figura 6.** Interconexiones de un FPGA.

**Lenguajes de descripción de Hardware**

Como consecuencia de la creciente necesidad de integrar un mayor número de dispositivos en un solo circuito integrado, se desarrollaron nuevas herramientas de diseño que auxilian al ingeniero a integrar sistemas de mayor complejidad. Esto permitió que en la década de los cincuenta aparecieran los lenguajes de descripción en hardware (HDL) como una opción de diseño para el desarrollo de sistemas electrónicos elaborados. Estos lenguajes alcanzaron mayor desarrollo durante los años setenta, lapso en que se desarrollaron varios de ellos como IDL de IBM, TI-HDL de Texas Instruments, ZEUS de General Electric, etc., todos orientados al área

industrial, así como los lenguajes en el ámbito universitario (AHPL, DDL, CDL, ISPS, etc.).

Los primeros no estaban disponibles fuera de la empresa que los manejaba, mientras que los segundos carecían de soporte y mantenimiento adecuados que permitieran su utilización industrial. El desarrollo continuó y en la década de los ochenta surgieron lenguajes como VHDL, Verilog, ABEL 5.0, AHDL, etc., considerados lenguajes de descripción en hardware porque permitieron abordar un problema lógico a nivel funcional (descripción de un problema sólo conociendo las entradas y salidas), lo cual facilita la evaluación de soluciones alternativas antes de iniciar un diseño detallado. (Maxinez, 2002, p.26)

Una de las principales características de estos lenguajes radica en su capacidad para describir en distintos niveles de abstracción funcional, transferencia de registros RTL y lógico o nivel de compuertas. Los niveles de abstracción se emplean para clasificar modelos HDL según el grado de detalle y precisión de sus descripciones.

#### ***VHDL lenguaje de descripción de hardware***

En la actualidad, el lenguaje de descripción en hardware más utilizado a nivel industrial es VHDL (Hardware Description Language), que apareció en la década de los ochenta como un lenguaje estándar, capaz de soportar el proceso de diseño de sistemas electrónicos complejos, con propiedades para reducir el tiempo de diseño y los recursos tecnológicos requeridos.

El Departamento de Defensa de Estados Unidos creó el lenguaje VHDL como parte del programa "Very High Speed Integrated Circuits" (VHSIC), a partir del cual se detectó la necesidad de contar con un medio estándar de comunicación y la documentación para analizar la gran cantidad de datos asociados para el diseño de dispositivos de escala y complejidad deseados; es decir, VHSIC debe entenderse como la rapidez en el diseño de circuitos integrados. Después de varias versiones revisadas por el gobierno de los Estados Unidos, industrias y universidades, el IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) publicó en diciembre de 1987 el estándar IEEEstd 1076-1987.

#### ***VHDL estructura***

El lenguaje de descripción en hardware VHDL se estructura en módulos o unidades funcionales, identificados mediante una palabra reservada particular de este lenguaje. En tanto, a su vez, cada módulo tiene una secuencia de instrucciones o sentencias, las cuales, en conjunto con las declaraciones de las unidades involucradas en el programa, permiten la descripción, la comprensión, la evaluación y la solución de un sistema digital.

En el interior de la estructura de un programa, las unidades Entidad (Entity) y Arquitectura (Architecture)

en conjunto forman la columna vertebral de este lenguaje. Por su parte, los módulos restantes, no necesariamente utilizados en la búsqueda de una solución, sirven entre otras cosas para optimizar y generalizar la aplicación en futuros desarrollos. Sin embargo, en este momento nuestra atención se centra en describir la función de la entidad y la arquitectura.

#### **Metodología**

El código en VHDL para el maestro esclavo de la red AS-i usa una máquina de estados representada en la figura 7, al iniciar se establece un estado de Ready, esperando en este estado hasta que la señal de ena reciba una señal en alto. El estado de Start genera una condición de inicio en el driver maestro-esclavo y el estado command comunica una dirección rw al bus. El estado slv\_ack1 captura y verifica al esclavo, según el comando rw el componente procede a escribir datos en el esclavo (estado wr) o a recibir datos del esclavo (estado rd). Una vez completado, el maestro captura y verifica la respuesta del esclavo (estado slv\_ack2) si escribe o emite su propia respuesta (estado mstr\_ack) si está leyendo. Si la señal de ena cambia de valor, el maestro continúa inmediatamente con otra escritura (estado de wr) o lectura (estado de rd), si el comando es el mismo que el comando anterior.

Si es diferente al comando anterior, es decir, una lectura que sigue a una escritura o una escritura después de una lectura o una nueva dirección de esclavo, el maestro emite un inicio repetido (estado de Start) según la especificación del driver. Una vez que el maestro completa una lectura o escritura y la señal de ena no cambia de valor el maestro genera la condición de detención (estado de Stop) y regresa al estado Ready. A continuación, una breve descripción de los puertos usados.

Tabla 1. Puertos maestro esclavo de la red AS-i.

In/out	Bits	Mode	Description
CLK	1	in	Reloj del FPGA 50Mhz
reset_n	1	in	Asíncrono activo en bajo
ena	1	in	'0' ningún cambio de estado, '1' siguiente estado
addr	7	in	Dirección del esclavo
rw	1	out	Comando de escritura
data_wr	8	out	Datos para enviar rw= '0' (escritura)
data_rd	8	out	Datos recibidos rw= '1' (lectura)
busy	1	buffer	'0' activo, '1' transiciones en progreso
ack_error	1	inout	'0' sin errores de confirmación '1' error de confirmación durante cambio de estado
sda	1	inout	Línea de datos
scl	1	inout	Sincroniza esclavos

A continuación, se escribe el código de la entidad en VHDL para la máquina de estados de la figura 7

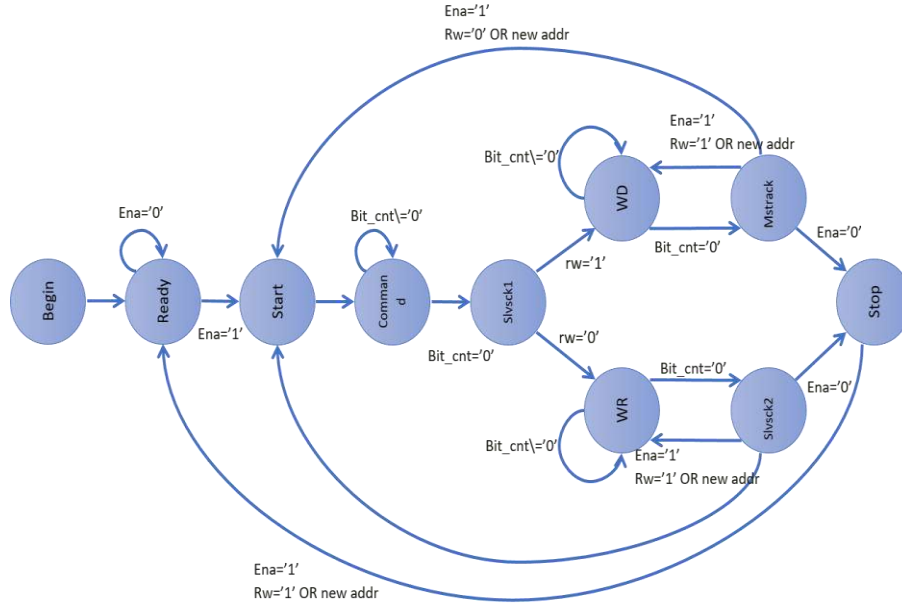


Figura 7. Gráficos. Máquina de estados para la red AS-i.

**Resultados**

Se crea un proyecto nuevo en ISE Desing Suite con el nombre de Driver\_ASi, en él se agregan nuevas fuentes al proyecto con el nombre de entidad Driver\_Master\_Slave. Se checa sintaxis y mientras tanto se prepara la simulación.

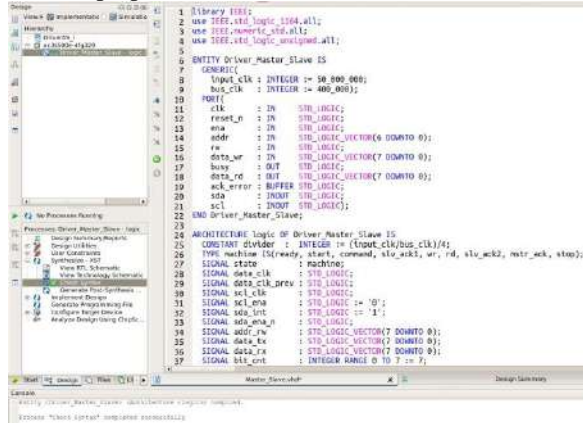


Figura 8: Proyecto Driver\_ASi en ISE Desing Suite.

La simulación se crea con los siguientes valores:

- Clk: señal de reloj con periodo de 20ns.
- Reset\_n: '0' antes de 400 ns, '1' después de 500 ns.
- Ena: '0' antes de 400 ns, '1' después de 500 ns, '0' después de 1000 ns.
- Addr[6:0]: Dirección del esclavo.
- Rw: '0' antes de 1000 ns, '1' después de 1000 ns.
- Data\_wr[7:0]: Datos a enviar a los esclavos.

Código en VHDL

```

library IEEE;
use IEEE.std_logic_1164.all;

```

```

use IEEE.numeric_std.all;
use IEEE.std_logic_unsigned.all;

```

```

ENTITY Driver_Master_Slave IS
  GENERIC(
    input_clk : INTEGER := 50_000_000;
    bus_clk   : INTEGER := 400_000);
  PORT(
    clk      : IN  STD_LOGIC;
    reset_n  : IN  STD_LOGIC;
    ena      : IN  STD_LOGIC;
    addr     : IN  STD_LOGIC_VECTOR(6 DOWNTO 0);
    master_n : IN  STD_LOGIC_VECTOR(7 DOWNTO 0);
    busy     : OUT STD_LOGIC;
    sda_int  : IN  STD_LOGIC_VECTOR(7 DOWNTO 0);
    scl      : BUFFER STD_LOGIC;
    sda      : INOUT STD_LOGIC;
    scl_ena  : INOUT STD_LOGIC);
END Driver_Master_Slave;

ARCHITECTURE logic OF Driver_Master_Slave IS
  CONSTANT divider : INTEGER := (input_clk/bus_clk)/4;
  TYPE machine IS (ready, start, command, slv_ack1, wr, rd, slv_ack2, mstr_ack, stop);
  SIGNAL state      : machine;
  SIGNAL data_clk   : STD_LOGIC;
  SIGNAL data_clk_prev : STD_LOGIC;
  SIGNAL scl_clk    : STD_LOGIC;
  SIGNAL scl_ena    : STD_LOGIC := '0';
  SIGNAL sda_int    : STD_LOGIC := '1';
  SIGNAL sda_ena_n  : STD_LOGIC;
  SIGNAL data_wr    : STD_LOGIC_VECTOR(7 DOWNTO 0);
  SIGNAL data_rd    : STD_LOGIC_VECTOR(7 DOWNTO 0);
  SIGNAL data_err   : STD_LOGIC_VECTOR(7 DOWNTO 0);
  SIGNAL bits_cnt   : INTEGER RANGE 0 TO 7 := 7;

```

```

    SIGNAL addr_rw      : STD_LOGIC_VECTOR(7
DOWNT0 0);
    SIGNAL data_tx      : STD_LOGIC_VECTOR(7
DOWNT0 0);
    SIGNAL data_rx      : STD_LOGIC_VECTOR(7
DOWNT0 0);
    SIGNAL bit_cnt      : INTEGER RANGE 0 TO 7 :=
7;
    SIGNAL stretch     : STD_LOGIC := '0';
BEGIN

    PROCESS(clk, reset_n)
        VARIABLE count : INTEGER RANGE 0 TO
divider*4;
    BEGIN
        IF(reset_n = '0') THEN
            stretch <= '0';
            count := 0;
        ELSIF(clk'EVENT AND clk = '1') THEN
            data_clk_prev <= data_clk;
            IF(count = divider*4-1) THEN
                count := 0;
            ELSIF(stretch = '0') THEN
                count := count + 1;
            END IF;
        CASE count IS
            WHEN 0 TO divider-1 =>
                scl_clk <= '0';
                data_clk <= '0';
            WHEN divider TO divider*2-1 =>
                scl_clk <= '0';
                data_clk <= '1';
            WHEN divider*2 TO divider*3-1 =>
                scl_clk <= '1';
                data_clk <= '1';
        END CASE;
    PROCESS(clk, reset_n)
    BEGIN
        IF(reset_n = '0') THEN
            state <= ready;
            busy <= '1';
            scl_ena <= '0';
            sda_int <= '1';
            ack_error <= '0';
            bit_cnt <= 7;
            data_rd <= "00000000";
        ELSIF(clk'EVENT AND clk = '1') THEN
            IF(data_clk = '1' AND data_clk_prev = '0') THEN
                CASE state IS
                    WHEN ready =>
                        IF(ena = '1') THEN
                            busy <= '1';
                            addr_rw <= addr & rw;
                            data_tx <= data_wr;
                            state <= start;
                        ELSE
                            busy <= '0';
                            state <= ready;
                        END IF;
                    WHEN start =>
                        busy <= '1';
                        sda_int <= addr_rw(bit_cnt);
                        state <= command;
                    WHEN command =>
                        IF(bit_cnt = 0) THEN
                            sda_int <= '1';
                            bit_cnt <= 7;
                            state <= slv_ack1;
                        ELSE
                            bit_cnt <= bit_cnt - 1;
                            sda_int <= addr_rw(bit_cnt-1);
                            state <= command;
                        END IF;
                    WHEN wr =>
                        busy <= '1';
                        IF(bit_cnt = 0) THEN
                            sda_int <= '1';
                            bit_cnt <= 7;
                            state <= slv_ack2;
                        ELSE
                            bit_cnt <= bit_cnt - 1;
                            sda_int <= data_tx(bit_cnt-1);
                            state <= wr;
                        END IF;
                    WHEN rd =>
                        busy <= '1';
                        IF(bit_cnt = 0) THEN
                            IF(ena = '1' AND addr_rw = addr & rw)
THEN
                                sda_int <= '0';
                            ELSE
                                sda_int <= '1';
                            END IF;
                            bit_cnt <= 7;
                            data_rd <= data_rx;
                            state <= mstr_ack;
                        ELSE
                            bit_cnt <= bit_cnt - 1;
                            state <= rd;
                        END IF;
                    WHEN slv_ack2 =>
                        IF(ena = '1') THEN
                            busy <= '0';
                            addr_rw <= addr & rw;
                            data_tx <= data_wr;
                            IF(addr_rw = addr & rw) THEN
                                sda_int <= data_wr(bit_cnt);
                                state <= wr;
                            ELSE
                                state <= start;
                            END IF;
                            IF(addr_rw = addr & rw) THEN
                                sda_int <= '1';
                                state <= rd;
                            ELSE
                                state <= ready;
                            END IF;
                        ELSE
                            state <= ready;
                        END IF;
                    END CASE;
            END IF;
        END PROCESS;
    END PROCESS;

```

```

state <= start;
END IF;
ELSE
state <= stop;
END IF;
WHEN stop =>
busy <= '0';
state <= ready;
END CASE;
ELSIF(data_clk = '0' AND data_clk_prev = '1')
THEN
CASE state IS
WHEN start =>
IF(scl_ena = '0') THEN
scl_ena <= '1';
ack_error <= '0';
END IF;
WHEN slv_ack1 =>
IF(sda /= '0' OR ack_error = '1') THEN
ack_error <= '1';
END IF;
WHEN rd =>
data_rx(bit_cnt) <= sda;
WHEN slv_ack2 =>
IF(sda /= '0' OR ack_error = '1') THEN
ack_error <= '1';
END IF;
WHEN stop =>
scl_ena <= '0';
WHEN OTHERS =>
NULL;
END CASE;
END IF;
END IF;
END PROCESS;
WITH state SELECT
sda_ena_n <= data_clk_prev WHEN start,
NOT data_clk_prev WHEN stop,
sda_int WHEN OTHERS;

scl <= '0' WHEN (scl_ena = '1' AND scl_clk = '0')
ELSE 'Z';
sda <= '0' WHEN sda_ena_n = '0' ELSE 'Z';
END logic;

```

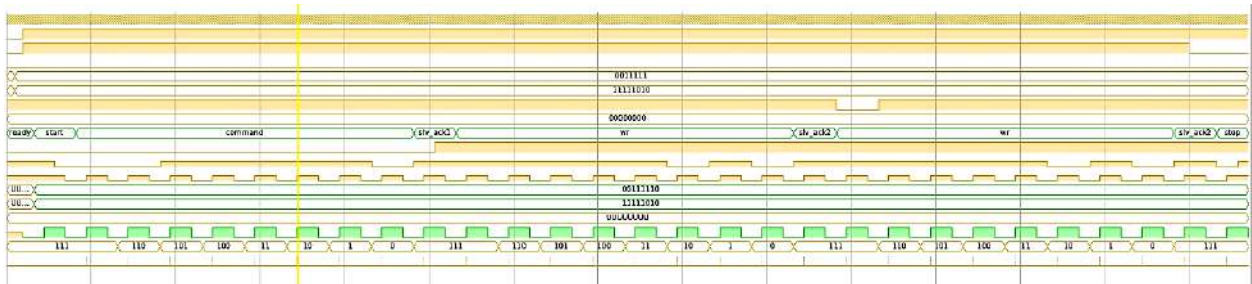


Figura 9: Simulación del controlador de una red AS-i.

## Conclusiones

Los dispositivos FPGA tienen una capacidad muy amplia para cubrir las necesidades y funciones de alto nivel que se exigen en la industria, convirtiéndolos en dispositivos muy atractivos para implementar proyectos relacionados con electrónica programable, ya que en la actualidad es de suma importancia el desarrollo de Hardware sin dejar atrás el software que lo complementa y viceversa, de esta manera se tienen sistemas embebidos más completos para la automatización de procesos.

El hecho de poder incluir algoritmos secuenciales junto a los concurrentes o paralelos hace que las FPGA sean dispositivos sobresalientes con respecto a los demás. La flexibilidad que ofrece VHDL para el modelado de hardware es un punto muy importante en los sistemas digitales, este lenguaje de descripción de hardware permite la integración de entidades pequeñas y sencillas en una arquitectura principal, así como la interconexión para poder generar un sistema digital más complejo.

Un FPGA es compatible con múltiples voltajes (5V, 3.3V, 2.5V, 1.2V) convirtiendo en un dispositivo adaptable a cualquier módulo programable incluso a aquellos destinados a otras tarjetas o plataformas, se recomienda a los diseñadores tomar precauciones con el acondicionamiento de señales para que no sufra daño la tarjeta FPGA.

## Autorización y Renuncia

El o los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D=Dinámica del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

## Referencias

- 1) Siemens. (2009, Agosto, 4). AS-Interface Answers for industry. Recuperado de [http://www.grupdap.es/ficheros/descripciones/AS\\_Interfase\\_2009.pdf](http://www.grupdap.es/ficheros/descripciones/AS_Interfase_2009.pdf)



- 2) Nova Smar S/A. (2017) Smar. Tecnología AS-i, Brasil. Recuperado de <http://www.smar.com/espanol/asi#section1>
- 3) Universidad de Oviedo. (2006, Abril, 18). Comunicaciones Industriales. Recuperado de <http://isa.uniovi.es/docencia/iea/teoria/comunicacionesindustrialesdocumento.pdf>
- 4) Maxinez, D. G. y Alcalá, J. (2002). VHDL El arte de programar sistemas digitales. México D.F., México: CECSA.

# DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FRESADORA DE CONTROL NÚMÉRICO CNC PARA USO DIDÁCTICO

*\* Jesús Jiménez Hernández<sup>1</sup>, Juan Antonio Reyes Cantorio<sup>2</sup>, M. C. Juan Carlos Vásquez Jiménez<sup>3</sup>,  
Ing. Serafín Reyes García<sup>4</sup>, M. E. María de Jesús Oregán Silva<sup>5</sup>*

**Resumen** — Las máquinas de control numérico computarizado CNC son equipos que se utilizan en la industria metalmeccánica para fabricar piezas de complejas geometrías y por ello debemos contar con estos equipos en nuestros talleres para que nosotros como alumnos logremos las competencias profesionales contempladas en la carrera de mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, la falta de más equipo en nuestros talleres y la demanda de alumnos, nos orienta a realizar más alternativas que mejoren los procesos de enseñanza y aprendizaje. Con la fabricación de una fresadora vertical CNC se lograrán las competencias profesionales de los alumnos en la carrera de ingeniería mecatrónica en las materias Automatización de la Manufactura y Manufactura Avanzada preparando la secuencia de maquinado en fresadora de control numérico relacionando la ciencia y la tecnología para la obtención de un producto final. Realizar el maquinado de piezas en fresadora de control numérico aplicando normas de seguridad. El desarrollo de este proyecto fue a través de las fases del diseño, para el diseño manufactura y ensamble de equipos DFMA. El alcance de este proyecto será de gran beneficio para el alumnado de la carrera de mecatrónica.

**Palabras Clave:** Diseño, Fresadora, CNC.

## Introducción

En la actualidad las máquinas de control numérico computarizado CNC son equipos que se utilizan en la industria metalmeccánica para fabricar piezas de complejas geometrías y por ello debemos contar con estos equipos en los laboratorios para que los alumnos logren las competencias profesionales contempladas en la carrera de ingeniería mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, la falta de más equipo en y la demanda creciente de la matricula, da pautas para la búsqueda de alternativas que mejoren los procesos de enseñanza y aprendizaje. Con la fabricación de una fresadora vertical de control numérico computarizada (CNC) se lograrán las competencias profesionales que los alumnos en la carrera de ingeniería mecatrónica en las materias Automatización de la Manufactura y Manufactura Avanzada requieren, preparando la secuencia de maquinado en fresadora de control numérico así relacionando los conocimientos y habilidades para la obtención de un producto final, realizando el maquinado de las piezas aplicando normas de seguridad.

El desarrollo de este proyecto fue a través de las fases del diseño, para el diseño manufactura y ensamble de

equipos (Shigley, Larry, 1990). El alcance de este proyecto será de gran beneficio para el alumnado de la carrera de mecatrónica del Instituto Tecnológico de Tehuacán, ya que además de dotar de equipo a los talleres otros alumnos podrán replicar la máquina, manufacturando las piezas con esta misma fresadora CNC.

Derivado de la sobredemanda de la carrera y la falta de equipamiento en el laboratorio de Ingeniería Mecatrónica, para la impartición de las materias: Automatización de la manufactura y Manufactura avanzada» vemos la necesidad de equipar a estos talleres de fresadoras de control numérico computarizado (CNC), pero estos equipos son muy caros en el mercado. Por ello tenemos como objetivo principal construir una máquina-herramienta de este tipo que nos permita alcanzar las competencias profesionales que contemplan las materias de esta carrera.

En la educación tecnológica es conveniente dar soluciones a situaciones problemáticas relacionadas con el quehacer tecnológico cotidiano de la industria como lo es la manufactura automatizada y particularmente con el uso de este tipo de equipos. Las

<sup>1</sup> Alumno de la licenciatura en Ingeniería Mecatrónica en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán. jes\_jim545@hotmail.com

<sup>2</sup> Alumno de la licenciatura en Ingeniería Mecatrónica en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán

<sup>3</sup> Ingeniero Industrial Mecánico, Maestro en Ciencias en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional, con estudios de Doctorado en Sistemas Integrados de Manufactura y Estrategias de Calidad, actualmente profesor en la licenciatura de Ingeniería Mecatrónica en el Departamento de Metal Mecánica y en el Programa de Maestría en Ingeniería Industrial en la División de Estudios de Posgrado e Investigación en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán. jcvazquezj@hotmail.com

<sup>4</sup> Ingeniero Industrial Mecánico, Candidato al grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecánica y profesor de la licenciatura en Ingeniería Mecatrónica en el Departamento de Metal Mecánica en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán. sreyes110@hotmail.com

<sup>5</sup> Ingeniera industrial Química, Maestra en Educación y profesora de la licenciatura en Ingeniería Mecatrónica en el Departamento de Metal Mecánica en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán. maoregansilva@hotmail.com

fresadoras CNC son sistemas robóticos cartesianos de aplicación específica, para el mecanizado de piezas a través de una herramienta de corte, (Cabrera 1996) define que la robótica pedagógica es la actividad de concepción, creación y puesta en funcionamiento con fines de aprendizaje de objetos tecnológicos que son reproducciones reducidas muy fieles y significativas de los procesos y herramientas robóticas utilizadas en el medio industrial.

La justificación para la realización de este proyecto es para fortalecer la formación profesional de los educandos, ya que con la utilización de la fresadora CNC para la realización de prácticas, el alumno amplía un abanico de oportunidades para la integración de conocimientos, técnicas, habilidades y destrezas, de varias disciplinas del área científica y tecnológica como son la electrónica, la mecánica y la informática, esto implica que la fresadora CNC establece un entorno de interacción de diversas áreas que se concretan en el momento del diseño, construcción, programación y funcionamiento de objetos tecnológicos con fines específicos, lo que se resume en 2 conceptos importantes en la mecatrónica, los cuales son el diseño y la manufactura asistida por computadora (CAD/CAM).

Con la puesta en marcha de la fresadora CNC en el taller de mecatrónica se resolverá el problema de la falta de equipo para adquirir las competencias profesionales en la carrera citada. Por todo esto es un proyecto que se justifica ampliamente porque además de bajar costos, es una máquina muy versátil que al interactuar profesor-alumno favorece el Aprendizaje por la Acción el cual permite desarrollar las competencias profesionales, y que al vincularse con el método de proyectos se complementa con la formación orientada a las competencias de acción (Tippelt, Lindemann 2001). En el nivel medio superior seguir este principio implica enfrentar a los alumnos con problemas relacionados con su futuro desempeño.

El objetivo general es diseñar, fabricar y ensamblar una fresadora CNC utilizando el software SolidWorks® y máquinas convencionales (torno paralelo, fresadora vertical y taladro de columna), para equipar el laboratorio de Ingeniería Mecatrónica del Instituto Tecnológico de Tehuacán y lograr las competencias profesionales.

### Desarrollo Metodológico

Para este punto se estructura la secuencia de fases en las cuales están conformado el proyecto se realiza con el fin de agilizar los procesos y tener un mejor control del tiempo y procesos de elaboración de cada una de las etapas realizadas.



**Figura 1.** Procesos para la fabricación de la fresadora CNC

1. Diseñar las piezas que componen la fresadora CNC utilizando el software SolidWorks® con las dimensiones correspondientes.
2. Ensamblar las piezas diseñadas en los tres ejes X, Y y Z que componen la fresadora CNC.
3. Imprimir los planos mecánicos de cada componente con sus dimensiones correspondientes.
4. Fabricar cada una de las piezas de acuerdo a los planos mecánicos.



**Figura 2.** Piezas de aluminio maquinadas.

5. Ensamblar las piezas mecánicas y partes adquiridas (motores a pasos, baleros lineales cerrados y abiertos, barras calibradas, soportes de pared, tornillos con tuerca embalados de bolas recirculantes, etc.) para conformar los 3 ejes diferentes X, Y y Z que conforman la fresadora CNC.



**Figura 3.** Husillos con tuercas de bolas recirculantes, montados cada eje en barras calibradas de acero bonificado.



**Figura 4.** Baleros lineales cerrados con soporte de aleación de aluminio de alta resistencia.



**Figura 5.** Mesa de fresadora ensamblada.

6. Suministro y colocación de los cuatro motores a pasos de 300 onzas-pulgadas y de 1.8° por impulso.
7. Ensamblar la interfaz con tarjeta de control TB65603V2 con su correspondiente fuente de alimentación, para establecer la comunicación y control entre las partes mecánica y electrónica.



**Figura 6.** Tarjeta de control TB65603V2

8. Suministro y colocación de las terminales de conexión de 4 polos, así como también el puerto paralelo DB25.

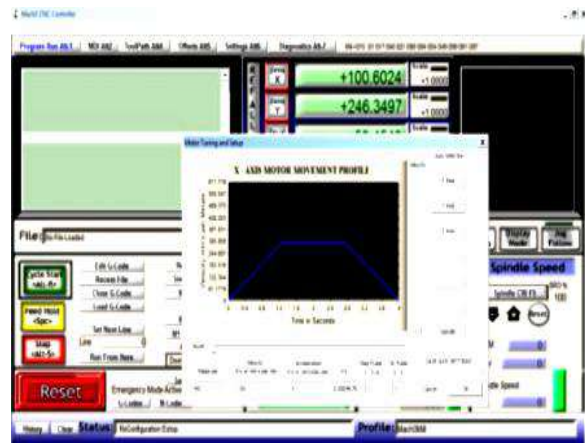


**Figura 7.** Gabinete de una computadora de escritorio, con conector del puerto paralelo DB25.

9. Configurar la PC con MACH 3MILL que es el programa que controlará la fresadora de acuerdo al manual proporcionado por el CNC México. Teniendo cuidado que la computadora cumpla con los requisitos que para tal fin se requieren. Windows XP profesional, trabajar a 32 bits y contar con puerto paralelo.



**Figura 8.** Fresadora CNC en estado funcional.



**Figura 9.** Instalación y configuración del software Mach3Mill

## Resultados

### Modo de encendido

1. Montar el cortador de 1/8” en la punta del router de la fresadora y apretar con la llave de boquilla hasta asegurarse que quedó bien sujeta la herramienta de corte
2. Encender el sistema en el siguiente orden
3. Encender la PC
4. Encender la interfaz de la fresadora
5. Cargar Mach3Mill dando clic en el icono



Figura 10. Icono del programa Mach3 Mill

6. Cargar el programa de manufactura desde la interfaz de Mach3 Mill dando clic en el icono

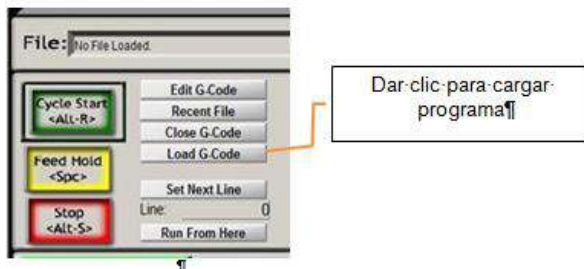


Figura 11. Indicación para cargar un programa desde la interfaz de Mach3 Mill

7. Encender el router desde la PC, dando clic en este botón o pulsando F5

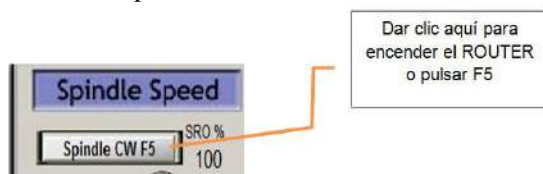


Figura 22. Indicación del encendido del Router desde la PC

8. Mover los ejes X, Y, Z Oprimiendo la tecla Tab



donde aparece la siguiente herramienta haciendo clic en cada uno de las flechas se moverá el cabezal de la fresadora en esa dirección, están deshabilitados 4+ y 4- , es decir el cuarto eje en el [Button Jog], aquí también podemos disminuir la velocidad de avance en el

[Slow Jog Rate] dando clic en las flechas correspondientes.

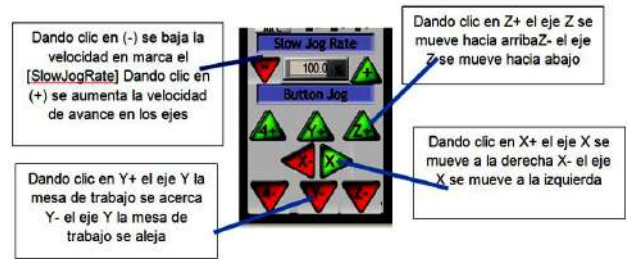


Figura 13. Indicador de movimiento de los ejes; X, Y y Z

9. En la interfaz del Mach3Mill dar clic en Zero X, Zero Y y Zero Z, una vez que se ha localizado el origen o cero pieza.



Figura 14. Indicador del origen de la pieza en la interfaz del Mach3Mill

10. Una vez establecido el cero pieza proceder a editar el programa para cambiar los parámetros S, F y profundidad de corte, desde la opción [Edit G-Code]

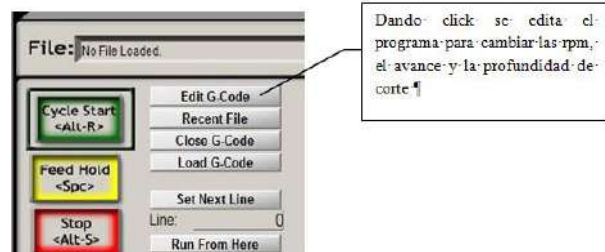


Figura 15. Indicador de cambio de parámetros S, F y profundidad

11. Guardar los cambios realizados al programa y dar clic en [CycleStart]

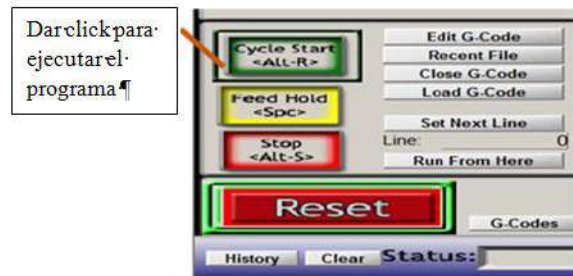


Figura 16. Guardado de cambios realizados en el programa



**Figura 17.** Prueba del funcionamiento de la máquina, con grabado en MDF.

### Conclusiones

Se concluye que básicamente, las fresadoras CNC son muy similares a las convencionales y poseen las mismas partes móviles, es decir, la mesa, el cabezal de corte (eje Z), el husillo y los carros de desplazamiento lateral (eje X) y transversal (Eje Y). Sin embargo, no presentan palancas ni manivelas para accionar estas partes móviles, sino una pantalla inserta en un panel repleto de controles y una caja metálica donde se alojan los componentes eléctricos y electrónicos que regulan el funcionamiento de motores destinados a efectuar el mismo trabajo que hacían las palancas y manivelas de las viejas máquinas. Entre estos componentes se encuentra el CNC, que es una computadora principalmente responsable de los movimientos de la fresadora a través del correspondiente software. La combinación de electrónica y motores o servomotores de accionamiento es capaz de lograr todas las operaciones de fresado posibles.

- Se contribuye a resolver las necesidades de equipamiento del laboratorio de ingeniería mecatrónica.
- Bajar costos en la adquisición de una fresadora CNC.
- Se logra que los alumnos de la carrera de Ingeniería Mecatrónica adquieran las competencias profesionales contenidas en sus planes de estudios.
- Se aprende a trabajar en equipo

La combinación de electrónica y motores o servomotores de accionamiento es capaz de lograr todas las operaciones de fresado posibles. Para el logro de las competencias profesionales la logística de funcionamiento fresadora CNC es el siguiente:



**Figura 18.** Secuencia lógica para la manufactura de una pieza

### Agradecimientos

Nuestro agradecimiento para el Jefe del Departamento de Metal - Mecánica y para el Jefe del Laboratorio de Ingeniería Mecatrónica por las facilidades brindadas para la realización del presente prototipo

### Autorización y Renuncia

El o los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

### Referencias

- 1) Krar, S., Oswald, J. (1988). Entrenamiento en el taller mecánico, Cuarta edición. México: McGraw Hill.
- 2) Navarro, I., (2012). Open CNC Manual de la tarjeta de control roja TB65603V2. México
- 3) Rioja, G., Sánchez, Á., Pérez, R., GIL, J. C. (1999). Manual de Mecánica industrial Maquinas y control numérico IV. España: Editorial Cultural
- 4) Shigley, J., Larry, D. M. (1990). Manual de Diseño Mecánico Tomo 1, Cuarta Edición. México: McGraw Hill.
- 5) Camprubi, A. (2007). Electroerosión. Fundamentos de la Física y la técnica. España: Marcombo.
- 6) Cabrera, O. (1996). La Robótica Pedagógica. Un vasto campo para la investigación y un nuevo enfoque para la academia. Soluciones avanzadas, 40, CEPAL\_CLADES.
- 7) Del Mar, A. (2006). Planificación de actividades didácticas para la enseñanza y aprendizaje de la

ciencia y tecnología a través de la robótica pedagógica con enfoque CTS. Caracas Venezuela: Universidad Católica Andrés Bello, Facultad de Humanidades y Educación.

- 8) <http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/fresadoras-cnc>

# MANDO Y MONITOREO DE CARGAS ELÉCTRICAS EN TIEMPO REAL

\*Victor Manuel Zenteno Jiménez<sup>1</sup>, Missael Cariño Hernández<sup>2</sup>, Jason Martínez Flores<sup>3</sup>,  
Osmar García Zanabria<sup>4</sup>, Alejandro Díaz Placido<sup>5</sup>.

**Resumen** —El presente artículo enuncia los resultados del desarrollo de un prototipo del control y monitoreo de cualquier carga eléctrica (bombas, ventiladores, iluminación interior-exterior, etc.) La idea surge con la finalidad de diseñar una herramienta de control donde el entorno debe ser sencillo y fácil manejo para cualquier usuario e incluso para personas sin ningún tipo de experiencia en temas del uso de nuevas tecnologías. Para ello se optó por tener la posibilidad de controlar cualquier carga eléctrica que no cuentan con un control de mando a larga distancia. El sistema tiene la posibilidad de vincularse por bluetooth por medio de un móvil en el cual se ejecuta una aplicación que mostrará botones que al presionarlos activan o desactivan cualquier carga, sin embargo, si no se contara con el móvil o el usuario no hace uso de él, se configura cualquier control remoto que ya no se use o se encuentre en uso (T.V., DVD, Estéreo, Servicio de paga, etc.) para realizar la misma acción; para el monitoreo de las cargas, es a través de una página de internet, dicha página muestra en tiempo real que cargas se encuentran encendidas o pagadas sin alterar los otros mandos que integran el sistema.

**Palabras Clave:** Control, Cargas, Monitoreo, Tiempo.

## Introducción

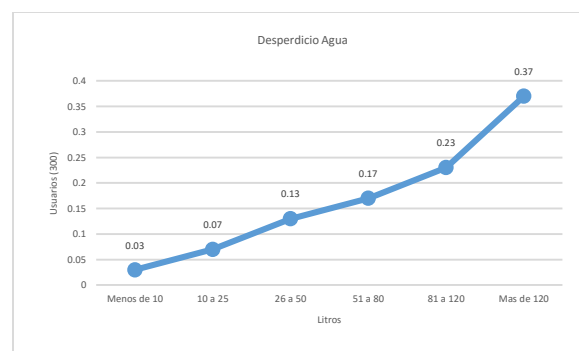
La integración de diferentes tecnologías para cualquier infraestructura ya sea hogar, instituciones, dependencias gubernamentales, hospitales, entre otros; conlleva a un cambio de innovación y adaptación que se vuelve inminente y por ende conlleva múltiples exigencias, y esto hay que tenerlo en cuenta a la hora de diseñar y construir, de igual manera ocurre con la distribución de electricidad o de agua; sin pensarlo se hace uso de la Domótica.

La Domótica es la integración de diferentes tecnologías presentes en el hogar, su principal objetivo es tener control y automatización de ellas, en las oficinas, escuelas, hogares, lugares públicos, etc. (Esteban, 2012). Gracias a estos sistemas se consigue satisfacer necesidades primordiales en el desarrollo de las actividades diarias como son el confort, bienestar y calidad de vida. (Moumtadi, 2014).

Las automatizaciones de estos equipos pueden contribuir a un ahorro de energía eléctrica y por otro lado tener un control más adecuado de ellos, los cuales se encuentran encendidos durante todo el día, ignorando si su uso es necesario o por descuido no se apagaron. (Ponsa P, 2009).

En el desarrollo de este proyecto se integraron tres formas diferentes para el control y monitoreo de

cualquier eléctrica, como el protocolo de bluetooth, señales infrarrojas y el protocolo TCP / IP para una página de internet, sin interferir y alterar la comunicación entre los tres medios. La página de internet se puede utilizar en una red de área local (LAN), sin necesidad de utilizar una red de área amplia (WAN) con acceso a internet, dicha página muestra en tiempo real que cargas se encuentran encendidas o pagadas, independientemente que control de mando las activo o desactivo.



**Figura 1.** Análisis de datos del desperdicio de agua de 300 habitantes, ITSAO, Acatlán de Osorio, Puebla, 2018.

<sup>1</sup> Estudiante de la carrera de Ingeniería en Electrónica en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, vic\_zj24@hotmail.com

<sup>2</sup> Estudiante de la carrera de Ingeniería en Electrónica en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, misa.carino.99.3@gmail.com

<sup>3</sup> Estudiante de la carrera de Ingeniería en Electrónica en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, Jason\_12\_98@hotmail.com

<sup>4</sup> Ingeniero Electrónico. Docente de la carrera de Ingeniería en Electrónica el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, ozanabria11@gmail.com

<sup>5</sup> Ingeniero Electrónico. Responsable del Laboratorio de la carrera de Ingeniería en Electrónica el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, allex607@gmail.com



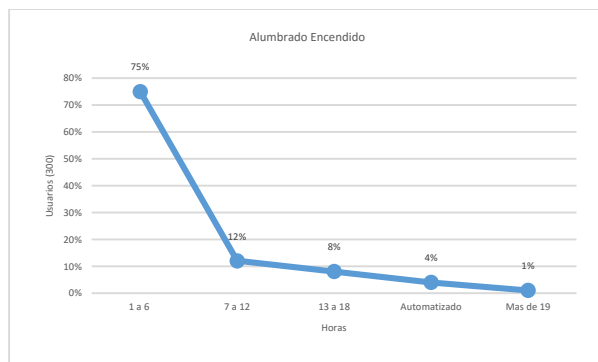
## Metodología

La automatización en la vivienda comienza a ser considerada como un elemento determinante de aquellos hogares que cuidan con especial detalle de la comodidad de las personas, basándose en las estructuras tradicionales elementos innovadores. Poco a poco, se están incorporando elementos como sensores de movimiento, sensores de inundación, termostatos con múltiples funciones, etc.

La presente investigación se está realizando en el Laboratorio de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, Puebla.

Se realizó un estudio inicial en la región de Acatlán de Osorio sobre los beneficios que tiene el uso de la domótica, a una población de 300 habitantes obteniendo una muestra de 16.66% donde presentaron interés en la adquisición de un sistema automatizado para mejorar un proceso que se realiza de manera diaria en forma manual; en base a esta demanda, se realizó un análisis, de acuerdo a los datos obtenidos se identificaron dos necesidades que la región mixteca desean automatizar, en la mayoría de los hogares cuentan con bomba de agua, donde hacen uso de ella aproximadamente veinte minutos dos veces a la semana, pero con un desperdicio de agua, en la figura 1 muestra un aproximado de los usuarios por descuidos u olvido no apagan la bomba a tiempo.

El 37% representan 111 habitantes donde desconoce la cantidad de agua que se desperdicia y el 3% están pendientes de apagar la bomba para evitar un derrame de agua en el contenedor. Otra de las necesidades identificadas es el descuido u olvido de no apagar su alumbrado exterior de sus hogares, en la figura 2 se muestra el tiempo estimado que los usuarios dejan encendido las lámparas en su hogar con un promedio de cuatro lámparas, que de igual manera por descuidos u olvido no las apagan y este desperdicio se realiza diario.



**Figura 2.** Tiempo estimado que los usuarios dejan encendido su alumbrado exterior, ITSAO, Acatlán de Osorio, Puebla. 2018.

Donde 75% (225 usuarios) generan un desperdicio de energía eléctrica, olvidando apagar su alumbrado exterior de su hogar ya sea de patio o marquesina con vista a la calle, el 4% tienen un dispositivo electrónico que el encendido y apagado es de manera automática. El proyecto no solo está diseñado para automatizar acciones que mejoran un quehacer diario, ya sea laboral, del hogar, de un servicio público, entre otros. Sino también para un uso general; donde puede ser instalado para el control de cualquier otra carga eléctrica por muy sencilla que sea.

### Investigación tecnológica:

La propuesta consiste en una solución técnica basada en las características que el usuario demanda, que pueden ser instalados en hogares, instituciones, dependencias gubernamentales, lugares públicos, etc. Así mismo dicho proyecto pretende cubrir las siguientes necesidades como son: bajo costo, instalación sencilla, facilidad de uso y ampliable. Por lo tanto, permitirá que las personas puedan encender y apagar cualquier carga de una manera más sencilla. De acuerdo a los datos obtenidos en el estudio las características de los usuarios quienes se ven beneficiados para el uso de este sistema son para personas de tercera edad y personas discapacitadas que no pueden estar en constante movimiento y tienen la necesidad de accionar diferentes cargas eléctricas, ofreciendo un sistema de soporte que mejore su calidad de vida.

Para el desarrollo y diseño de la aplicación (app) se hizo con la herramienta App Inventor. Donde el protocolo que se usa para la conexión es el bluetooth, donde cuenta con botones para la activación y desactivación, las cargas eléctricas, la cantidad de estos dependerá de cargas que el usuario desea manipular, en la figura 3 se muestra la interfaz.



**Figura 3.** Interfaz de la aplicación, ITSAO, Acatlán de Osorio, Puebla. 2018.

La comunicación del sistema con un dispositivo móvil es direccional ya que el bluetooth únicamente puede recibir un dato a la vez, es decir; que un usuario

únicamente podrá conectarse con el sistema, para que otro usuario pueda interactuar con el sistema el primer usuario debe desconectarse, este protocolo de comunicación es muy usado para personas que constantemente intercambian archivos o es usado para multimedia; por lo consiguiente existen personas que no están muy familiarizados con este protocolo, o no hacen uso de un móvil de una manera constante. Se incorporó un protocolo diferente y más usado como es el de infrarrojo, y a partir de un fotodiodo que contiene cualquier control remoto se puede activar la misma carga eléctrica, asignándoles una nueva tarea sin interferir en sus tareas originales para los que fueron creados, dependiendo la configuración ideal que el usuario desee, contribuyendo con la cultura del reciclaje o reutilización de controles remotos. En la figura 4 muestra el funcionamiento donde se comprobó la manipulación de tres cargas eléctricas utilizando un control remoto de T.V. que ya no se usaba.



**Figura 4.** Comprobación con señales infrarrojas., ITSAO, Acatlán de Osorio, Puebla. 2018.

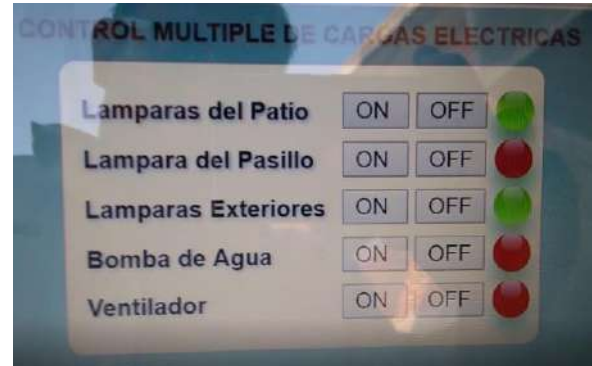
En la figura 5 muestra la activación de una bomba de agua por medio de un dispositivo móvil utilizando la APP, y desactivándola por medio del control remoto.



**Figura 5.** Interacción de dos protocolos de comunicación., ITSAO, Acatlán de Osorio, Puebla. 2018.

La innovación principal del proyecto es el monitoreo en tiempo real de que cargas eléctricas se encuentran encendidas o apagadas por medio de una página de internet, ignorando que control de mando la acciono ya

sea el dispositivo móvil, el control remoto o la misma página en la cual contiene botones y con simples clics se puede ejecutar la misma acción, en la figura 6 muestra que cargas eléctricas se encuentran encendidas; dicha página se puede tener acceso a ella con cualquier dispositivo que tenga la posibilidad de conectarse a una red de área local.



**Figura 6.** Monitoreo de las cargas eléctricas., ITSAO, Acatlán de Osorio, Puebla. 2018.

Para comprobar el funcionamiento con cargas reales de acuerdo a la demanda del usuario, en la figura 6 se muestran cinco cargas eléctricas de las cuales tres se encuentran apagadas y dos de ellas estas encendidas, en la figura 7 muestra la instalación del sistema en un hogar.



**Figura 7.** Instalación del sistema en un hogar., ITSAO, Acatlán de Osorio, Puebla. 2018.

## Resultados

Se identificaron propuestas que se han hecho y se están desarrollando en instituciones, empresas y aficionados; pero utilizado una única forma de manipulación, cabe recalcar que el funcionamiento del proyecto es multicontrol, es decir; la integración de tres formas diferentes de manipulación, estos distintos controles de mando trabajan de manera independiente, debido a que no alteran ninguna comunicación entre ellos, el propósito es diseñar una herramienta de control que permita encender y apagar diferentes cargas eléctricas dentro de una vivienda, empresa o

área determinada, por medio de un móvil, un control remoto o a través de una página de internet, facilitando algunas tareas a personas que por su condición física y/o salud y personas de tercera edad que no tienen la posibilidad de moverse en el área en que se encuentran, al mismo tiempo beneficiando la economía de los usuarios y contribuyendo a un ahorro energético, aplicando los conceptos fundamentales de la electrónica, y por otra parte tener un monitoreo en tiempo real de que cargas eléctricas se encuentran encendidas por medio de la página de internet.

A partir de esta propuesta se contribuye a la cultura del reciclaje o reutilización de controles remotos, ignorando si se encuentran en uso o si el dispositivo original ya no sirve y el control remoto queda olvidado; se le asigna una nueva tarea sin interferir en sus tareas originales para los que fueron creados. El consumo de energía eléctrica del todo el sistema es de 12 volts, 1 Amper y 15 Watts en corriente directa, cabe mencionar que se trabaja con artesanos locales de la región mixteca, ya que el embalaje del sistema es una estructura de manera artesanal; es decir contribuir a una reactivación del mercado de figuras de barro y evitando la creación de carcasas de plástico, metal o madera.

## Conclusiones

Existen muchas tecnologías diferentes por lo que hay que elegir el más adecuado y que mejor se adapte a nuestras necesidades, tomándolas en cuenta a la hora de diseñar y construir una vivienda. Con la implementación de un proyecto domótico, debe cumplir con los objetivos principales de confort y seguridad de los usuarios, ahorro y optimización de la energía que se utiliza, así como la correcta comunicación entre los dispositivos del sistema para garantizar su buen funcionamiento.

Se logro desarrollar un sistema de control y automatización que permite que el usuario maneje y monitoree en tiempo real el estado en que se encuentran las cargas eléctricas, el sistema es flexible tanto en hardware como en software, es decir, que se puede manipular cualquier carga que se desea con el control mando que el usuario requiera o sea más fácil su manejo. Una ventaja que presenta el sistema es que se puede personalizar y configurar de acuerdo a las necesidades del usuario, logrando un desarrollo tecnológico escalable donde puede ser implementado en hogares, instituciones, dependencias gubernamentales, lugares públicos, etc.

Uno de los problemas al que se ha enfrentado es la desconfianza que tiene la sociedad en adquirir productos locales, es una tradición o costumbre de comprar productos extranjeros por su costo bajo, ignorando que podrán contribuir al crecimiento económico a la región, el proyecto pretende generar

oportunidades de empleo y cambiar a un ambiente globalizado con burócratas ignorando el alcance que han mostrado por muchas instituciones o universidades nacionales, que no es necesario comprar tecnología extranjera ya que este país cuenta con los conocimientos necesarios para resolver sus problemas.

## Autorización y Renuncia

El o los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica Del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

## Referencias

- 1) Acosta K. (2008). Diseño e implementación de un prototipo de un simulador de control domótico para una vivienda mediante un sistema de comunicación vía SMS. Proyecto final de Carrera para obtener el grado de Ingeniero en Electrónica, en Sangolquí Ecuador.
- 2) Esteban M., P.; Enrique G., S. y C. Martínez D. (2012). Una implementación de un sistema de control domótico basada en servicios web, IV Workshop de Ingeniería de Software y Bases de Datos: 4-9, en Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
- 3) Hernández R. (2012). Tecnología domótica para el control de una vivienda. Proyecto final de Carrera para obtener el grado de Ingeniero Técnico en Telecomunicaciones, en Cartagena Colombia.
- 4) Moumtadi F.; Granados-Lovera F. y Delgado-Hernández J.C. (2014). Activación de funciones en edificios inteligentes utilizando comandos de voz desde dispositivos móviles. Ingeniería Investigación y Tecnología, volumen XV (número 2): 175-186.
- 5) Ponsa P.; Díaz M.; Manresa-Yee C. y Amante B. (2009). Diseño Ergonómico de Interfaz Gráfica y Uso de Interfaz de Manos Libres en Simulación de Tareas Domóticas, IX Congreso Internacional Interacción: 1-2, ilanova la Geltru, Barcelona, España.

# CIRCUITO ELECTRÓNICO SUSTENTABLE GENERADOR DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA Y PIEZOELÉCTRICA PARA ALIMENTACIÓN DE UN MOUSE INALÁMBRICO

*\*Thalia Guadalupe Reyes Estrada<sup>1</sup>, Mtro. Jeremías Bravo Tapia<sup>2</sup>, Evaristo Cruz Sebastián<sup>3</sup>,*

**Resumen**— El sistema que se desarrolla tiene un conjunto de elementos piezoeléctricos que generan energía eléctrica aprovechando los movimientos y clics generados por el usuario colocados estratégicamente en un guante y celdas solares para cargarse con la luz incidente sobre el guante, dicho dispositivo vendrá complementado con acondicionadores de voltaje y una batería de litio que garantizarán una mayor duración en su funcionamiento.

La metodología utilizada en el desarrollo de cada etapa del proceso es la relacionada con el desarrollo del hardware que es el modelo en V del ciclo de vida. La importancia del desarrollo de este proyecto se ha enfocado en el uso de energías limpias como la solar y la piezoeléctrica para reducir el consumo de baterías convencionales que provocan contaminación al medio ambiente al generar su propia energía para el funcionamiento del mouse; lo que provocará una reducción económica en la adquisición de baterías no recargables.

Se enfoca en atender las necesidades de personas que vivan en México en un rango de edad que oscile entre los 12 y 34 años, lo cual representa poco más del 20% de la población mexicana (aproximadamente 24 millones de personas).

**Palabras Clave:** Mouse autosustentable, celdas solares, piezoeléctrico.

## Introducción

El proyecto se enfocará en el uso de energías limpias gracias al uso de paneles solares y energía piezoeléctrica utilizada en la alimentación eléctrica de un mouse. También, se utilizará con la finalidad de disminuir el impacto ambiental producido por la energía eléctrica.

La energía piezoeléctrica es menos contaminante que la energía eólica, eléctrica y nuclear. Igualmente, la energía producida por los paneles solares es más eficiente y sustentable con el hábitat. Debido a que aprovecha los rayos solares de nuestro sistema solar.

En el ámbito del cuidado al medio ambiente, el proyecto será un producto sustentable que generara su propia energía eléctrica y reducirá su consumo en los hogares, escuelas, centros de trabajo, etc. además, ayudara a disminuir el uso de baterías desechables que contaminan el ecosistema, ya que el sistema electrónico que se diseñara para su funcionamiento utilizara baterías recargables, por ende, también disminuirá el gasto generado por la compra constante de baterías. En el ámbito de la salud humana, el diseño que se elaborará será un diseño ergonómico, que no provoque lesiones y se adapte a la biomecánica de la

mano humana. Actualmente existen diferentes tipos de mouse, los cuales utilizan baterías recargables alimentados con la corriente eléctrica, con energía de los puertos USB de las computadoras y con pilas. Estos generan altos gastos debido a que no son autosustentables.

Así mismo, el dispositivo ofrece la reducción en los gastos económicos para su sustentabilidad eléctrica ya que para su funcionabilidad hace uso de energías solar y energía piezoeléctrica, ofreciéndole al público un costo accesible para la adquisición del artefacto.

El objetivo general es desarrollar un sistema de alimentación con energía solar y elementos piezoeléctricos para un mouse mediante dispositivos electrónicos convirtiéndolo en modo autosustentable.

La energía solar y la piezoeléctrica son fuentes de energía limpia que al transformarse en energía eléctrica se tiene varias aplicaciones, en este caso se diseñó un sistema de alimentación para mouse que obtendrá su energía mediante celdas solares y elementos piezoeléctricos que se encargaran de dar energía al circuito electrónico del mouse.

<sup>1</sup> Estudiante de Ingeniería Electrónica en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio  
Thalia\_gre@hotmail.com

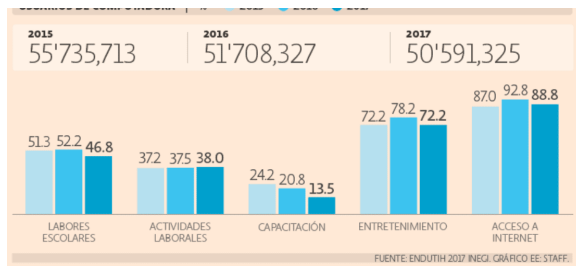
<sup>2</sup> Maestro en Ciencias Computacionales y Telecomunicaciones, Ingeniero Electrónico. Profesor Asociado "A" del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Acatlán de Osorio, jrmsbt@hotmail.com

<sup>3</sup> Estudiante de Ingeniería Electrónica en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio  
sagitarius\_es@hotmail.com

Se contribuye al desarrollo sustentable porque se evita el uso de baterías que generan contaminación y disminuye la inversión económica elevada en la adquisición de baterías, además el control de la operación del mouse es en forma inalámbrica con dispositivos electrónicos, técnica que facilita el desarrollo social de las personas que utilizan este tipo de tecnología con energías limpias.

En México el consumidor gasta 60 pesos por un paquete de pilas cada 2 meses que es el tiempo de vida de dicha pila en al año gastaría 360 pesos en 20 años son 7800 con el mouse ya comprado el valor en el mercado es de 250 un mouse. El producto MOUSE PIEZ-SOL cuesta 500 pesos no necesita batería tiempo de vida es 20 años.

El uso de ratones complementa y optimiza el funcionamiento de computadoras de escritorio y portátiles nuestro producto podrá atender y satisfacer en México a un mercado potencial de 42.4 millones de personas que cuentan con una computadora, de acuerdo con cifras proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en la figura 1 se muestran las gráficas correspondientes al estudio realizado.



**Figura 1.** Personas que utilizan computadoras en México, INEGI, 2017.

De acuerdo con la empresa Logitech en México el consumidor promedio gasta 60 pesos en accesorios del mis ratón en pilas cada dos meses que es lo que dura dicha en 1 años el consumidor gasta aproximadamente 360 en ellas lo cual implica que existe gran potencial en este rubro .la proyección para los próximos años de clientes potenciales es bastante prometedoras debido a la común y creciente necesidad de poseer una computadora por gente de todas las edades para que pueda realizar actividades escolares ,laborales de entretenimiento, etc. nos enfocaremos en atender al segmento de mercado que incluya el rango de edad.

Actualmente, existen una amplia variedad de ratones ópticos inalámbricos de las marcas Vorago, Logitech, Belkin, etc.; que usan como fuente de alimentación una batería de litio y pueden conectarse a una toma de

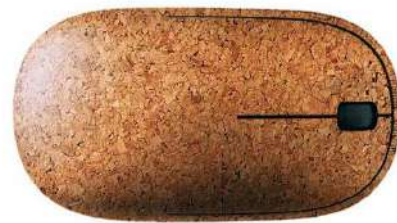
corriente o a un puerto USB para recargar su energía. Por otra parte, Chang Hsu Yang et. al. (2008) y Lee et al. (2006) desarrollaron patentes para ratones inalámbricos que se recargan a partir del efecto directo de materiales piezoeléctricos para generar electricidad. En ambas patentes, se utilizan baterías recargables como fuentes de almacenamiento y alimentación de los dispositivos.

Rohan Dev y Vinoth Kumar (2016) han desarrollado un sistema de carga automática de ratón inalámbrico, para superar el problema de reemplazo de la batería, utilizando 3 técnicas que son cargar la batería mediante carga inductiva, generador Dynamo/D.C y cristales piezoeléctricos, ha presentado una carga funcional, de bajo costo y baja complejidad de la batería del mouse.

En el año 2010 se fabricó un ratón inalámbrico ecológico diseñado por Adele Peters (2010), cuya carcasa está hecha con madera de corcho mezclada con plástico reciclado, utiliza la energía cinética generada por su propio movimiento para desplazar el puntero sobre la pantalla.

Uno de los 18 finalistas del año del Greener Gadgets Design Competition, está hecho de componentes de plástico reciclado y de corcho biodegradable. Utiliza energía cinética apoyándose de elementos piezoeléctricos para generar cada vez que se realiza un clic o al moverlos sobre el escritorio, incluso al mover la rueda se generan unos pocos watts.

En la figura 2 se muestra un ratón ecológico (Korky Mouse) creado por Adele Peters, también ha considerado la sustentabilidad del dispositivo desde un enfoque basado en sistemas; algo que nos encanta ver en el diseño industrial. Es decir, el suministro y montaje regional, la recuperación de los productos de recuperación y su reciclaje, y el desmontaje de datos será de fácil acceso para los centros de reciclaje.



**Figura 2.** Corky Mouse (Alimonda [www.sustentator.com](http://www.sustentator.com), 2010/06)

En la página web de energía verde se muestra un mouse especial que ha sido creado por la empresa Bondidea en el 2015, una compañía china, quien se ha mostrado preocupada y comprometida con el cuidado del planeta, y por dicha razón realizaron varias

investigaciones, estudios y pruebas hasta llegar a crear el mouse (Zarza, 2015) que cuenta con un panel solar, que se debe cargar, y puede utilizarse sin tener que utilizar electricidad adicional: sólo debemos cargar el mouse y después utilizarlo. Puede utilizarse tanto en ordenadores de escritorio como así también en laptops y notebooks.

Cabe mencionar que el precio de estos mouses especiales no es muy elevado, más aún si tenemos en cuenta la gran función con la cual cumplen. Además, el diseño de los mismos es bien delicado, y los mouses se ofrecen en varios colores distintos, en la figura 3 se muestran ratones de este tipo.



**Figura 3.** Mouse Bondidea (Zarza, [www.energiverde.com](http://www.energiverde.com), 2015)

En la página web de globemedia en el 2009 se describe que como seres humanos realizamos decenas de actividades diarias que requieren de movimiento y donde hay movimiento existe energía cinética, una de las actividades que realizamos con frecuencia es sentarnos frente a un ordenador y aunque parezca un trabajo que no requiere esfuerzo siempre se realizan movimientos; así es como Natalie Miklosic una diseñadora industrial realizó el desarrollo del Kinetic mouse que se muestra en la figura 4, un ratón inalámbrico que no requiere de baterías, ya que funciona gracias a la energía cinética producida cuando se utiliza. Lo que lo hace un concepto amigable con el medio ambiente ya que elimina el uso de las contaminantes de pilas y baterías.



**Figura 4.** Prototipo del Kinetic mouse (Kelly, [mx.globedia.com](http://mx.globedia.com), 2009).

## Metodología

De acuerdo a Maurice (2006), la metodología de investigación se refiere al conjunto de procedimientos racionales utilizados para alcanzar el objetivo o la

gama de objetivos que rige una investigación científica. En este trabajo se utilizó la metodología del modelo en V (Modelo en V del ciclo de vida).

El modelo en V de acuerdo con Perez, Berreteaga, Ruiz del Olmo, Urkidi, & Perez, lo definen con las siguientes etapas de desarrollo:

### *Definición de especificaciones (fase 1)*

Se deben definir y documentar los diferentes requisitos del sistema a desarrollar, identificando los valores numéricos más concretos posibles. En esta fase se expone la selección y la dimensión del circuito, su diseño, los componentes a utilizar y las funciones que tendrá dicho circuito

### *Diseño global (fase 2)*

También llamado diseño de alto nivel. Su objetivo es obtener un diseño y visión general del sistema.

### *Diseño en detalle (fase 3)*

Consiste en detallar cada bloque de la fase anterior. Posteriormente, tras a ver detallado la selección y dimensión del circuito, el diseño y el uso de los diferentes componentes se procedió a la simulación.

### *Implementación (fase 4)*

Es la fase en la que se materializa el diseño en detalle. En esta fase se llevaron a cabo diversas simulaciones con varios programas electrónicos los cuales fueron la base fundamental para estipular si dicho circuito realiza el funcionamiento esperado.

### *Test unitario (fase 5)*

En esta fase se verifica cada módulo de forma unitaria, comprobando su funcionamiento adecuado. Las pruebas realizadas en el laboratorio determinaron los resultados favorables esperados al poner en función el circuito, las cuales coincidieron correctamente con los obtenidos en la simulación.

### *Integración (fase 6)*

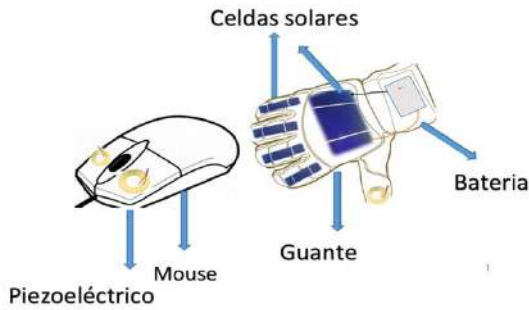
En esta fase se integran los distintos módulos que forman el sistema. Por una parte, se debe verificar el funcionamiento correcto del circuito electrónico, y en caso de que el circuito presente fallas, debe identificarse y corregir el fallo.

Las pruebas realizadas en el laboratorio fueron correctas y el funcionamiento del circuito es el adecuado, gracias a los resultados favorables se dio paso a realizar las pruebas finales, es decir el circuito se conectó a un mouse prediseñado, obteniendo como resultado el funcionamiento adecuado del mouse.

**Test operacional del sistema (fase 7)**

Se realizan las últimas pruebas, pero sobre un escenario real, en su ubicación final, anotando una vez más las pruebas realizadas y los resultados obtenidos.

Al terminar con las pruebas del circuito obteniendo resultados favorables, se procedió a la identificación de la propuesta a elaborar y a la propuesta de ensamble del circuito incluyendo el mouse como se muestra en la figura 5.



**Figura 5.** Propuesta del circuito generador de energía para el mouse.

**Selección y dimensionamiento del circuito.**

En la figura 6 se muestra el diagrama de bloques sobre como a través de un generador piezoeléctrico haciendo uso de la energía mecánica se obtiene energía limpia.

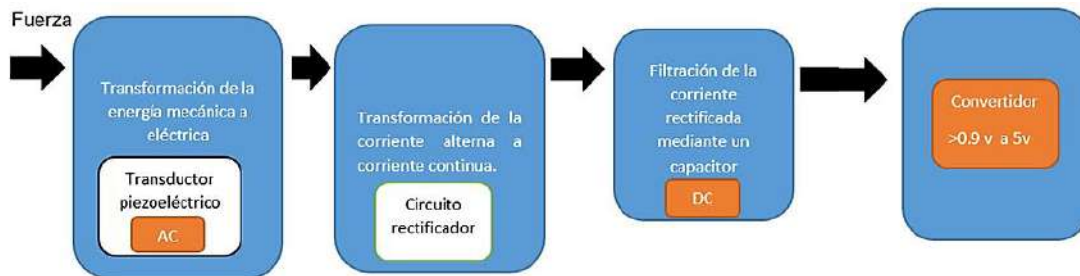
Los elementos piezoeléctricos al agregarles una fuerza consecutiva sobre su superficie generan corriente eléctrica alterna, pero para que su energía pueda ser aprovechada por un mouse electrónico se necesita el

apoyo del puente de diodos, circuito que transforma la corriente alterna generada por los elementos piezoeléctricos a energía directa.

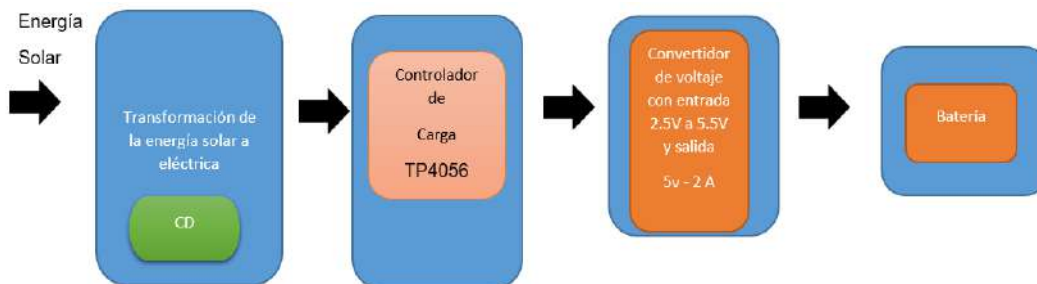
Posteriormente para lograr que la corriente se vuelva totalmente directa y sea aprovechada por los dispositivos consumidores de DC se utiliza un filtro, es decir un capacitor electrolítico o cerámico de aproximadamente unos 10V-100 microfaradios. De este modo se logra una corriente totalmente lineal. Por otra parte, debido a que la corriente generada por los elementos piezoeléctricos es muy baja se hace uso de un circuito elevador de voltaje de entrada 0.9 V - 5 V a 5V - 600mA el cual se conecta al regulador de la batería como se observa en la figura 7.

La energía solar será transformada en energía eléctrica mediante las celdas solares de 6v – 120mA cada una. Pero para que el voltaje otorgado por las celdas solares pueda alimentar a la batería de 3.7 voltios, se hace uso de un controlador de carga para baterías de Li-ion recargables modelo TP4056, y a dicho circuito se conecta la batería de Li-ion.

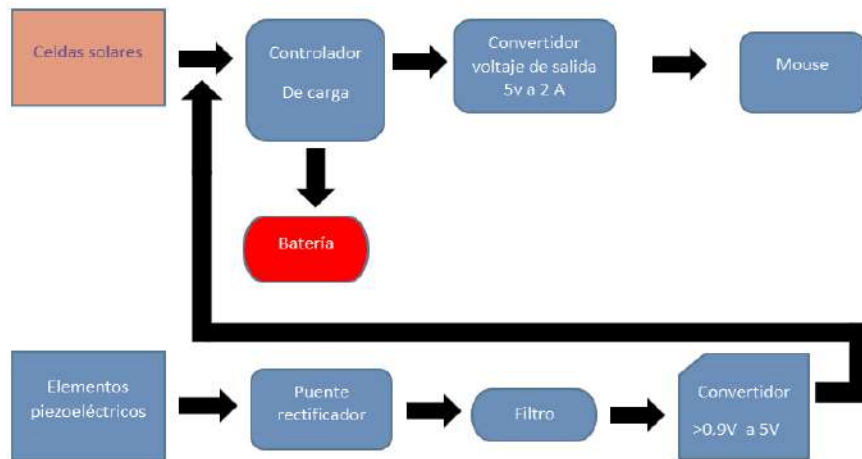
Posteriormente, para que no exista una caída de voltaje se utiliza el elevador de voltaje de entrada 2.5V a 5.5V y con una salida de 5V – 1A a 2A máximo, conectado al regulador de carga, para obtener los 5 voltios que necesita el mouse para funcionar. A continuación, en la figura 8 se muestra la estructura de cómo estará conectado el sistema electrónico de alimentación al mouse



**Figura 6.** Transformación de la energía mecánica a energía eléctrica



**Figura 7.** Diagrama de bloques respecto a la transformación de la energía solar a energía eléctrica.



**Figura 8.** Estructura de conexión del circuito electrónico cargador de baterías para un mouse

## Resultados

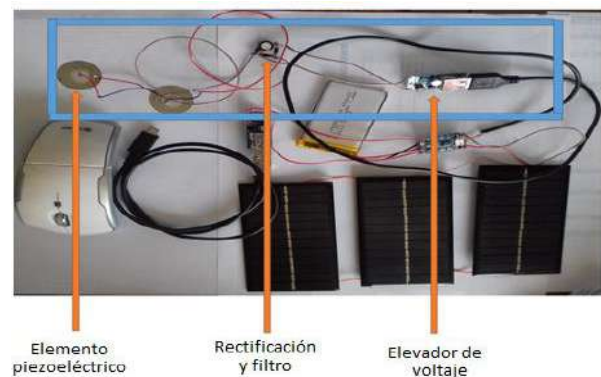
Las celdas solares de 6v-120mA alimentaran a la batería de 3.7 V-2 A del mouse, por otra parte, el controlador TP4056 se encargará de entregar solo 5 volts a la batería e igualmente al convertidor de >0.9 V a 5 v-1 A para que dicho convertidor haga funcionar al mouse. Los elementos piezoeléctricos producen voltaje al darle ligeros golpes, el voltaje aportado depende de la intensidad del golpe que se le dé a los elementos piezoeléctricos. Este voltaje al ser alterno será convertido a voltaje directo con la ayuda del puente rectificador, y posteriormente filtrado con un capacitor electrolítico.

El convertidor de voltaje de 0.9V a 5V-1A aumentara el otorgado por los elementos piezoeléctricos conectándose al controlador.

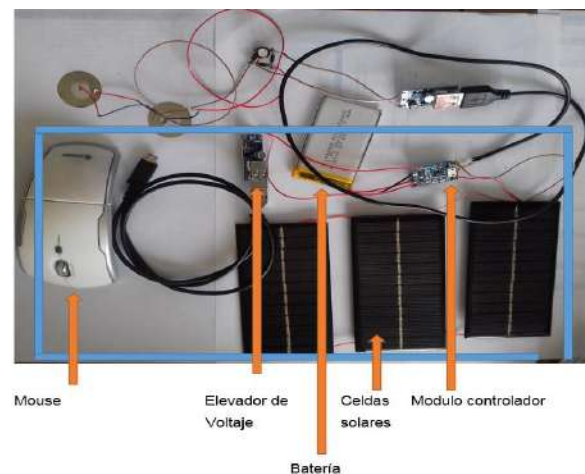
En la imagen 9, el recuadro azul se observa la transformación de la energía mecánica a energía eléctrica obtenida a través de los elementos piezoeléctricos con los elementos electrónicos complementarios.

En la figura 10, en el recuadro azul se muestra la transformación de la energía solar a energía eléctrica obtenida a través de las celdas solares en conjunto con sus respectivos elementos complementarios.

En la figura 11, se muestran los dos sistemas electrónicos para generar energías limpias tanto la obtenida por medio de la energía solar como la energía mecánica obtenida con los elementos piezoeléctricos. Las celdas solares mostradas no son las definitivas a ser utilizadas en el dispositivo.

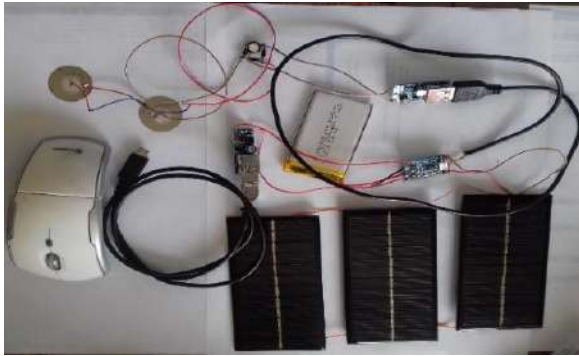


**Figura 9.** Transformación de la energía mecánica a energía eléctrica.



**Figura 10.** Transformación de la energía solar a energía eléctrica.





**Figura 11.** Pruebas del circuito para alimentación del mouse.

La propuesta final del producto terminado es una aplicación de las celdas solares, los piezoeléctricos y la ubicación para sus funcionamientos sobre un guante y el mismo mouse.

### Conclusiones

Se ha logrado desarrollar en primer parte un sistema de alimentación con energía solar y elementos piezoeléctricos para acoplarse con un mouse acondicionando el voltaje generado por medio de dispositivos electrónicos, logrando que el mouse sea autosustentable; al evitar la compra de baterías no recargables se contribuye a la reducción de emisión de residuos contaminantes al medio ambiente.

El aprovechamiento de la energía solar y energía piezoeléctrica son fuentes que crean energía limpia que al transformarse en energía eléctrica se acopla a varias aplicaciones, en este caso se diseña un sistema de alimentación para mouse que obtendrá su energía mediante celdas solares y elementos piezoeléctricos que se encargaran de dar energía al circuito electrónico del mouse.

Se contribuye de esta forma al desarrollo sustentable porque se evita el uso de baterías que generan contaminación y disminuye la inversión económica elevada en la adquisición de baterías, además el control de la operación del mouse es en forma inalámbrica con dispositivos electrónicos, técnica que facilita el desarrollo social de las personas que utilizan este tipo de tecnología con energías limpias.

La importancia del desarrollo de este proyecto se ha enfocado en el uso de energías limpias como la solar y la piezoeléctrica para reducir el consumo de baterías convencionales que provocan contaminación al medio ambiente al generar su propia energía para el funcionamiento del mouse; lo que provocará una reducción económica en la adquisición de baterías no recargables.

Además, la intención de este proyecto es fundar una empresa que se ubique en la ciudad de Acatlán de Osorio y se dedique al diseño y fabricación de dispositivos electrónicos que funcionen a partir de fuentes de energía no contaminantes y sean elaborados con materiales amigables con el medio ambiente.

### Autorización y Renuncia

El o los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

### Referencias

1. Dev, R. and Kumar, V. (2016). Automatic Charging Of Wireless Mouse. International Journal of Scientific Development and Research (IJSDR), (Volume 1, Issue 5), pp.63-67.
2. Duke, F. (2010). Mouse Inalámbrico Hacking Hardware. DraonJAR. Obtenido de <https://www.dragonjar.org/mouse-inalambrico-hacking-hardware.xhtml>
3. Hsu-Yang, ChangShuo-Heng, TsaiTia-Sheng, YangMing-Chiah Yeh (2008) Patente N°. US20080158157A1, United States, Patent Application Publication
4. INEGI. (20 de Febrero de 2018). Comunicado de Prensa. Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y uso de Tecnologías de la información en los Hogares INEGI. Obtenido de [http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/OtrTemEcon/ENDUTIH2018\\_02.pdf](http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/OtrTemEcon/ENDUTIH2018_02.pdf)
5. Informática moderna. (2008). Obtenido de informaticamoderna: [http://www.informaticamoderna.com/Raton\\_inalambrico.htm](http://www.informaticamoderna.com/Raton_inalambrico.htm)
6. Kelly. (17 de 07 de 2009). *mx.globedia.com*. Obtenido de <http://mx.globedia.com/raton-inalambrico-funciona-energia-produce-moverlo>
7. Lee Maggie y Yang Anthony (2006). Patente N°. CA2483313A1, Canadá.
8. Ozgur U, A. (2005). Materiales piezoeléctricos. Electroceramics for End. *planetalingpio.mec*. (2011). Obtenido de <http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/baterias.htm>
9. Zarza, G. (09 de 08 de 2015). *www.energiverde.com*. Obtenido de <http://www.energiverde.com/noticias/mouse-bondidea-un-invento-ecologico-muy-especial>

# ANÁLISIS ENERGÉTICO, DISEÑO, DIMENSIONAMIENTO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO EN LA EMPRESA VARMEX MATRIZ

*\*Israel Benjamín Arroyo Luna<sup>1</sup>, Norma Rosario Flores Rivera<sup>2</sup>, Esmeralda Sánchez Armas<sup>3</sup>,  
María Trinidad Salgado Olivares<sup>4</sup>, José Alberto Avendaño Muñoz<sup>5</sup>*

**Resumen** — El presente trabajo fue realizado con el fin de diseñar y analizar la viabilidad de un sistema fotovoltaico interconectado a red, la cual permita satisfacer el consumo energético de la empresa materiales Varmex teniendo una tarifa 02. Como primera instancia se elaboró el cálculo de un sistema fotovoltaico sin realizar adecuaciones en las instalaciones, teniendo como prioridad el precio, calidad y eficiencia de los paneles e inversores. Posteriormente se realizó el cambio de luminarias obsoletas y con baja eficiencia por luminarias tipo LED económicas, delgadas y con un precio relativamente bajo, además de corregir fallas los cuales provocaban el aumento del consumo de energía en algunos circuitos derivados. Por último, se realizó el cálculo del sistema fotovoltaico con las adecuaciones antes mencionadas, para poder hacer una comparativa entre ambos sistemas al igual que la disminución de costos inversión. Se observó que las energías renovables en Tehuacán son económicamente viables en relación a algunos estados como es el caso del Estado de México, Ciudad de México y Veracruz ya que hay mayor incidencia de radiación y por lo tanto mayor índice de producción de energía. Centrándonos en el proyecto al realizar adecuaciones en las instalaciones eléctricas, se obtuvo un ahorro del 13.1% ya que se disminuyen los precios de compra de material e instalación.

**Palabras Clave:** Sistema Fotovoltaico, Consumo energético, Luminaria LED, Instalaciones eléctricas.

## Introducción

El sol, la fuente de energía más grande que hasta ahora conoce la humanidad, cubre a nuestro planeta con suficiente energía para abastecer las demandas energéticas de todo el mundo por un año entero en tan sólo unas horas. La energía proveniente del sol, se denomina energía solar, aunque se conoce como radiación solar. La radiación solar, que recibe la tierra es del orden de 1,5 kilowatts (kW) por hora, esto se podría traducir en un suministro de energía capaz de soportar el consumo mundial. Ante estos datos, se podría decir que se dispone de una fuente de energía con un enorme potencial, además se trata de una energía renovable (Miguel Pareja, 2010).

Por ello es importante la obtención de energía a partir de las energías renovables ya que en la actualidad en México no existe un impuesto por obtención, al igual que la inversión de un sistema fotovoltaico genera una rentabilidad a 5 años teniendo una vida útil mínima de 20 años. El funcionamiento de una instalación fotovoltaica conectada a la red de distribución es sencillo, la energía es captada a través de los módulos fotovoltaicos y es convertida a los valores de la red

eléctrica por medio del inversor, para ser conectada a la red eléctrica.

Teniendo en cuenta la geografía y clima de México, se tiene que nuestro país es uno de los 5 países donde es viable invertir en energía fotovoltaica ya que el promedio de radiación global diaria es mayor a 4.8 kWh/m<sup>2</sup> dependiendo de estado de la república, en Tehuacán la radiación solar global diaria es de 5.91 kWh/m<sup>2</sup> pudiendo generar más energía con un menor número de paneles solares.

El desarrollo del presente proyecto se realizó en la empresa de materiales para la construcción Varmex que presenta un pago excesivo de luz eléctrica (Tarifa 02 baja tensión), manteniéndose en el escalón excedente durante todos los bimestres dicho escalón es el de más alto costo, esto es provocado por el uso de tecnología obsoleta como es el caso de luminarias fluorescentes, computadoras de escritorio y televisiones de alto consumo, además de elementos como bomba de agua y refrigerador.

Por lo cual es necesario implementar nuevas tecnologías para poder reducir el consumo energético al igual que adecuar las instalaciones para evitar las fugas de falla a tierra.

<sup>1</sup> Maestro en Energías Renovables, Docente del área de Energías Renovables, Universidad Tecnológica de Tehuacán benjamín.arroyo@uttehuacan.edu.mx

<sup>2</sup> Maestro en Energías Renovables, Docente del área de Energías Renovables, Universidad Tecnológica de Tehuacán norma.flores@uttehuacan.edu.mx

<sup>3</sup> Maestro en Energías Renovables, Docente del área de Energías Renovables, Universidad Tecnológica de Tehuacán esmeralda.sanchez@uttehuacan.edu.mx

<sup>4</sup> Técnico Superior Universitario en Energías Renovables, Universidad Tecnológica de Tehuacán. trinidad.salgado@alumno.uttehuacan.edu.mx

<sup>5</sup> Técnico Superior Universitario en Energías Renovables, Universidad Tecnológica de Tehuacán. josealberto.avendano@alumno.uttehuacan.edu.mx

La reducción del consumo eléctrico en la empresa Materiales Varmex es de suma importancia ya que la tarifa 02 no presenta ningún apoyo gubernamental. Como primera prioridad se tiene el cambio de tecnología basada en iluminación LED, y como segunda instancia se propone un sistema fotovoltaico interconectado a red para reducir el consumo de energía y por lo tanto reducir el costo en el pago de las facturas a CFE.

Para la realización de este proyecto se llevaron a cabo las siguientes acciones:

- Inspeccionar la instalación eléctrica.
- Seleccionar las luminarias óptimas para remplazar las ya existentes.
- Realizar cambio de luminarias.
- Proponer un sistema fotovoltaico.
- Buscar proveedores para el sistema fotovoltaico.
- Análisis costo beneficio del sistema fotovoltaico.
- Gestionar los trámites ante Comisión Federal de Electricidad
- Instalar el sistema fotovoltaico.

A partir del cambio de luminarias en la empresa materiales Varmex se reduce a un consumo mínimo de 3.5 kWh diarios representando un ahorro bimestral de \$650.

### Metodología

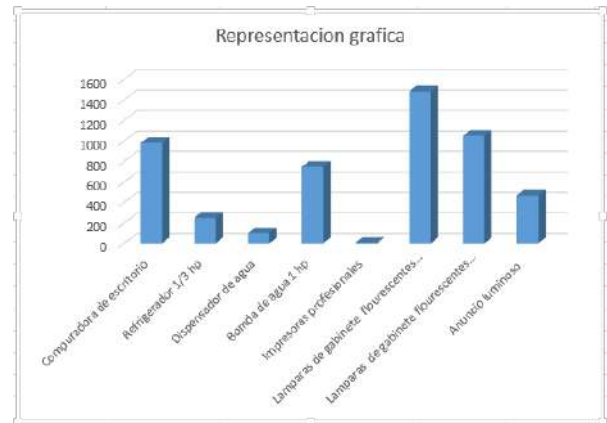
Se inició por realizar un cuadro comparativo de potencias el cual tiene como objetivo saber que aparatos consumen más energía eléctrica y realizar observaciones a cada una. Como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1.** Cargas instaladas en la empresa materiales Varmex

Descripción	Potencia (Watts)	Descripción	Potencia (Watts)
Computadora de escritorio	245	4	980
Refrigerador 1/3 hp	249	1	249
Dispensador de agua	100	1	100
Bomba de agua 1 hp	746	1	746
Impresoras profesionales	2.5	2	5
Lámparas de gabinete fluorescente 2x39	78	19	1482
Lámparas de gabinete fluorescentes 1x75	75	14	1050
Anuncio luminoso	468	1	468
		<b>Total:</b>	<b>5080</b>

Como podemos visualizar en la Figura de 1 las lámparas son las que representan un mayor consumo

de potencia instantáneo por lo cual se realizara un cambio de las mismas



**Figura 1.** Representacion grafica de consumo de cargas de la empresa Varmex.

Se realizó la primera propuesta para realizar un análisis de costos que tendría la instalación fotovoltaica sin sufrir adecuaciones en las instalaciones eléctricas, para posteriormente presentar una comparativa con una instalación con un sistema fotovoltaico con el remplazamiento de luminarias.

Para este punto se realizará el cálculo de pérdidas por inclinación, radiación promedio mensual, cálculo de paneles e inversor.

Para realizar este cálculo se tomó en cuenta la latitud del lugar que es de 18.5 y el azimut que es de 5° ya que el edificio donde se montara el sistema no tiene un buen posicionamiento norte-sur.

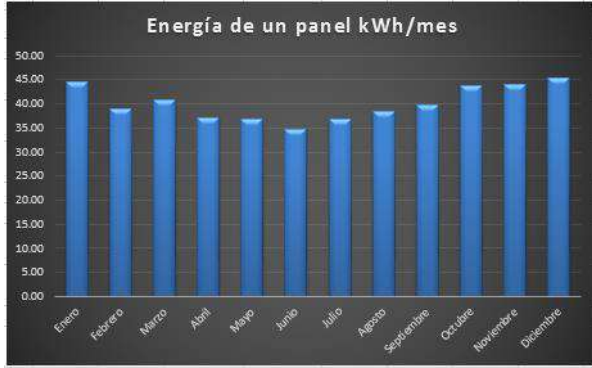
$$Perdidas (\%) = 100[1.2 \times 10^{-4} * (\beta - \beta_{opt})^2 + 3.5 \times 10^{-5} * a^2]$$

$$Perdidas (\%) = 100[1.2 \times 10^{-4} * (19 - 18.5)^2 + 3.5 \times 10^{-5} * 5^2]$$

$$Perdidas = 0.0905\%$$

Este cálculo nos dice que el panel teniendo un error de 1° de inclinación erróneo tendrá una pérdida por cada panel de 0.095%

Como se muestra en la Figura 2 Energía de un panel kWh/mes, la potencia generada mínima es de 35 kWh/mes mientras que la máxima es de 45 kWh/mes, estos datos nos ayudarán a calcular el número de paneles de acuerdo a un historial de consumo de 1 años.



**Figura 2.** Representación gráfica de energía producida por mes.

Para el cálculo del número de paneles solares se tomó en cuenta la energía producida por un panel en cada mes y la energía consumida en un año obtenida de los recibos de luz eléctrica proporcionados por Comisión Federal de Electricidad.

$$Np = \frac{\text{Energía consumida en un año (kWh)}}{\text{Energía generada por un panel al año(kWh)} * 0.95}$$

$$Np = \frac{6759}{481.26} * 0.95 = 13.34 \approx 14 \text{ paneles}$$

Para la selección del panel fotovoltaico e inversor se tomó como referencia las hojas técnicas proporcionadas por el fabricante. Con base a un análisis se seleccionó el Panel solar Canadian como se muestra en la tabla 2 y el Inversor Kaco como se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 2.** Características panel solar Canadian solar 270 W

Panel solar Canadian solar 270W	
Especificaciones	Características
Potencia nominal máxima (P <sub>MAX</sub> )	270 W
Voltaje de operación óptimo (V <sub>MP</sub> )	30.8 V
Corriente de operación óptimo (I <sub>MP</sub> )	8.75 A
Voltaje de circuito abierto (V <sub>OC</sub> )	37.9 V
Corriente de corto circuito	9.32
Temperatura de operación	-40°C - +85°C

**Tabla 3.** Características Inversor Kaco 4 kW

Inversor Kaco 4.0 LT 4 kW	
Especificaciones	Características
Tensión de entrada máxima de CC	600 V
Potencia pico máxima (MPP)	185 V- 510 V
Rango de servicio de CC (VCC)	125 V- 550 V
Tensión de inicio máxima de CC (VCC)	150
Corriente de servicio máxima de CC por canal (ADC)	2 x 11 A 1 x 13.2 A

Tensión máxima en el punto de máxima potencia.

$$V(a 0^\circ C) = Vmp + \frac{\beta * Vmp}{100} * (Tmin - 25)$$

$$V(a 0^\circ C) = 30.8V + \frac{-0.4049 * 30.8 V}{100} * (0 - 25)$$

$$V(a 0^\circ C) = 33.91773 V$$

Tensión mínima en el punto de máxima potencia.

$$V(a 70^\circ C) = Vmp + \frac{\beta * Vmp}{100} * (Tmax - 25)$$

$$V(a 70^\circ C) = 30.8V + \frac{-0.4049 * 30.8 V}{100} * (70 - 25)$$

$$V(a 70^\circ C) = 25.188086 V$$

Tensión máxima en circuito abierto

$$V(a 0^\circ C) = Voc + \frac{\beta * Voc}{100} * (Tmin - 25)$$

$$V(a 0^\circ C) = 37.9 V + \frac{-0.4049 * 37.9 V}{100} * (0 - 25)$$

$$V(a 0^\circ C) = 41.7364275 V$$

Intensidad de corto circuito máxima

$$I scm = Isc * 1.25$$

$$I scm = 9.32 A * 1.25$$

$$I scm = 11.65 A$$

Calculando estos valores por el número de paneles se obtiene:

$$Voc \text{ de } Tmin = 41.74 V * 14 \text{ paneles} = 584.36 V$$

$$V \text{ pmp de } Tmax = 33.92V * 14 \text{ paneles} = 474.88 V$$

$$V \text{ pmp de } Tmin = 25.19 V * 14 \text{ paneles} = 352.66 V$$

Con estos datos podemos concluir que el inversor seleccionado es el óptimo por lo siguiente

$$Vmax \text{ de entrada} > Voc = 600 V > 584.36V$$

El V pmp de Tmin y Tmax se encuentra dentro del rango de operación del inversor se encuentra entre los 185 V-550 V

La corriente de circuito máximo no rebaza la corriente de entrada del inversor.

$$I \text{ entrada del inversor} > ISCMAX = 13.6 A > 11.65$$

Los materiales para la instalación fotovoltaica se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 2.** Materiales para la primera propuesta SFV

Cantidad	Descripción	Precio unitario USD	Subtotal USD
14	Panel solar Canadian solar	\$ 159.73	\$ 2,236.25
1	Inversor solar Kaco 4.0	\$ 1102.00	\$ 1102.00
1	Conector MC4 6.5 Paquete 10 piezas	\$ 17.24	\$ 17.24
1	Cable 12 AWG Negro (100 mts)	\$ 96.18	\$ 96.18
<b>Total USD:</b>			<b>\$ 3,451.67</b>
<b>Total MXN=</b>			<b>\$ 72,485.07</b>

Para realizar el retorno de la inversión se toman en cuenta dos factores el total a pagar sin/con una

Bimestres futuros	15 DIC 16 AL 15 FEB 17	15 FEB 17 AL 15 ABR 17	15 ABR 17 AL 15 JUN 17	15 JUN 17 AL 15 AGO 17	15 AGO 17 AL 14 OCT 17	14 OCT 17 AL 15 DIC 17
Consumos futuros kwh/bimestre	1,133	1,175	1,248	999	1,110	1,094
Energía de un panel kWh/bimes	90.14	79.64	73.88	71.58	78.14	87.88
N° de módulos aprox	13.3					
N° de módulos	14					
Energía de 14 módulos en kWh/bimestre	1,262	1,115	1,034	1,002	1,094	1,230
Consumos futuros kwh/bimestre con PV	-129	60	214	-3	16	-136
Banco de energía	-129	-129	-69	0	-224	-360
Pago real a comisión kWh/bimestre	0	0	145	0	0	0
1° Escalón (100 kWh/bim)	\$ 2.402	\$ 2.418	\$ 2.434	\$ 2.451	\$ 2.467	\$ 2.484
2° Escalón (100 kWh/bim)	\$ 2.896	\$ 2.916	\$ 2.935	\$ 2.955	\$ 2.975	\$ 2.995
Excedente	\$ 3.192	\$ 3.214	\$ 3.235	\$ 3.257	\$ 3.279	\$ 3.301
Cargo fijo	\$ 62.476	\$ 62.894	\$ 63.316	\$ 63.740	\$ 64.167	\$ 64.597
Pago por energía	\$ 124.952	\$ 125.789	\$ 370.060	\$ 127.480	\$ 128.334	\$ 129.194
IVA	\$ 19.992	\$ 20.126	\$ 59.210	\$ 20.397	\$ 20.533	\$ 20.671
DAP	\$ 8.122	\$ 8.176	\$ 24.054	\$ 8.286	\$ 8.342	\$ 8.398
<b>Total a pagar con PV</b>	<b>\$ 153.066</b>	<b>\$ 154.091</b>	<b>\$ 453.323</b>	<b>\$ 156.163</b>	<b>\$ 157.209</b>	<b>\$ 158.263</b>
<b>Total a pagar sin PV</b>	<b>\$ 4,450.600</b>	<b>\$ 4,645.761</b>	<b>\$ 4,966.192</b>	<b>\$ 4,006.048</b>	<b>\$ 4,478.704</b>	<b>\$ 4,444.019</b>

**Tabla 5.** Calculadora total a pagar sin/con un SFV.

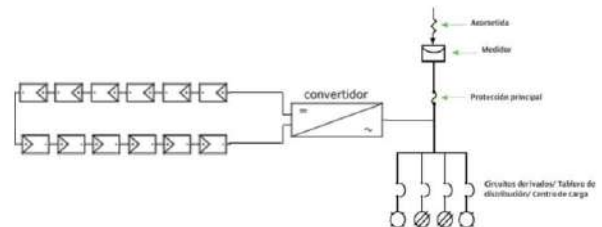
Para este sistema se conectará una rama de 12 paneles conectados en serie con un inversor fotovoltaico de 3.1 kW.

instalación fotovoltaica. Añadiendo un aumento de la tarifa eléctrica de 0.067%. Como se muestra en la tabla 5.

Teniendo en cuenta la gráfica anterior el ahorro con el sistema fotovoltaico sería de \$25,759.21 pagando por el sistema fotovoltaico \$ 72,485.07 para ello se elaboró esta tabla teniendo en cuenta una pérdida del SFV del 1% y un incremento en la tarifa eléctrica del 0.067% se obtiene el siguiente recuadro.



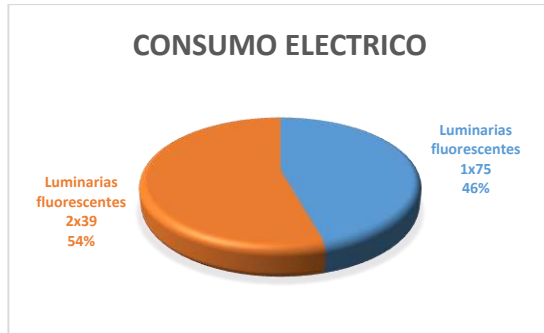
**Figura 3.** Representación gráfica de comparativa a pagar.



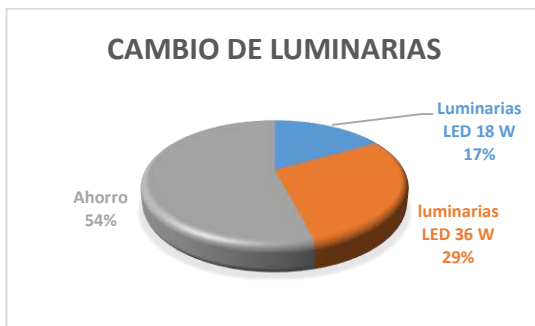
**Figura 4.** Diagrama de la conexión del sistema segunda presupuesta.

## Resultados

Se logró reducir 3.5 kW en el consumo eléctrico de la empresa materiales Varmex cambiando luminarias obsoletas por luminarias tipo LED, representando un ahorro de 54%, que equivale a \$650 bimestrales.



**Figura 5.** Consumo eléctrico



**Figura 6.** Cambio de luminarias

El cambio de luminarias también ayudó directamente a comprar un sistema fotovoltaico de menor potencia al del inicio, ya que el ahorro que se generó en un bimestre era de 210 kW, como resultado se omitieron 2 paneles fotovoltaicos de 270 W con un costo de unitario de \$3354.33 y un inversor de 3.1 kW teniendo este n ahorro de \$2606.52. Obteniendo un ahorro total de \$9315.18



**Figura 7.** Sistema instalado de 12 paneles Canadian solar de 270 W.



**Figura 8.** Instalación del Inversor marca KAKO de 3.0 kW dentro del sistema.

## Conclusiones

Se realizó de manera satisfactoria el análisis energético, diseño, dimensionamiento e instalación de un sistema fotovoltaico en la empresa Varmex matriz, la cual se obtuvo la reducción del consumo eléctrico a el escalón básico, es decir, el más barato en dicha tarifa.

## Autorización y Renuncia

El o los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

## Referencias

1. Reguera, A. (2008). Metodología de la investigación lingüística: prácticas de escritura. Argentina: Brujas.
2. Castillo-Sánchez, M. (2004). Guía para la formulación de proyectos de investigación. Colombia: Magisterio.
3. Pareja-Aparicio, M. (2010). Radiación solar y su aprovechamiento energético. Barcelona, España: Marcombo Ediciones Técnicas.
4. Entrena-González, F. J. (2013). Determinación del potencial solar. Málaga, ES: IC Editorial.

5. Bayod-Rújula, Á. A. (2009). Energías renovables: sistemas fotovoltaicos. Zaragoza, España: Prensas de la Universidad de Zaragoza
6. Tobajas, M. C. (2012). Instalaciones solares fotovoltaicas. Barcelona: Cano Pina.
7. Innovación y Cualificación, S.L. (2012). Guía para el docente y solucionarios: montaje y mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas. Málaga: IC Editorial.
8. L. H. L. M. E. (2011). Montaje eléctrico y electrónico en instalaciones solares fotovoltaicas (UF0153). Málaga, ES: IC Editorial.
9. Cruz, G. J. M. D. L. y Cruz, G. F. D. L. (2009). Guía de mantenimiento en instalaciones fotovoltaicas. Barcelona, ES: Ediciones Experiencia.
10. Elías-Castells, X. Energías renovables. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2012.

# DISEÑO DE UNA RUTA DE TRANSPORTE POR MEDIO DE PROGRAMACIÓN DINÁMICA PARA UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE SILLAS DE PLÁSTICO PARA FIESTAS

*\*Jennifer Escobar Aguilar<sup>1</sup>, Yair Romero Romero<sup>2</sup>, José Antonio Paredes Castañeda<sup>3</sup>, Iván Araoz Baltazar<sup>4</sup>, Samuel Albero Eduardo Martínez Aquino<sup>5</sup>*

**Resumen**— La investigación abordada en este artículo se desarrolló en la empresa TOY, la cual busca minimizar sus costos por medio del estudio y optimización de sus rutas de transporte. Para resolver dicha problemática se utilizó Programación Dinámica, específicamente el método de Costo Mínimo. La ruta óptima para transportar nuestros productos es Tehuacán - Puebla- Poza Rica- Tampico; La cual nos representa un ahorro anual de \$51,072 pesos con este ahorro se mantiene la competitividad de la empresa.

**Palabras clave:** Transporte, programación dinámica, minimización de costos, distribución.

## Introducción

En el contexto actual, las actividades logísticas se están desarrollando cada vez en un entorno más competitivo (Ballesteros, 2008), por esta razón, las empresas estudian minimizar sus costos, principalmente sus costos de transporte (Romero, 2012). El transporte es el responsable de mover los productos, entre empresas y clientes que se encuentran dispersos geográficamente, y agrega valor a los productos transportados. (Logistec, 2012). Como transportar productos hasta el cliente es una necesidad las compañías buscan formas de hacer que los procesos logísticos sean más rápidos, fiables, flexibles, pero sobre todo menos costosos, esto ultimo contribuyendo a la competitividad empresarial con la reducción de los costos (Ballesteros, 2008). Algunas estadísticas nos mencionan que en la actualidad, los costos logísticos representan entre 18% y 35% del valor del producto final. (BID,2013) y de acuerdo al estudio “Logistics Cost and Service” de la firma consultora especializada en logística Establish Inc., nos menciona que cerca del 49% del costo logístico de una empresa es asignado al transporte, y en el corto plazo no se prevé que este porcentaje disminuya en vista de los incrementos en los combustibles. (T21, 2013)

Tomando en cuenta lo anterior la empresa Toy, donde se desarrolla la presente investigación está ubicada en la calle Miguel Hidalgo de la colonia Poblado el Riego, en la ciudad de Tehuacán Puebla, es una empresa dedicada producción de sillas de plástico para fiestas.

Teniendo una producción de 2500 sillas semanales, cuenta con clientes en diferentes puntos del país como son: Puebla (ubicados en el Parque industrial 5 de mayo con dirección en Calle 23 norte, colonia La Loma), Orizaba (ubicado en el Parque Industrial Valle, en Av. de las Artes colonia Cidosa), Poza Rica (Cedi ubicado en calle Cuba 132, colonia 27 de Septiembre) Teziutlan (Cedi calle Diaz Miron, colonia centro) y en Ciudad Valles (Cedi en calle reforma, colonia Las Lomas). La problemática que se presenta es debido a que TOY requiere saber cuál es la ruta que minimice el costo para satisfacer a su nuevo cliente, ubicado en la ciudad de Tampico Tamaulipas con dirección en calle Altamira, Colonia Miramar en la zona industrial. Para esto se han considerado las posibles rutas tomando en cuenta que su nuevo cliente puede ser suministrado desde alguno de sus dos Cedis que están ubicados en la ciudad de Puebla y en la ciudad de Orizaba

Para abordar dicha problemática se tuvieron que estimar algunos costos que interfieren con el transporte como son: depreciación del transporte, peaje y consumo de combustibles (obtenidos mediante datos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes SCT), sueldo y viáticos del chofer. De acuerdo a las rutas de origen a destino. Como se muestra en la Tabla 1.

<sup>1</sup> Estudiante de Ingeniería en Logística en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, fer\_tory\_47@hotmail.com

<sup>2</sup> Doctor en Logística y Dirección de la Cadena de Suministro, Docente en la licenciatura de Ingeniería en Logística y en el programa de Maestría en Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, yair.romero@correo.buap.com

<sup>3</sup> Ingeniero Mecatrónica y jefe del Departamento de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de Tehuacán

<sup>4</sup> Maestro en Ciencias en Ingeniería Industrial y docente en el programa de Maestría de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de Tehuacán

<sup>5</sup> Ingeniero Civil. Docente del área de Ingeniería Civil en el Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de Tehuacán. aquino@gmail.com.mx



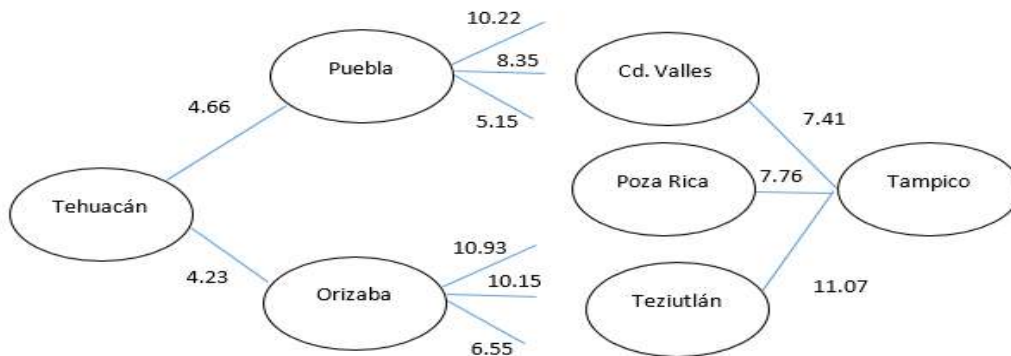
**Tabla 1.** Estimación de costos de transporte por ruta.

<b>Tehuacán a Puebla</b> Casetas: \$219.00 Combustible: \$1,146.36 (271.94 km recorridos) Viáticos: \$500.00 Costo del camión: \$ 1,384.17 <b>Total: \$ 3,265.42</b> <b>Costo por unidad: \$4.66</b>	<b>Tehuacán a Orizaba:</b> Casetas: \$354.00 Combustible: \$955.90 (226.73km recorridos) Viáticos: \$500.00 Costo del camión: \$ 1154.06 <b>Total: \$ 2,963.96</b> <b>Costo por unidad: \$4.23</b>	<b>Puebla a Ciudad valles:</b> Casetas: \$677.00 Combustible: \$4,595 (1,090.9 km recorridos) Viáticos: \$500.00 Costo del camión: \$ 1,384.17 <b>Total: \$ 7,156.1</b> <b>Costo por unidad: \$10.22</b>	<b>Puebla A Poza rica:</b> Casetas: \$64.00 Combustible: \$2,392.88 (567.61 km recorridos) Viáticos: \$500.00 Costo del camión: \$ 2,889.13 <b>Total: \$ 5,846</b> <b>Costo por unidad: \$8.35</b>
<b>Puebla a Teziutlán:</b> Casetas: \$405.00 Combustible: \$1,221.67 (289.79 km recorridos) Viáticos: \$500.00 Costo del camión: \$ 1,475.03 <b>Total: \$ 3,601.70</b> <b>Costo por unidad: \$5.15</b>	<b>Orizaba Poza Rica:</b> Casetas: \$78.00 Combustible: \$2,955.91 (701.19 km recorridos) Viáticos: \$500.00 <b>Total: \$ 7,102</b> <b>Costo por unidad: \$10.15</b>	<b>Orizaba a Ciudad Valles:</b> Casetas: \$156.00 Combustible: \$5,447 (1292.11 km recorridos) Viáticos: \$500.00 Costo del camión: \$ 1,547 <b>Total: \$ 7,650</b> <b>Costo por unidad: \$10.93</b>	<b>Orizaba a Teziutlán</b> Casetas: \$137.00 Combustible: \$1,786.97 (423.88 km recorridos) Viáticos: \$500.00 Costo del camión: \$ 2,157.55 <b>Total: \$ 4,581.52</b> <b>Costo por unidad: \$6.55</b>
<b>Teziutlán a Tampico:</b> Casetas: \$160.00 Combustible: \$3,210.67 (761.64 km recorridos) Viáticos: \$500.00 Costo del camión: \$ 3,876.75 <b>Total: \$7,747.42</b> <b>Costo por unidad: \$11.07</b>	<b>Poza Rica a Tampico:</b> Casetas: \$160.00 Combustible: \$2,163.15 (513.12 km recorridos) Viáticos: \$500.00 Costo del camión: \$ 2,611.78 <b>Total: \$ 5,434.93</b> <b>Costo por unidad: \$7.76</b>	<b>Ciudad Valles a Tampico:</b> Casetas: \$0.00 Combustible: \$2,124.83 (504 km recorridos) Viáticos: \$500.00 Costo del camión: \$ 2,565.36 <b>Total: \$ 5,190.19</b> <b>Costo por unidad: \$7.41</b>	

Partiendo de la ciudad de Tehuacan donde se encuentra la fabrica, se suministra a dos centro de distribucion (cedis) que son Puebla y Orizaba, y a partir de estos podemos suministrar a tres cedis locales más ubicados en Ciudad Valles, Poza Rica y Teziutlan. Tomando en cuenta los puntos de distribucion TOY busca suministrar a sus clientes de la ciudad de Tampico.

Considerando nuestros centros de distribución y los costos de transporte se ha creado un esquema con las rutas consideradas en nuestra problematica.

La Figura 1 muestra las rutas con los costos que debemos seguir, de acuerdo a los costos considerados en la Tabla 1. Cada centro de distribucion esta representado por un nodo y su costo por arcos.



**Figura 1.** Esquema de rutas de distribución

**Metodología**

Los problemas de transporte pueden ser resueltos por la investigación de operaciones a partir de diferentes metodologías, como son:

**1. El algoritmo de transporte:** El algoritmo de transporte sigue exactamente los mismos pasos que el método simplex. Sin embargo, en lugar de usar la tabla simplex normal, se aprovecha la ventaja de la estructura especial del modelo de transporte para

organizar los cálculos en una forma más cómoda. (Taha, 2004)

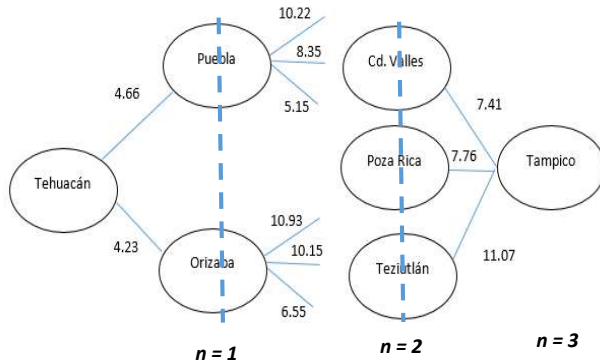
**2. Programación Lineal:** La programación Lineal es una rama de la Programación matemática que estudia los problemas de optimización en los cuales se desea maximizar (o minimizar) una función lineal restringida mediante ecuaciones o desigualdades lineales. (Hernández, 2007)

**3. Programación Dinámica:** La programación dinámica encuentra la solución óptima de un problema con n variables descomponiéndolo en n etapas, siendo cada etapa un su problema de una sola variable. Sin embargo, como la naturaleza de la etapa difiere de acuerdo con el problema de optimización, la programación dinámica no proporciona los detalles de cómputo para optimizar cada etapa. (Taha, 2004). Dentro de la programación dinámica podemos resaltar el método del costo mínimo.

**Método del costo mínimo:**

El método del costo mínimo determina una mejor solución de inicio, porque se concentra en las rutas menos costosas. (Taha, 2004).

Para poder resolver este problema mediante el método del costo mínimo utilizaremos la Programación dinámica, haciendo uso del esquema de la Figura 1. Primero debemos descomponer en tres etapas del esquema, para optimizar por separado cada una de las etapas. Como se muestra en la Figura 2.



**Figura 2.** Descomposición por etapas.

Las siguientes tablas (Tabla 2, Tabla 2.1 y Tabla 2.2) representan la solución del problema partiendo de la etapa 3 a la etapa 1.

Donde:

$n = \text{etapa del problema}$

$x_n = \text{variable de decisión estando en la etapa } n$

$S = \text{estado donde nos encontramos}$

$c(s, x_n) = \text{costo}$

$f_n(s, x_n) = \text{costo total}$

Con la fórmula:

$$f^n(s) = \text{Min } x_n \{ f_n(S, x_n) = f_n(s, x_n) \}$$

Partiremos de la etapa 3, en la siguiente Tabla 2 se muestran los datos de los tres cedís con las rutas que conectan con el cliente final que es Tampico con el costo del transporte por unidad.

**Tabla 2.** Etapa 3; n = 3

S	f <sup>n</sup> (s)	X <sup>*3</sup>
Cd. Valles	7.41	Tampico
Poza Rica	7.76	Tampico
Teziutlán	11.07	Tampico

En la etapa 2 sumaremos el costo que se tiene en cada arco con respecto a los nodos. Se sumará de acuerdo a las rutas de Puebla y Orizaba con Ciudad Valles, Poza Rica y Teziutlán. Por ejemplo, de Puebla a Ciudad Valles tienen un costo de \$10.22 y se le suma el costo de Ciudad Valles a Tampico que es de \$7.41 y nos dará un resultado de 17.63. Como se muestra en la Tabla 2.1.

**Tabla 2.1.** Etapa 2; n = 2

s/x	f(s, x2) = (sx2 + f <sup>*x3</sup> )			f2*(s)	x*2
	Cd. Valles	Poza Rica	Teziutlán		
Puebla	7.41 + 10.22 = 17.63	7.76 + 8.35 = 16.11	11.07 + 5.15 = 16.22	16.11	Poza Rica
Orizaba	7.41 + 10.93 = 18.34	7.76 + 10.15 = 17.91	11.07 + 6.55 = 17.62	17.62	Teziutlán

Para resolver la etapa 1 seleccionaremos los costos menores en la etapa 2 de la Tabla 2.1 de Puebla y Orizaba. El menor costo de Puebla es a Poza Rica con un valor de \$16.11 y el de Orizaba es a Teziutlán con un valor de \$17.62. Considerando los dos costos, los sumaremos con el costo de Tehuacán a Orizaba y Puebla. Por ejemplo, de Tehuacán a Puebla tiene un costo de \$4.66 y le sumaremos el costo mínimo de la etapa 2 que es de Puebla a Poza Rica con un valor de \$16.11 dándonos un total de \$20.77. Como se muestra en la Tabla 2.2

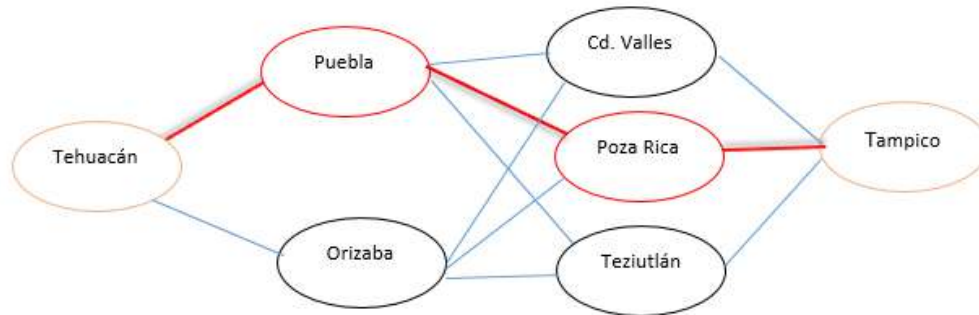
**Tabla 2.2.** Etapa 1

s/x	f(s, x1 + f <sup>*2</sup> x1)		f2*(s)	x*1
	Puebla	Orizaba		
Tehuacán	4.66 + 16.11 = 20.77	4.23 + 17.62 = 21.82	20.77	Puebla

Se tiene que el costo menor lo tiene la ruta de Tehuacán a Puebla con un valor de \$20.77.

**Resultado**

De acuerdo al costo menor de cada una de las etapas en nuestro problema, tenemos como resultado que la ruta con el costo mínimo es de Tehuacán a Puebla, de Puebla a Poza Rica y de Poza Rica a Tampico, como se muestra en la Figura 3. Sumando cada uno de los costos por ruta tenemos un costo total de \$20.77 por unidad transportada.



**Figura 3.** Esquema final de la ruta con el costo mínimo.

### Conclusiones

TOY transporta 700 sillas a su cliente final en la ciudad de Tampico, distribuyéndolas una vez por semana, con un costo total de \$14,539 semanales. Incurriendo en un gasto de \$58,156 mensuales.

TOY tiene una ruta alterna donde el costo por unidad es de \$22.29 que mensualmente incurriría en un gasto total de \$62,412. Por lo tanto, con la ruta obtenida a partir de nuestro estudio TOY ahorrará un total \$ 4,256 mensualmente. Optimizando así sus costos de transporte.

### Autorización y Renuncia

El o los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

### Referencias

- 1) Ballesteros, D. B. (2008). Importancia de la administración logística. Redalyc, 15
- 2) Banco Interamericano de Desarrollo (BID) 2013, <http://logisticsportal.iadb.org/node/4210>
- 3) Hernández, M. C. (2007), Introducción a la Programación Lineal, 1ra. Edición, México, UNAM
- 4) Logistec 2012, (10-07-2018) <http://www.revistalogistec.com/~revista/index.php/vision-empresarial/analisis/item/2331-la-distribucion-y-el-transporte>
- 5) Taha, H.A. (2004) Investigación de operaciones 7a. edición, México, Pearson Educación.
- 6) T21(10-07-2018) <http://t21.com.mx/logistica/2013/01/23/transporte-representa-49-costo-logistico>

# CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y FISICOQUÍMICAS DE LA PITAYA DE MAYO (*Stenocereus griseus*) DE ZAPOTITLAN SALINAS, PUEBLA

\*Miriam Silvia López Vigil<sup>1</sup>, Ramón Matías López<sup>2</sup>, Héctor Santos Alvarado<sup>3</sup>,  
\*Norma Angélica Pacheco Hernández<sup>4</sup>, Rocío Calleja Lezama<sup>5</sup>

**Resumen**— Las cactáceas en México simbolizan una importante variedad vegetal representativa de la biodiversidad de nuestro país ya que de las aproximadamente 1400 especies de cactáceas en el mundo (Mabberley, 2008), 669 son mexicanas (Guzmán *et al.*, 2003) y 518 son endémicas.

Dentro de esta biodiversidad de plantas endémicas se encuentra la Pitaya de Mayo (*Stenocereus griseus*), la cual constituyen una especie clave para la estabilidad de comunidades rurales en las zonas áridas y semiáridas, por su producción de frutos de agradable olor, sabor, color, y su aspecto externo le da énfasis a ser una fruta exótica. Tradicionalmente es comercializada en su temporada de producción (mayo y principios de junio) por los pobladores de una manera fresca y a escala local y regional, sin conocimiento de su composición química.

El objetivo del presente proyecto fue la realización de análisis físicos y fisicoquímicos, basados en las Normas Mexicanas vigentes, utilizando pitaya de mayo proveniente de Zapotitlán Salinas, Puebla, perteneciente a la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, para describir la composición proximal cualitativa y cuantitativa de esta fruta.

**Palabras Clave:** Pitaya de mayo, características físicas, características fisicoquímicas

## Introducción

Las cactáceas han sido motivo de orgullo y tradición en México desde tiempos prehispánicos, como lo muestra el jeroglífico de la Gran Tenochtitlán que exhibe un nopal y éste símbolo se conserva en el escudo Nacional de México.

La familia “Cactaceae” botánicamente está conformada por un conjunto de especies de flora que caracterizan los distintos paisajes áridos y semiáridos de México. De acuerdo con Alanís y Velazco (2008) las cactáceas son plantas originarias y endémicas del continente americano, distribuidas principalmente sobre la base de clima, topografía y suelos peculiares existentes en México, con lo cual lo ubican como el país con mayor cantidad de especies de esta familia entre las que se cuentan la gran variedad de nopales, órganos, biznagas, pitayas y garambullos entre otras muchas, todas ellas con una disposición ecofisiológica que les da gran capacidad de adaptación a la sequía.

Martínez-González y Cruz-Hernández (1995) refieren que el origen de los ancestros del género *Stenocereus* se localiza en el Caribe y norte de América del Sur. Se considera que emigraron al norte hasta llegar a

México, donde se establecieron y obligados por las condiciones ecológicas evolucionaron en forma muy diversa. Los restos más antiguos encontrados de esta especie corresponden a los hallazgos hechos en Tehuacán, Puebla, en las especies *S. treleasei* y *S. pruinosus*, cuyos restos se les atribuye una antigüedad de los años 3500 a 2500 y 6500 a 4500 a. C., respectivamente.

En la Mixteca de Cárdenas, Oaxaca la pitaya ha adquirido una gran relevancia en los últimos años, ya que existen cerca de 46000 plantas de *Stenocereus* spp ubicadas en 13 poblados, beneficiándose cerca de 2000 familias (Llamas-Llamas, 1984). Las especies más representativas en la región Mixteca Oaxaqueña son *Stenocereus griseus* (*S. griseus*) conocida también con el nombre de “pitaya de mayo” y *Stenocereus stellatus* (*S. stellatus*), llamada comúnmente “xoconostle”. La primera se caracteriza por ser una fruta muy dulce y de gran tamaño, con espinas en el pericarpio que se caen al madurar; presenta una variedad de colores y formas, su temporada de cosecha comienza en el mes de abril y termina en el mes de mayo. El xoconostle o pitaya agria es de sabor agridulce, de menor tamaño que la pitaya de mayo, su pulpa puede ser de diferentes

<sup>1</sup> Doctora en Ingeniería. Docente de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán. [misilovi@hotmail.com](mailto:misilovi@hotmail.com)

<sup>2</sup> Maestro en Educación. Docente de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán. [rmatiaslopez@hotmail.com](mailto:rmatiaslopez@hotmail.com)

<sup>3</sup> Maestro en Ingeniería Industrial. Coordinador de la Maestría en Ingeniería Industrial y Docente de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán. [hsalvarado@hotmail.com](mailto:hsalvarado@hotmail.com)

<sup>4</sup> Estudiante de Ingeniería en Procesos Bioalimentarios de la Universidad Tecnológica de Tehuacán, Residente profesional en la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Tehuacán. [normapacheco@outlook.es](mailto:normapacheco@outlook.es)

<sup>5</sup> Estudiante de Ingeniería Bioquímica del Instituto Tecnológico de Tehuacán, Residente profesional en la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Tehuacán. [rcallejal@hotmail.com](mailto:rcallejal@hotmail.com)

colores: blanca, amarilla, roja y solferina (Olvera, 2001).

El aprovechamiento de las cactáceas debe ser racional y sustentable ya que inclusive algunas de estas especies se encuentran en categoría de riesgo, como lo indica la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 de protección ambiental de especies de flora y fauna silvestres de México, de forma tal que se garantice la preservación de los recursos en la totalidad de sus variedades.

Una problemática para establecer un manejo apropiado de las cactáceas es el contar con la información descriptiva de dichas especies a fin de poder promover su comercialización directa o por transformación, características que las distinguen aún en una misma especie por zonas geográficas de producción, por lo que el objetivo de la presente investigación fue la realización de análisis físicos y fisicoquímicos, basados en las Normas Mexicanas vigentes, de la pitaya de mayo proveniente de Zapotitlán Salinas, Puebla, perteneciente a la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, para describir la composición proximal cualitativa y cuantitativa de esta fruta.

La pitaya es una fruta exótica, silvestre y de intenso color rojo, con muchas semillas negras, muy parecidas a las del higo. La planta es de color verde con muchas espinas y se le llama comúnmente cactus. Son plantas parecidas a grandes candelabros, de frutos pequeños, con espinas y carentes de escamas: pertenecen a los géneros *Stenocereus* y *Pachycereus*, de la tribu *Pachycereeae* y de la misma familia cactácea. Son frutos de muy bajo valor calórico, ya que apenas contienen hidratos de carbono. (Santacruz, Santacruz, C., Santacruz V., Huerta, & Torricella, 2009).



**Figura 1.** Pitaya de mayo (*Stenocereus griseus*)

La pitaya solo se cosecha en mayo y se produce por polinización libre, lo que genera diversidad de cruces (tipos) y ello ocasiona que la fruta crezca en distintos colores y tamaños. Esta característica dificulta el procesamiento y producción, pues el mercado exige un producto estándar y que sea disponible todo el año. Existen diferentes tipos de pitaya como son: pitaya de mayo (*Stenocereus griseus*); Jiotilla (*Escontria chiotilla*), y el xoconostle dulce o tunillo (*Stenocereus chiotilla*). (Santacruz, *et. al.*, 2009).

La taxonomía de la pitaya del presente estudio es la siguiente:

**Nombre común:** Pitaya de mayo

**Reino:** Vegetal

**División:** Magnoliophyta (Angiospermae)

**Clase:** Magnoliopsida (dicotiledoneae)

**Subclase:** Caryophyllidae

**Orden:** Caryophyllales

**Familia:** Cactaceae

**Nombre científico (género y especie)** *Stenocereus griseus*

**Tipo de reproducción:** Sexual (por medio de semilla). Asexual (por medio de esquejes, material vegetativo, pocos). No se encuentra en peligro de extinción según datos obtenidos en la Norma Oficial Mexicana de Ecología 059-94. Por lo tanto, no requiere de protección especial.

De acuerdo a Santacruz., *et al.* (2009), en su estudio denominado “Agroindustrialización de la pitaya”, de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, reporta una composición nutricional de la pitaya amarilla y roja como se observa en la tabla 1 en donde resalta mayor contenido de ácido ascórbico en la pitaya roja, conservando la proporción aproximada en el resto de los factores.

Las cactáceas en México, figuran entre las plantas más abundantes de las regiones áridas y semiáridas. A nivel nacional la pitaya se distribuye en casi todo el país: en la Península de Baja California, en la vertiente del pacífico desde Sonora hasta Chiapas y en la vertiente del Golfo desde Veracruz hasta Tamaulipas (Bravo-Hollis, 1978), incluyendo la región de Zapotitlán, Salinas, ubicado al sur de Tehuacán, Puebla en plena reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, en donde la población la comercializa en su temporada y de acuerdo a la Sagarpa (2011) es en los meses de abril a junio de cada año, como fruta fresca.

La pitaya es una planta que, debido a su particular fisiología, compleja estructura anatómica y morfología, esta ofrece una alternativa real para el uso de los suelos de las Cactáceas que cobran aun mayor importancia en las regiones áridas y semiáridas del

país; 18.8% y 33.4% respectivamente, del total de la superficie mexicana (Piña-Luján,1979).

**Tabla 1.** Composición nutrimental de diferentes variedades de pitaya

Pitaya amarilla		Pitaya roja	
Factor Nutricional*	Contenido	Factor Nutricional *	Contenido
Ácido Ascórbico	4.0 mg	Ácido Ascórbico	25.0 mg
Agua	85.4 g	Agua	89.4 g
Calcio	10.0 mg	Calcio	6.0 mg
Calorías	50.0	Calorías	36.0
Carbohidratos	13.2 g	Carbohidratos	9.2 g
Cenizas	0.4 g	Cenizas	0.5 g
Fibra	0.5 g	Fibra	0.3 g
Fósforo	16.0 mg	Fósforo	19.0 mg
Grasa	0.1 g	Grasa	0.1 g
Hierro	0.3 mg	Hierro	0.4 mg
Niacina	0.2 mg	Niacina	0.2 mg
Proteínas	0.4 g	Proteínas	0.5 g
Riboflavina	0.0 mg	Riboflavina	0.0 mg
Tiamina	0.0 mg	Tiamina	0.0 mg
Vitamina A	-U.I.	Vitamina A	- U.I.

\* Por 100 gr. de fruta (55 gr. de parte comestible)

Fuente: Tabla de composición de alimentos. ICBF. Sexta edición, 1992. INCAP y FAO

Dentro de estas regiones los climas cálidos ocupan una vasta superficie, siendo el principal problema de estos una reducida precipitación -además de estar mal distribuida- y una excesiva evapotranspiración que ocasiona que solo especies con buenos sistemas adaptivos se desarrollen en forma natural. La tabla 2 refleja el rendimiento en Ton/Ha de Pitaya producida en México.

**Tabla 2.** Rendimiento de la pitaya en los principales estados productores de México.

Estado	Rendimiento (Ton/Ha)
Jalisco	7.571
Michoacán	6.000
Oaxaca	1.056
Puebla	5.224
Región centro	5.224
Región Centro Occidente	7.180
Región Sureste	1.056

Fuente: SIACON. Anuario estadístico de la producción agrícola 2003

De acuerdo con Yañez (s/f), un factor limitante de la fruta es su tiempo de vida, ya que en estudios postcosecha se pudo determinar que la cáscara pierde calidad visual, adquiriendo un color oscuro y una consistencia flácida, sin embargo, las características de la pulpa permanecen aceptables aún después de 18 días de almacenaje bajo, por lo que las frutas al no ser vendidas en su temporada, pierden atractivo exterior y representan pérdidas económicas que se extiende a quienes se ven involucrados en todo el proceso, que incluye desde cortarla, liberarla de las espinas, acomodarla, transportarla y ofertarla al consumidor final.

## Metodología

La presente investigación es del tipo experimental, donde la evaluación de las características físicas y fisicoquímicas se basaron en determinaciones de análisis bromatológicos realizados en los meses Enero a Marzo del 2018, periodo en el que la temporada de pitaya de mayo aun no inicia, por lo que los estudios se llevaron a cabo con pitaya de la zona de estudio conservada por congelación, la cual fue descongelada a temperatura ambiente, para proceder a analizarla.

Se realizó la determinación del contenido de cenizas aplicando el método de cenizas totales (NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos) en el cual toda la materia orgánica se oxida en ausencia de flama a una temperatura que fluctúa entre los 550 - 600°C; el material inorgánico que no se volatiliza a esta temperatura se conoce como ceniza (Nollet, 1996), la cual se relaciona con el contenido de minerales presentes.

Se determinó el porcentaje de humedad mediante la evaporación del contenido de agua por el método de estufa, entendiéndose por humedad a la pérdida en peso que sufre un alimento al someterlo a las condiciones de tiempo y temperatura prescritos (Norma NMX-F-083-1986. alimentos. determinación de humedad en productos alimenticios).

Se determinó el contenido de proteína por el método de Kjeldahl (Norma Oficial Mexicana NOM-F-68-S-1980 Alimentos, Determinación de Proteínas) el cual implica la realización de tres procesos: digestión, destilación y titulación, a fin de determinar la cantidad de Nitrógeno orgánico contenido en productos alimentarios,

Se determinó el contenido de grasa por el método Soxhlet, (NMX-F-089-S-1978. Determinación de extracto etéreo) esta es una extracción semicontinua con disolvente donde una cantidad de disolvente rodea la muestra y se calienta a ebullición, una vez que

dentro del Soxhlet el líquido condensado llega a cierto nivel es sifoneado de regreso al matraz de ebullición, la grasa se mide por pérdida de peso de la muestra o por cantidad de muestra removida. (Nielsen, 1998).

Se determinó el contenido de fibra cruda aplicando el método de digestión ácido-alcalina (NMX-F-090-S-1978. Determinación de fibra cruda en alimentos), el cual permite determinar el contenido de fibra en la muestra, después de ser digerida con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio y calcinado el residuo. La diferencia de pesos después de la calcinación nos indica la cantidad de fibra presente.

Para los análisis complementarios de pH, conductividad, sólidos disueltos totales evaluados con equipo Waterproof Tester Hanna Instruments HI98130, °Brix y densidad se trituraron las semillas de la pitaya de mayo en un mortero, homogenizándolo con la pulpa de la fruta.

Todos los análisis se realizaron por duplicado y se reportan los valores promedio.

## Resultados

Los resultados obtenidos del análisis bromatológico se concentran en la tabla 3.

**Tabla 3.** Parámetros de análisis bromatológicos de pitaya de mayo (*Stenocereus griseus*)

Parámetro	Valor □ (%)
Humedad	92.25
Cenizas	1.63
Proteínas	1.24
Grasas	1.0
Fibra Cruda	2.29

Yañez et al. (s/f) y Corzo-Ríos et al. (2016) reportan parámetros muy próximos a los encontrados en la pitaya de Zapotitlán Salinas, sin embargo, la Humedad difiere de la media aritmética de los dos autores citados por un 6.29%, debido a que los análisis fueron realizados con fruta que pasó por un proceso de congelación-descongelación que liberó mayor cantidad de agua intersticial así también el porcentaje de grasa es mayor debido a que la pulpa de la cactácea se mezcló con las semillas trituradas, incluyendo en la cuantificación los lípidos contenidos al interior de estas.

La tabla 4 resume los parámetros complementarios realizados a la pitaya de mayo de Zapotitlan, Salinas, Puebla.

**Tabla 4.** Parámetros fisicoquímicos complementarios de la pitaya de mayo.

Parámetro	Valor obtenido	Temperatura °C
pH	6.12	23.4
Conductividad	1.70 mS	23.4
Sólidos Disueltos	0.86 ppm	23.5
Totales		
°Brix	8	20
ρ (Densidad)	0.991 g/ml	20

En cuanto a los °Brix, que es un parámetro relacionado con el dulzor presente en la fruta, la pitaya es ligeramente más dulce que las fresas (7 °Brix) y cercano al dulzor de las moras y los cítricos (9 Brix) (Proyecto Néctar de frutas, 2009). Su conductividad y Sólidos Disueltos Totales presentes están acordes con su valor de cenizas y están correlacionadas con la presencia de minerales presentes en la fruta.

## Conclusiones

La pitaya es un fruto de sabor agradable, fresco, jugoso, con una tonalidad rojo intenso que lo hace muy atractivo para su consumo.

No se encuentra incluida entre las especies con diferentes categorías de riesgo (probablemente extinta, en peligro de extinción, amenazada, o sujeta a protección especial) de acuerdo con la NOM-059-ECOL-2001, lo que permite su comercialización ya sea como fruta directa para consumo nacional o para importación, sin embargo, en este último caso es necesario conocer su descripción física y fisicoquímica que la caracteriza y que presenta valores específicos por área geográfica, como es el caso de Zapotitlán Salinas, Puebla.

Esta fruta también es atractiva para su comercialización como un producto con valor agregado (mermelada, licor, helados, ates, etc.) no obstante, en cualquier caso es fundamental controlar su uso para garantizar su supervivencia y producción sustentable, donde predomine la eficiencia de su manejo mediante acciones directas para conservar, proteger y mejorar su cultivo y comercialización.

De acuerdo a los resultados obtenidos la composición proximal de la Pitaya de mayo de Zapotitlán Salinas es de 92.25% de Humedad, propio de una fruta suculenta como está clasificada, aunque éste valor se vio incrementado por el proceso de congelación-descongelación que se utilizó para la conservación del fruto, su contenido de cenizas es de 1.63 %, lo cual indica presencia de minerales en el fruto, mismo dato que es corroborado con el valor de conductividad (1.7 mS) y Sólidos Disueltos Totales (0.86 ppm) observados. El porcentaje de proteínas es de 1.24 % y

el de grasas 1.0%, cabe señalar que la trituración de las semillas para la realización de los análisis permitió cuantificar con mayor precisión estos parámetros. La fibra cruda obtenida fue del 2.29 %. En cuanto a dulzor, la pitaya presenta 8 °Brix, con una densidad promedio de 0.991 g/mL.

La fruta posee una actividad respiratoria no-climática, por lo que es muy importante establecer un índice de cosecha preciso, para lograr los atributos necesarios en los análisis bromatológicos.

### Autorización y Renuncia

El o los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

### Referencias

1. Alanis, F. y Velasco, M. (2008). Importancia de las cactáceas como recurso natural en el Noreste de México. Ciencia UANL, enero-marzo, año/vol XI, número 001, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México, pp. 5-11
2. Bravo-Hollis, H. (1978). Las cactáceas de México. 2ª. Ed. Vol. I. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. pp 743.
3. Corzo-Ríos L, Bautista-Ramírez, M., Gómez y Gómez, Y. y Torres-Bustillos, L. (2016). Frutas de cactáceas: compuestos bioactivos y sus propiedades nutraceuticas. México. Recuperado de: [www.omniascience.com](http://www.omniascience.com)
4. Guzmán, U., Arias, S. y Dávila, P. (2003). Catálogo de cactáceas mexicanas, Universidad Nacional Autónoma de México/ Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, México, D.F. pp 315
5. Llamas-Llamas, J. (1984). El cultivo del pitayo en Huajuapán de León Oaxaca, en: Memoria del Simposio "Aprovechamiento del Pitayo", Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco e Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca, México, pp. 28-35.
6. Mabberley, D.J. (2008). Mabberley's Plant-Book: A portable dictionary of plants, their classification and uses. Third edition, Cambridge University Press.: vii-xviii, 1-1021.
7. Martínez-González, J.C. y Cruz-Hernández, J. P. (1995). Caracterización de frutos de pitaya *S. griseus* H., en la Mixteca. Revista Chapingo. Serie Horticultura, Vol. 1. Núm. 4: 77-81
8. Nielsen S. (1998). Food Analysis. Second Edition. An Aspen Publication, Gaithersburg, Maryland.
9. Nollet, L. M. L. (1996). Handbook of food analysis. M. Dekker, New York.
10. Olvera, M.J.A. (2001). La pitaya (*Stenocereus griseus* Haworth y *Stenocereus stellatus* Pfeiffer) una alternativa productiva en la Mixteca baja Oaxaqueña. Tesis.UACH. México
11. Piña-Luján, I. (1977). Pitayas y otras cactáceas afines del estado de Oaxaca. Cactáceas Suc. Mex. 22 (1): 3-13
12. Santacruz, C., Santacruz Vázquez, V., Huerta Espinosa, V. M., & Torricella Morales, R. G. (2009). Agroindustrialización de pitaya. La Habana: Editorial Universitaria.
13. SAGARPA (2011). Cactáceas en México. Consultado en [www.sagarpa.gob.mx/Cactáceas en México](http://www.sagarpa.gob.mx/Cactáceas%20en%20M%C3%A9xico)
14. Yáñez L., Ramírez, R, Soriano, S., Sánchez-Díaz, L. y Armella, V. (s/f). Características fisiológicas y bromatológicas de la pitaya de mayo (*Stenocereus griseus*) en la Mixteca Oaxaqueña. División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, consultado en [https://smbb.mx/congresos%20smbb/veracruz01/TRABAJOS/AREA\\_XIII/CXIII-51.pdf](https://smbb.mx/congresos%20smbb/veracruz01/TRABAJOS/AREA_XIII/CXIII-51.pdf)
15. Proyecto de Néctar de frutas (2009) (s/autor), consultado el 25 de julio de 2018 en <http://necfrutltda.blogspot.com/2009/08/proceso-de-elaboracion.html>



## AISLAMIENTO DE MICROMICETOS NATIVOS DEL SUELO AGRÍCOLA DEL VALLE DE CIUDAD SERDÁN

\*Rodolfo Francisco Sánchez Román<sup>1</sup>, José Felipe Fausto Juárez Cadena<sup>2</sup>, José Pascual Hernández Jiménez<sup>3</sup>,

**Resumen**—La diversidad fúngica del suelo tiene gran importancia como indicador de la fertilidad y su estado sanitario, las prácticas agrícolas condicionan y ejercen una influencia importante en la biodiversidad al modificar las condiciones de equilibrio que suelen darse en los ecosistemas naturales, la necesidad de su estudio es necesaria para la conservación y restauración ecológica, así como para la generación de una agricultura sustentable. Los suelos agrícolas del Valle de Serdán, brindan un potencial para ser estudiados, desde el punto de vista de su diversidad, condiciones edafoclimáticas y su potencial uso en la agricultura. Este trabajo permitió conocer la diversidad fúngica del valle de Ciudad Serdán a través de la microbiología de suelos convencional, para seleccionar aquellos organismos con un potencial de uso en la agricultura sostenible y para la recuperación de suelos agrícolas de la región. Se realizó un muestreo al azar estratificado con diferentes niveles de profundidad (10cm, 20cm y 30cm) en los ejidos de San Miguel Ocotenco y de Concepción Oviedo, se transportaron para su posterior estudio en el laboratorio. El análisis de laboratorio consistió en realizar diluciones seriadas para extraer los hongos del suelo, posteriormente por la técnica de vaciado en placa con medio de cultivo PDA (Agar Papa y Dextrosa) se realizó el aislamiento encontrándose 20 morfotipos diferentes los cuales pertenecen a los géneros: *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Rhizopus sp.*, *Trichoderma sp.*, *Paecilomyces sp.*, *Cladosporium sp.*, *Mucor sp.*, *Botrytis sp.*, *Fusarium sp.*. Los hongos aislados fueron identificados en base a las características morfológicas macroscópicas y microscópicas usando las claves taxonómicas más relevantes (Barnett & Hunter, 1998), las cepas antes mencionadas se inocularon en tubos con medio de cultivo sólido para su conservación. Se concluye que este trabajo abre camino a futuras investigaciones

**Palabras Clave:** Diversidad fúngica, Ciudad Serdán, Agrícola.

### Introducción

De los microorganismos encontrados en el suelo, los hongos tienen una importancia excepcional en la degradación de la materia orgánica. Además del beneficio que reporta esta actividad al cultivo en cuanto al incremento de la fertilidad del suelo, varios estudios han demostrado que la diversidad fúngica del suelo se relaciona con la disminución de la incidencia de enfermedades en los cultivos (Manici and Caputo, 2010) favoreciendo la presencia y desarrollo de antagonistas y estimulando el sistema de defensa de las plantas.

Los hongos representan la mayor parte de la biomasa microbiana en el volumen del suelo, donde pueden formar estructuras de resistencia que les permiten sobrevivir en ambientes desfavorables presentando una baja probabilidad de extinción local (Medina, 2012). Además, juegan un papel importante en la formación de macro agregados, afectando a la estructura del suelo a través de mecanismos físicos donde las hifas mantienen unidas las partículas del suelo mientras invaden nuevos poros. De esta manera el micelio y algunas partículas del suelo se van extendiendo conjuntamente creando una capa mullida

de tierra cultivable que favorece el crecimiento de las raíces.

El estudio de la diversidad de microorganismos en suelos ha adquirido importancia debido a que explica el éxito de cultivos agrícolas en forma orgánica y sustentable, así como su importancia biotecnológica, es por ello que existe una necesidad de conocer, enumerar y aislar a los miembros de la comunidad microbiana, para aplicar este conocimiento en beneficio de la agricultura y el medio ambiente. El Valle de Serdán, cuenta con altos índices de producción agrícola, sin embargo, en comparación con otras zonas de investigación, es poco el número de proyectos desarrollados en el mismo, es por ello la importancia de desarrollar proyectos de investigación como la del presente documento.

Asimismo, mediante la identificación de especies microbianas en estas zonas, se pretende ampliar la gama de microorganismos conocidos, y así contribuir al conocimiento de la biodiversidad de nuestro país, de igual forma contribuir con microbiota que puede ser capaz de producir metabolitos de interés industrial.

<sup>1</sup> Químico Farmaco-Biólogo, Jefe de División de la Carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán, rsanchezr@tecserdan.edu.mx

<sup>2</sup> Médico Veterinario Zootecnista. Docente Investigador del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán, fjuarez@tecserdan.edu.mx

<sup>3</sup> Ingeniero Químico. Subdirector de Posgrado e Investigación en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán, jhernandez@tecserdan.edu.mx.

## Metodología

Los valles de Serdán, se ubican entre los 18° 38' 44" y 19° 41' 10" N y los 96° 59' 30" y 98° 01' 34" O, dentro del área de influencia de los Distritos de Desarrollo Rural (DDR), Al interior de este espacio geográfico, se definieron dos regiones, considerando tanto criterios ambientales como tipo de cultivo (Principales cultivos de la región). Los ejidos de las comunidades de Concepción Oviado y san Miguel Ocotenco, estas por caracterizarse como productoras de frijol y Maíz.

En cada región, se realizó un muestreo al azar estratificado con diferentes niveles de profundidad (10cm, 20cm y 30cm), se transportaron para su posterior estudio en el laboratorio. El análisis de laboratorio consistió en realizar diluciones seriadas para extraer los hongos del suelo, posteriormente por la técnica de vaciado en placa con medio de cultivo PDA (Agar de Dextrosa y Papa) se realizó el aislamiento de los veite morfotipos diferentes. Los hongos aislados fueron identificados en base a las características morfológicas macroscópicas y microscópicas usando las claves taxonómicas más relevantes (Barnett & Hunter, 1998), las cepas antes mencionadas se inocularon en tubos con medio de cultivo sólido para su conservación y así mantener a los microorganismos aislados en estado viable, también se realizaron pruebas fisicoquímicas a las muestras de suelo tales como: materia orgánica por el método de calcinación (Schulte and Hopkins, 1996), y determinación de pH con el uso del potenciómetro.

Las identificaciones microscópicas se llevaron a cabo en observación directa con la ayuda de un microscopio óptico marca Zeigen; desprendiendo pequeñas porciones de los micelos de las colonias representativas, se montaron en cubre objetos convencionales colocando a cada preparación una gota de agua de la llave cuidando no mezclar ni destruir la colonia, se agregó una gota de azul de metileno (colorante) y se Observaron en el con objetivo 40X, indicando los nombres de las estructuras básicas.






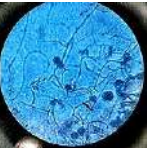
## Resultados




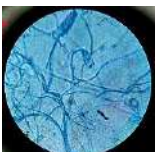



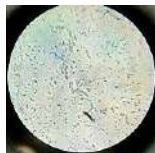



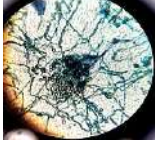

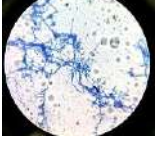
### Identificación de los aislados


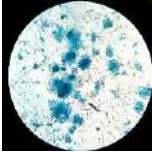



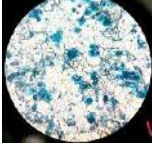

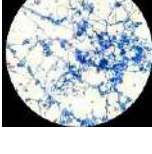



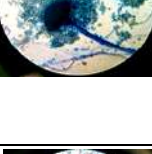


La evaluación de las características macro y microscópicas de los 20 aislados permitió identificar 8 géneros de hongos (Tabla 1). El morfotipo aislado (7) no se pudo determinar. Los morfotipos identificados pertenecen a los géneros: *Aspergillus sp.* (11, 12, 13,14), *Penicillium sp.* (3, 6, 9,18), *Rhizopus sp.* (2, 16,20), *Trichoderma sp.* (4,19), *Paecilomyces sp.* (5), *Cladosporium sp.* (1). *Botrytis sp.* (8), *Fusarium sp.* (10, 15,17).




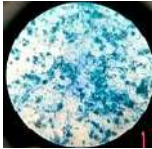

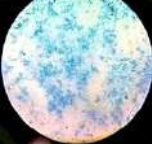
De los géneros identificados, *Aspergillus sp.* *Trichoderma sp.* *Botrytis sp.* *Cladosporium sp.* *Fusarium sp.* y *Penicillium sp.*, Paul y Clark (1996) los describieron como microorganismos frecuentemente utilizados en la biorremediación de suelos. Las observaciones hechas al microscopio se realizaron:

**Tabla 1.** Descripción macro y microscópicas de cepas aisladas.

Núm.	Características macroscópicas	Ilustración	Características microscópicas	Ilustración	Genero
1	Forma: filamentosa Elevación: elevada y extendida Textura: algodonosa Aspecto: seco Superficie: sectorizada Color: violeta Borde: desplegado Pigmento: sí, violeta con centro color negro		Hifas septadas, esporas ovaladas agrupadas, blastosporas		<i>Cladosporium</i>
2	Forma: filamentosa Elevación: elevada limitada Textura: aterciopelada Aspecto: seco Superficie: plegada Color: superficial blanco Borde: desplegado Pigmento: violeta		Hifas cenocíticas, esporas agrupadas ovaladas, blastosporas		<i>Rhizopus</i>
3	Forma: irregular Elevación: elevado y limitada Textura: velloso Aspecto: húmedo y opaco Superficie: coleriforme Color: blanco con verde grisáceo Borde: despegado Pigmento: amarillo		Hifas septadas, esporas circulares separadas, conidiosporas		<i>Penicillium</i>

4	<p>Forma: filamentosa  Elevación: elevada y limitada  Textura: pulverulenta  Aspecto: seca  Superficie: plegada  Color: verde grisáceo  Borde: desplegado  Pigmento: mostaza</p>		Hifas cenocíticas, esporas circulares agrupadas, conidiosporas		<i>Trichoderma</i>
5	<p>Forma: irregular  Elevación: elevada y limitada  Textura: aterciopelada  Aspecto: opaco  Superficie: sectorizada  Color: amarillo  Borde: desplegada  Pigmento: mostaza</p>		Hifas septadas, esporas agrupadas circulares, conidiosporas		<i>Paecilomyces</i>
6	<p>Forma: filamentosa  Elevación: elevada y limitada  Textura: pulverulenta  Aspecto: seco  Superficie: plegada  Color: verde militar  Borde: desplegado  Pigmento: NO</p>		Hifas cenocíticas, esporas circulares agrupadas, conidiosporas		<i>Penicillium</i>
7	<p>Forma: circular  Elevación: plana y extendida  Textura: mucosa y cremosa  Aspecto: brillante y húmedo  Superficie: plegada  Color: crema  Borde: liso  Pigmento: no</p>		Levadura		
8	<p>Forma: filamentosa  Elevación: elevada y extendida  Textura: algodonosa  Aspecto: seco  Superficie: sectorizada  Color: blanco  Borde: desplegado  Pigmento: no (violeta en estado maduro)</p>		Hifas cenocíticas, esporas ovaladas agrupadas, conidiosporas		<i>Botrytis</i>
9	<p>Forma: irregular  Elevación: elevada y limitada  Textura: pulverulenta  Aspecto: opaco y seco  Superficie: plegada  Color: verde claro  Borde: desplegado  Pigmento: violeta</p>		Hifas septadas, esporas circulares, conidiosporas		<i>Penicillium</i>
10	<p>Forma: filamentosa  Elevación: elevado y limitado  Textura: algodonosa  Aspecto: opaco y seco  Superficie: plegada  Color: blanco  Borde: desplegado  Pigmento: violeta</p>		Hifas cenocítica, esporas ovaladas ,blastosporas		<i>Fusarium sp.</i>

11	<p>Forma: irregular  Elevación: elevada y limitada  Textura: aterciopelada  Aspecto: opaco y seco  Superficie: sectorizada  Color: centro negro bordes blanco, morado y negro  Borde: desplegado  Pigmento: morado</p>		Hifas septadas, esporas ovaladas agrupadas, conidiosporas		<i>Aspergillus</i>
12	<p>Forma: irregular  Elevación: elevada y limitada  Textura: vellosa  Aspecto: opaco y seco  Superficie: sectorizada  Color: verde militar y amarillo  Borde: desplegado  Pigmento: no</p>		Hifas septadas, esporas circulares agrupadas, conidiosporas		<i>Aspergillus</i>
13	<p>Forma: circular  Elevación: elevada y limitada  Textura: aterciopelada  Aspecto: opaco y seco  Superficie: sectorizada  Color: gris, morado, blanco, café verde grisáceo con borde blanco  Borde: desplegado  Pigmento: rojo</p>		Hifas septadas, esporas agrupadas ovaladas, conidiosporas		<i>Aspergillus</i>
14	<p>Forma: filamentosa  Elevación: elevado y limitada  Textura: algodonosa  Aspecto: opaco y seco  Superficie: plegada  Color: violeta y blanco  Borde: desplegado  Pigmento: morado oscuro</p>		Hifas septadas, esporas circulares, conidiosporas		<i>Aspergillus</i>
15	<p>Forma: irregular  Elevación: elevada y limitada  Textura: vellosa  Aspecto: opaco y seco  Superficie: con surcos radiales  Color: café  Borde: desplegado  Pigmento: si, amarillo</p>		Hifas cenocíticas, esporas circulares agrupadas, conidiosporas		<i>Fusarium sp.</i>
16	<p>Forma: filamentosa  Elevación: convexa umbilicada  Textura: algodonosa  Aspecto: húmeda y opaca  Superficie: plegada  Color: blanco con puntos negros  Borde: desplegado  Pigmento: marrón</p>		Hifas cenocíticas, esporas ovaladas agrupadas, conidiosporas		<i>Rhizopus</i>
17	<p>Forma: irregular  Elevación: elevada y limitada  Textura: aterciopelada  Aspecto: opaco y seco  Superficie: con surcos radiales  Color: centro blanco con bordes rojo gris y blanco  Borde: desplegado  Pigmento: vino</p>		Hifas septadas, esporas circulares separadas		<i>Fusarium sp.</i>

18	<p>Forma: circular Elevación: elevada y limitada Textura: aterciopelada Aspecto: opaco y seco Superficie: sectorizada Color: centro blanco con bordes verde grisáceo, blanco, café claro, y verde militar Borde: desplegado Pigmento: vino</p>		Hifa cenocítica, esporas circulares, blastosporas		<i>Penicillium.</i>
19	<p>Forma: irregular Elevación: elevada y limitada Textura: vellosa Aspecto: opaca y seca Superficie: plegada Color: Verde negraseo con borde blanco Borde: desplegado Pigmento: no</p>		Hifas septadas, esporas circulares agrupadas, conidiosporas		<i>Trichoderma</i>
20	<p>Forma: circular Elevación: elevada y limitada Textura: pulverulenta Aspecto: opaco y seco Superficie: sectorizada Color: diferentes tonos de gris Borde: desplegado Pigmento: amarillo</p>		Hifas cenocíticas, esporas circulares, esporangios		<i>Rhizopus</i>

## Conclusiones

La presencia del hombre y el desarrollo de su actividad tienen una enorme influencia en los ecosistemas. Se ha demostrado que las diferentes prácticas agrícolas, el tipo de plantas que se cultivan, la fertilización y los tratamientos con pesticidas y herbicidas tienen un marcado efecto en la diversidad de las comunidades microbianas de suelos.

En este trabajo se han aislado 20 morfotipos de hongos, dichas cepas se mantienen en estado viable para su posterior estudio para la identificación de cuales son de interés agroalimentario.

Las limitaciones que presenta el estudio de la diversidad de hongos en el suelo no dependen solamente de los métodos de estudio sino también del desconocimiento sobre cómo clasificar e identificar las especies presentes. En cuanto a la metodología, una de las dificultades es la heterogeneidad innata del suelo y de la distribución espacial de los microorganismos en el mismo.

La metodología con la que hemos llevado a cabo el estudio nos ha permitido, en un plazo corto de tiempo, con una serie de conocimientos básicos que se han ido adquiriendo a lo largo del mismo, evaluar la biodiversidad fúngica del suelo de las zonas de muestreo establecidas en el Valle, con resultados muy

similares a estudios realizados con este mismo objetivo.

## Agradecimientos

Al Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán por el apoyo recibido para la realización de este trabajo, particularmente a la Mtra. Ivette A. Flores Morales. - Directora Académica del ITS de Ciudad Serdán por la confianza a la realización de este trabajo

## Autorización y Renuncia

El o los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

## Referencias

1. Paul, E.A. y F.E. Clark. (1996). Soil microbiology and biochemistry. Second Edition. New York: Academic Press.
2. Cookson, J.R.J. (1995). Bioremediation engineering. New York: Mc Graw Hill.
3. Manici, L.M. and Caputo, F. (2010) Soil Fungal communities as indicators for replaining new peach orchards in intensively cultivated areas. *European Journal of Agronomy*. 33, pp. 188-196.
4. Medina Sierra, M. (2012). Caracterización bioquímica y microbiológica de un suelo de pradera de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*

bajo diferentes proporciones de siembra. Memoria para optar al grado de Doctor. CSIC y Universidad de Salamanca. Pp 179.

5. Barnett, H.L. & Hunter, B. (1998). Illustrated genera of imperfect fungi. 4 ed. Minnesota. US: Burgess Publishing Company, APS Press. p. 241.

## BOTANA A BASE DE NOPAL ENRIQUECIDA CON AMARANTO Y AVENA

\*Miriam Silvia López Vigil<sup>1</sup>, Miriam Juárez Dávila<sup>2</sup>, Diana Brenda Pacheco Hernández<sup>3</sup>, María Fernanda Rodríguez Rosales<sup>4</sup>

**Resumen** — Los nopales son parte del paisaje natural en un amplio entorno del territorio Nacional, dentro de las cuales, de acuerdo con Kiesling (1999) los *Opuntia* y específicamente el *Opuntia ficus-indica* representa la cactácea de mayor valor económico, no solo en México sino en el mundo, aunque es México, según Reyes A., Aguirre R. y Hernández H. (2005) el país de mayor consumo en el mundo, con relevancia agronómica por la producción y consumo de sus frutos, el uso de sus tallos para forraje y el consumo de sus cladodios (pencas, regularmente tiernas).

El valle de Tehuacán se encuentran dentro de las regiones con importante producción de nopal y amaranto en el país, desafortunadamente muchos de los cultivos de nopal son deforestados sin volver a sembrar de nuevo la planta, otra problemática que enfrentan los campesinos es la falta de remuneración económica por su trabajo, lo cual los hace abandonar sus plantíos en busca de dicha remuneración.

Por otra parte, en México, más de 70 millones de personas sufren de sobrepeso y obesidad, (Lozano, 2016), donde un mexicano consume 4 Kg de chatarra frita por año, actualmente somos el primer país en obesidad infantil a nivel mundial.

Ante esta problemática surge la idea de crear una botana atractiva al gusto y ofreciendo un producto nutraceútico con valores nutricionales adecuados. Esta botana con nombre “Nopalín” es un churrito de nopal enriquecido con amaranto y avena pensando en todo público consumidor de botanas, pero por sus propiedades, su consumo favorece especialmente a las personas con problemas de sobrepeso, obesidad, diabetes y problemas nutricionales. El proceso de elaboración del producto es 100% artesanal, con un proceso de cocción a base de horneado y al no ser una botana frita ofrece una alternativa más saludable.

**Palabras Clave:** Botana de nopal, producto nutraceútico, Nopalín

### Introducción

#### *Nopal*

Las primeras evidencias del uso del nopal en el territorio nacional, datan de hace 6,500 a 10,000 años, y fueron encontradas en Tehuacán, Puebla.

El nopal es endémico de América, hay 258 especies, 100 de las cuales existen en México, ubicándolo como el país que alberga la mayor cantidad de especies de ésta familia (Alanís, G. y Velazco, C., 2008). Se le llama nopal a varias especies del género *Opuntia*, de la familia de las cactáceas. La *Nopalea cochenillifera* es la especie que consumimos normalmente

Para sectores amplios de la población de México, el nopal (*Opuntia ficus-indica*) es un cultivo importante porque satisface parte de sus necesidades alimentarias, es fuente de ingreso económico y prospera en lugares donde la escasa lluvia no permite el desarrollo de otros cultivos hortícolas (Aguilar, G. y Peña, C., 2006).

El nopal aporta al comensal proteínas, calcio, hierro, vitaminas A y B, potasio y fibra (aunque es un alimento con alto grado de humedad, el contenido de fibra dietética es mayor al 20%). Estas propiedades pueden alterarse según la manera en que se consuma; por ejemplo, la cocción provoca una pequeña merma en todos los nutrientes, sobre todo en los carbohidratos, el potasio y la vitamina C (Hernández, A, 2006). La tabla 1 resume el aporte nutrimental del nopal de acuerdo al Instituto Nacional de Nutrición, publicado por Prinsant, G. (2002).

#### Beneficios del nopal:

- Es hipoglucemiante, es decir reduce los niveles de azúcar de personas con diabetes y los ayuda a mejorar su calidad de vida.
- Es una fuente importante de fibra digestiva y de gomas naturales que ayudan a la limpieza del aparato digestivo, a la eliminación de grasa y a reducir el estreñimiento.
- Es un auxiliar para el control de peso.

<sup>1</sup> Doctora en Ingeniería. Docente de la División de Estudios de Posgrado e Investigación y de la carrera de Ingeniería Bioquímica del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán.misilovi@hotmail.com

<sup>2</sup> Alumna de la carrera de Ingeniería Bioquímica del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán.

<sup>3</sup> Alumna de la carrera de Ingeniería Bioquímica del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán.

<sup>4</sup> Alumna de la carrera de Ingeniería Bioquímica del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán.

**Tabla 1.** Aporte nutrimental del nopal.

<b>APORTE NUTRIMENTAL</b>	
<b>Cada 100 g de nopal contienen:</b>	
<b>Energía</b>	27 kcal
<b>Proteína</b>	1.7 g
<b>Grasa</b>	0.3 g
<b>Hidratos de Carbono</b>	5.6 g
<b>Calcio</b>	93 mg
<b>Hierro</b>	1.6 mg
<b>Retinol (Vitamina A)</b>	41 mcg
<b>Tiamina (Vitamina B1)</b>	0.03 mg
<b>Riboflavina (Vitamina B2)</b>	0.06 mg
<b>Niacina</b>	0.3 mg
<b>Ácido ascórbico (Vitamina C)</b>	8 mg

Fuente: Prisant, G., 2002

### **Amaranto**

Todas las especies del género *Amaranthus* que son utilizadas para la producción de grano son originarias de América. Las evidencias arqueológicas encontradas confirman esto, ya que los habitantes de este continente utilizaron las hojas y semillas de este género desde la Prehistoria, mucho antes del proceso de domesticación de estas especies. Las excavaciones realizadas por Mac Neish en 1964 indican que los indígenas ya cultivaban estas plantas durante la fase Coxcatlán, situada en la actual región de Tehuacán, Puebla (5200 a 3400 a. C.), lo cual quiere decir que la domesticación del amaranto tuvo lugar en la misma época que la del maíz (Barros, C. y Buenrostro, M., 1997).

El amaranto es un pseudocereal de cultivo anual. La palabra amaranto significa inmarcesible, es decir que no se marchita. La familia Amaranthacea comprende más de 60 géneros y aproximadamente 800 especies de plantas herbáceas anuales o perennes, de las cuales tres son las principales productoras de grano: el *A. hypochondriacus* y el *A. cruentus*, cultivados en México y en Guatemala (Hernández G. y Herreras G., 1998)

El amaranto presenta algunas propiedades para ayudar a mantener la salud. El valor nutritivo de sus granos implica que además de su contenido proteico, el espectro de aminoácidos y los niveles de vitaminas y minerales son excelentes. Varios autores han reportado contenidos de proteína en amaranto que van de 15 a 17%. Pero su importancia no radica sólo en la cantidad, sino en la calidad de la proteína, ya que presenta un excelente balance de aminoácidos. Por su composición, la proteína del amaranto se asemeja a la de la leche y se acerca mucho a la proteína ideal propuesta por la FAO para la alimentación humana. Tiene un contenido importante de lisina, aminoácido esencial en la alimentación humana y que comúnmente es más limitado en otros cereales. Sin embargo, se sabe

que el amaranto se cocina mejor cuando se utiliza una proporción menor en relación con otro grano (de 1:4 a 1:3). Esto limita el potencial del uso de amaranto como fuente de microelementos y vitaminas, lo que significa que debe emplearse en combinación con otros granos (Mapes, S., 2015)

El amaranto puede aportar cantidades importantes de fibra dietética y vitaminas E y B, puede ser una fuente importante de niacina y lisina, así como de fósforo y de magnesio.

El valor nutritivo de los granos del amaranto implica que además de su contenido proteico, el espectro de aminoácidos y los niveles de vitaminas y minerales son excelentes. La tabla 2 presenta la composición química de la semilla de amaranto y en la tabla 3 su composición proteica comparada con otros cereales.

**Tabla 2.** Composición nutrimental del amaranto.

<b>Composición química de la Semilla de Amaranto (por 100 g de parte comestible, en base seca)</b>	
<b>Característica:</b>	<b>Contenido</b>
<b>Proteína (g)</b>	12-19
<b>Carbohidratos (g)</b>	71.8
<b>Lípidos (g)</b>	6.1 – 8.1
<b>Fibra (g)</b>	3.5 – 5
<b>Cenizas (g)</b>	3.0 – 3.3
<b>Energía (kcal)</b>	391
<b>Calcio (mg)</b>	130 – 164
<b>Potasio (mg)</b>	800
<b>Vitamina C (mg)</b>	1.5
<b>Fósforo (mg)</b>	530

Fuente: Mujica, A., Bert, M. y Izquierdo, J. (1997)

**Tabla 3.** Comparación proteica del amaranto frente a otros cereales.

<b>Contenido de Proteína del Amaranto comparado con los principales cereales (g/100 g pasta comestible)</b>	
<b>Cultivo</b>	<b>Proteína</b>
<b>Amaranto</b>	13.6 -18.0
<b>Cebada</b>	9.5 -17.0
<b>Maíz</b>	9.4 -14.2
<b>Arroz</b>	7.5
<b>Trigo</b>	14.0 – 17.0
<b>Centeno</b>	9.4 – 14.0

Fuente: Mujica, A., Bert, M. y Izquierdo, J. (1997)

### **Avena**

La avena entera contiene altas cantidades de nutrientes valiosos, tales como fibra soluble, proteínas, ácidos grasos insaturados, vitaminas y minerales elevadas concentraciones de fibra dietética con propiedades antioxidantes y otros fitoquímicos que le otorgan propiedades eficaces contra la enfermedad cardiovascular y algunos tipos de minerales (Huerta-Ocampo y Barba de la Rosa, 2012).

**La avena aporta en su presentación de copos** contienen seis de los ocho aminoácidos esenciales. Si



se compara con el trigo, que contiene sólo uno, o la cebada y el centeno que no tienen ni uno, se puede ver la importancia de incluir este cereal en la alimentación diaria. Contiene grasas insaturadas y ácido linoleico. Estas grasas, a diferencia de las de origen animal, son saludables y necesarias en la dieta. Los carbohidratos que aporta este cereal, proporcionan energía durante mucho tiempo. De este modo se evita la sensación de cansancio y sueño que se produce por la disminución de los niveles de glucosa, además del aumento del apetito. Entre todos los cereales, la avena es el que más vitaminas y minerales concentrados tiene. Vitaminas, E, B1, B2 y minerales como el calcio, hierro, zinc, fósforo y magnesio están presentes en grandes cantidades. También posee fibra que ayuda a normalizar el tránsito intestinal y a reducir el colesterol. Contiene betaglucanos, estos componentes absorben el colesterol y los ácidos biliares del intestino, evitando que los compuestos nocivos pasen al organismo. También ayudan a eliminarlos de forma natural (Maicera, C., 2011). La tabla 4 resume su composición nutricional.

**Tabla 4.** Composición nutricional de la avena.

Componente (por cada 100g) :	%
Humedad	15.8
Proteínas	11.7
Lípidos	7.1
Fibra	5.6
Cenizas	3.1
Calcio (mg)	79.6
Fósforo (mg)	400
Hierro (mg)	5.8
Zinc (mg)	4.5
Yodo (µg)	6
Tiamina (mg)	0.52
Riboflavina (mg)	0.14
Niacina (mg)	2.37
Energía (kcal)	361

Adaptado de: Moreiras O, Carbajal A, Cabrera L, Cuadrado C., 2013.

### Objetivo

Crear un producto con cualidades nutraceúticas dirigido a todo el público, pero en especial a personas con problemas nutricionales y metabólicos.

### Metodología

Se realizó una investigación de mercado en fuentes primarias y secundarias sobre botanas a base de nopal. Se propone el procedimiento para la obtención de una botana a base de nopal enriquecida con amaranto y avena bajo un proceso de horneado.

## Resultados

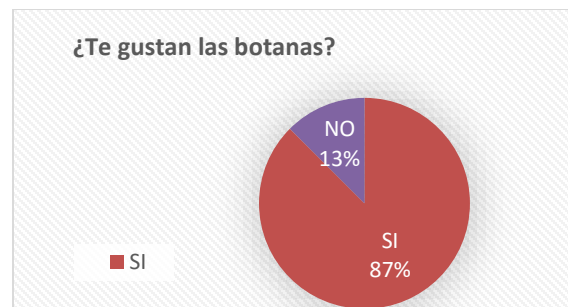
El producto propuesto se enfrenta a un gran mercado de botanas dominado por las papas fritas, sin embargo, estas botana no entran al segmento que nuestro producto puede llegar directamente; que es vender botana saludable. Esta situación por ser nueva, son mayores los riesgos con los que se corren ya que la gente desconoce totalmente el producto.

Específicamente la competencia comercial más cercana en cuanto a botanas de churritos a base de nopal en México se resume en la tabla 5, aunque cabe resaltar que ninguna de ellas fue enriquecida como el caso de Nopalín.

**Tabla 5.** Resultados de investigación de mercado (fuentes secundarias).

Marca	Tipo de churrito	Cantidad por bolsa	Precio (MXN)
NOPALIA	Churrito de nopal enchilado	250 g	25
	Churrito con chipotle	750 g	130
SUSALIA	Maíz – nopal	200 g	32
MUY NATURAL ANGELITOS VERDES	Salado	200g	22.50
NOPALIUX	Salado	150g	25
	Salado	-	-

Las figuras 1 a 5 muestran las respuestas obtenidas de la encuesta aplicada a 40 personas con edades de 18 a 40 años de ambos sexos, pudiéndose apreciar que existe un amplio gusto por el consumo de botanas en general (87%), siendo la segunda opción en gustos la presentación de las botanas en churritos (37%). Existe interés en probar una botana de churritos a base de nopal (62%), prefiriendo aquellas con toque de chile y limón (38%) en presentación en bolsa (72%).



**Figura 1.** Gusto por las botanas.

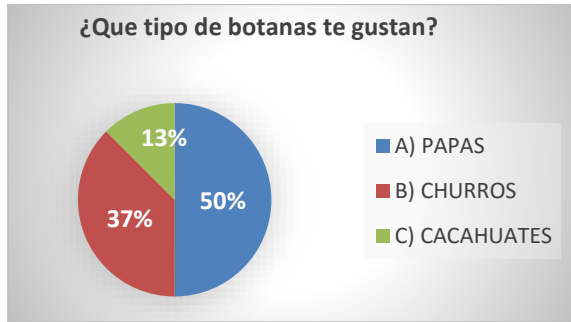


Figura 2. Tipos de botanas consumidas.

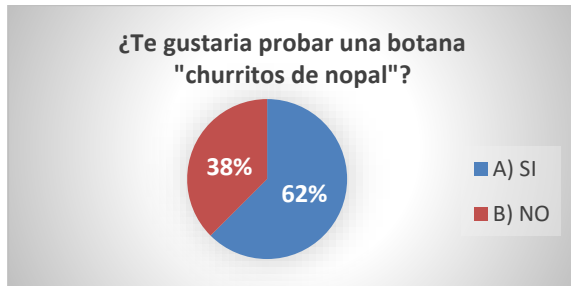


Figura 3. Botana a base de nopal.

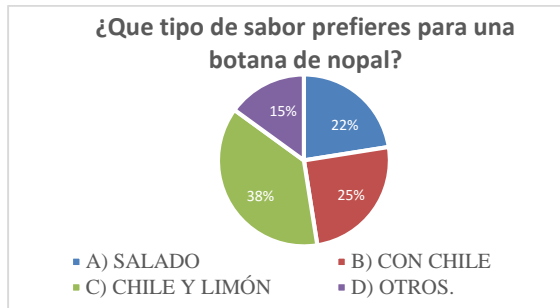


Figura 4. Preferencias de sabor en botana de nopal

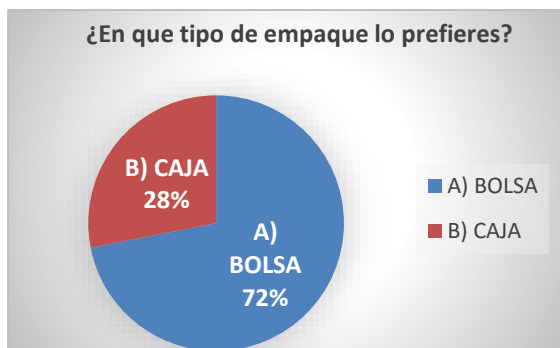


Figura 5. Preferencia de empaque para botana.

La figura 6 resume el procedimiento para la obtención del Nopalín, botana a base de nopal, donde cabe resaltar que el nopal después de ser lavado, desinfectado, desespinado y troceado el nopal, es licuado para integrarse posteriormente con las harinas cernidas de amaranto y avena, la sal y los aditivos.

Antes de ser moldeado para la obtención de los churros, la mezcla debe reposar para favorecer la integración de los ingredientes y el mejor manejo de la masa.

El churro es horneado (a diferencia de la mayoría de las botanas de éste tipo, las cuales son fritas y su aporte calórico se eleva significativamente) en un tiempo de cocción óptimo que garantice la cocción uniforme, crujencia y una humedad final del churro máxima de 8 % para finalmente ser empaquetado a temperatura ambiente.

Para generar un proyecto sustentable se contempla aplicar el proceso de composteo a los residuos orgánicos generados de la limpieza del nopal, así como coordinar el mantenimiento y resiembra de nopal, amaranto y avena en la región de Tehuacán, aplicando la composta generada para el mejoramiento de los suelos.

El índice de maduración del nopal es un factor determinante para conservar el sabor agradable del producto y su manejo adecuado en el proceso, siendo adecuado el equivalente al término de “nopal verdura tierno”.

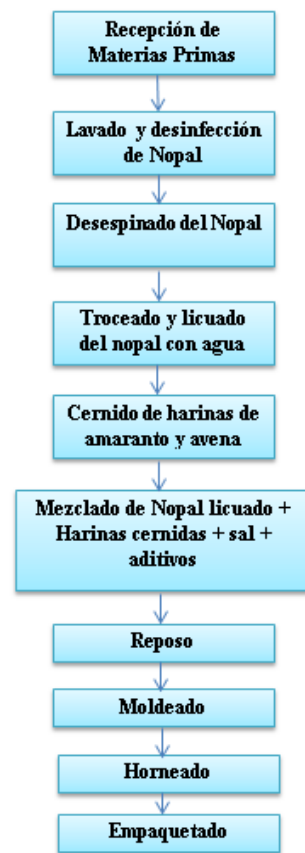


Figura 6. Procedimiento para la elaboración de Nopalín

## Conclusiones

La problemática alimentaria en México es una realidad de origen multifactorial, uno de tantos factores son los productos que el mercado ofrece al consumidor, esta propuesta es una opción para contribuir a la solución, ofreciendo en el mercado una alternativa en el área de botanas para quienes están en la búsqueda de disminuir los problemas de malnutrición.

El proyecto Nopalín, busca crear un producto que promueva el uso sustentable de recursos naturales propios de la Región de Tehuacán como son el nopal y el amaranto, así como impulsar el cultivo y uso de la avena, para integrarlos en un producto con propiedades nutraceuticas, dirigido a todo el público consumidor de botanas, con un aporte calórico menor al promedio de las botanas fritas.

## Agradecimientos

Se agradece a la Primera Jornada Científica Estatal: “Transformación de la materia con enfoque sustentable” por haber otorgado el tercer lugar al proyecto “Nopalín” y como premiación participar en la publicación de la Revista Digital I+D = Dinámica del Saber Edición 2018.

Al Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, quien a través del Departamento de Ingeniería Bioquímica otorgó las facilidades para realizar el presente proyecto y a la División de Estudios de Posgrado e Investigación.

## Autorización y Renuncia

Los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

## Referencias

- Aguilar B., y Peña V. (2006). Alteraciones fisiológicas provocadas por sequía en nopal (*Opuntia ficus-indica*). Revista Fitotecnia Mexicana, Vol. 29 No. 3 pp 231-237. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México.
- Alanis, G. y Velazco, C. (2008). Importancia de las cactáceas como recurso natural en el Noreste de México. Editorial Ciencia UANL, enero-marzo, año XI núm. 001, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México.
- Barros, C. y Buenrostro, M. (1997), Amaranto. Fuente maravillosa de sabor y salud, México, Grijalbo, pp 158.
- Hernández, A. (2006). Nopal sabroso, benéfico y barato, Alimentación y nutrición, Revista del Consumidor, México.
- Hernández G., y Herreras G. (1998). Amaranto: Historia y Promesa. Publicado en Tehuacán: Horizonte del Tiempo Vol. 1 Patrimonio Histórico de Tehuacán A. C. México. pp 529
- Huerta-Ocampo, J. y Barba de la Rosa A. (2012). Caracterización bioquímica y estructural de las proteínas de reserva del amaranto, Editorial Espitia-Rangel,
- Amaranto: Ciencia y Tecnología, México, INIFAP / SINAREFI, pp.293-302, Libro Científico No.2
- Kiesling, R. (1999) Origen, domesticación y distribución de *Opuntia ficus-indica*. J. Prof. Assoc. Cactus Dev., 3: 50–59, disponible en <http://www.jpacd.org>
- Lozano, V. (2016). Cambia de hábitos: Recupera tu salud, cambia tu vida. Editorial Grijalba, ISBN 9786073143608
- Maicera, C. (2011). Todas las propiedades nutricionales de la avena. Consultado en: <https://www.infobae.com/2011/05/17/582112-todas-las-propiedades-nutricionales-la-avena/>
- Mapes, S. (2015). El Amaranto. Revista Ciencia, disponible en: [https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/66\\_3/PDF/Amaranto.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/66_3/PDF/Amaranto.pdf)
- Moreiras O, Carbajal A, Cabrera L, Cuadrado C. (2013) Tabla de composición de alimentos. Guía de prácticas. 16th ed. Madrid: Pirámide, España.
- Mujica, A., Bert, M. y Izquierdo, J. (1997) El cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp.): producción, mejoramiento genético y utilización. FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile
- Prisant, G. (2002). El poder curativo de nopal. Editorial Selector, ISBN 10:9706430687, México, D.F.
- Reyes-Aguero, J.A, Aguirre-Rivera, J.R. y Hernández, H.M. (2005). Systematic notes and a detailed description of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (Cactaceae). *Agrociencia*; 39: 395–408.

## EL MICROCRÉDITO: FINANCIAMIENTO Y REALIDAD DE LOS SERVICIOS CREDITICIOS QUE OFERTAN LAS INSTITUCIONES DE MICROFINANCIAMIENTO

*Rosa María del C. Rivera Villegas<sup>1</sup>, Jesús E. Mejía Luna<sup>2</sup>, Laura I. Cruz Rodríguez<sup>3</sup>*

**Resumen**— Las necesidades que enfrentan las micros, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) en México, y de manera particular en Tehuacán, Puebla, les obliga a recurrir a alguna institución bancaria o de microfinanciamiento para la obtención de algún tipo de crédito. De tal forma, que el Gobierno Federal a través de programas sociales específicos, otorga financiamiento a través de instituciones de microfinanciamiento, las cuales requieren cubrir los requisitos señalados en las reglas de operación vigentes, para ser autorizadas y sean las que proporcionen los beneficios del microcrédito, a personas que no cubren los requisitos para ser sujetos de crédito ante una Institución Financiera. La presente investigación se sustenta en el análisis y revisión de la literatura existente y en un comparativo de servicios que ofertan 28 instituciones financieras ubicadas en Tehuacán, Puebla, cuyo objetivo es conocer los requisitos y facilidades que ofrecen las instituciones financieras, para la obtención de los diferentes tipos de crédito, entre ellos el microcrédito, factor de sostenibilidad empresarial en el desarrollo regional. Como resultado, no se identifican a las instituciones de microfinanciamiento autorizadas conforme a los programas federales para otorgar microcréditos, sino que se trata de instituciones financieras que otorgan diferentes tipos de créditos, con sus respectivas garantías.

**Palabras clave:** Desarrollo Regional, Instituciones de Microfinanciamiento, Microcrédito.

### Introducción

El Microcrédito es considerado como herramienta de combate a la pobreza desde 1974, por las acciones realizadas por Muhammad Yunus, economista, profesor e investigador universitario, quién ante la situación de hambruna que estaba padeciendo Bangladesh. Analiza y replantea la percepción de los denominados pobres y las condiciones y restricciones crediticias que prevalecen alrededor de ellos. La situación que prevalecía alrededor de esta población, reflejaba las limitaciones para la obtención de crédito y las condiciones que presentaban en sus labores artesanales, y el derecho de quedarse con la producción los prestamistas de la región; lo cual, empobrecía la comercialización y el crecimiento de la comunidad. Ante esta situación, y después de muchos procesos, se apertura en 1983 el Banco Grameen, Banco de los pueblos, el cual concede préstamos a personas pobres, que requieren cantidades mínimas, (microcréditos), exentos de intereses y en el cual pueden pagar la cantidad que deseen cuando lo deseen y así para poder elaborar sus productos y ponerlos en el mercado, dando inicio así a una importante forma de organización grupal para la obtención de crédito, basado en la confianza y en el apoyo mutuo. Lo que ha permitido alejar a las familias de la lacra de la pobreza (Yunus, 2010).

De ahí que las Instituciones de Microfinanciamiento adquieren su importancia social al ser galardonadas

con el Premio Nobel de la Paz en el 2006, considerando para ello lo realizado por su creador Muhammad Yunus, a través del Banco Grameen, institución consolidada como una de las más importantes a nivel mundial en su lucha contra la pobreza por medio del financiamiento denominado microcrédito (Reyes y Chaparro, 2010). Se considera que la característica principal de este tipo de financiamiento, está en establecer una relación interpersonal basada en la confianza (Larru, 2008). Es por ello, que el Gobierno Federal a través de la Secretaría de Economía, establece diferentes programas sociales para beneficiar principalmente a las microempresas, las cuales requieren contar con financiamiento principalmente al inicio de su vida empresarial (Mura y Buleca, 2012). Señala García et al., (2014) que México considera a las microfinanzas como herramienta de mejora en las condiciones de vida de las personas.

La Secretaría de Economía a través de la Coordinación General del Programa Nacional de Financiamiento al Microempresario, coordina el Programa Nacional de Financiamiento al Microempresario y la Mujer Rural (PRONAFIM). La forma en que lo lleva a cabo es a través de los fideicomisos públicos: Fideicomiso del programa Nacional de Financiamiento al Microempresario (FINAFIM) y el Fideicomiso del Fondo de Microfinanciamiento a Mujeres Rurales

<sup>1</sup> Doctora en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología, Profesor investigador T.C. de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Complejo Regional Sur. [rosa.rivera@correo.buap.mx](mailto:rosa.rivera@correo.buap.mx)

<sup>2</sup> Ingeniero Civil, Profesor investigador M.T. de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Complejo Regional Sur. [jesus.mejia@correo.buap.mx](mailto:jesus.mejia@correo.buap.mx)

<sup>3</sup> Estudiante de la Licenciatura en Administración de Empresas, Matrícula 201107128

(FOMMUR). Estos fideicomisos, canalizan los recursos hacia las Instituciones de Microfinanciamiento (IMF) y organizaciones autorizadas, las cuales proporcionan los apoyos crediticios a personas establecidas en las Reglas de Operación vigentes de acuerdo a los programas vigentes (DOF, 2017).

De acuerdo a las Reglas de Operación del PRONAFIM (DOF, 2017), se considera Institución de Microfinanciamiento a: *“Personas morales o fideicomisos legalmente constituidos que pueden solicitar apoyos al PROGRAMA, siempre y cuando cumplan con los requisitos establecidos en las presentes REGLAS”*.

Así mismo, define al microcrédito como: *“Crédito otorgado a la POBLACIÓN OBJETIVO para crear UNIDADES ECONÓMICAS y/o incrementar la productividad de las ya existentes.”*

Aunado a esto, consideramos la definición del Microcrédito, por parte de la Conferencia Internacional sobre Microcréditos celebrada en Washington D.C. en 1997, en donde se propuso: *“Los microcréditos son programas de concesión de pequeños créditos a los más necesitados de entre los pobres para que éstos puedan poner en marcha pequeños negocios que generen ingresos con los que mejorar su nivel de vida y el de sus familias”* (Lacalle 2001, citado por Romero et al., 2011).

Lo anterior, refuerza el papel que juegan las Instituciones de Microfinanciamiento para ser las intermediarias para otorgar el microcrédito, como herramienta de combate a la pobreza considerada dentro de las políticas públicas en México desde 1980 (Pérez, 2011).

Por ello, la presente investigación comprende en la primera parte, el análisis de las características y requisitos de las Instituciones de Microfinanciamiento con el objetivo de definir su importancia en el otorgamiento del microcrédito que se genera de los Programas Federales. En la segunda parte se analizan los resultados de los Censos Económicos, INEGI (2014), para visualizar la necesidad de financiamiento que requieren las microempresas para su desarrollo regional empresarial, y así conocer a través del comparativo de servicios de las instituciones financieras de Tehuacán, Puebla, con qué requisitos y tipos de crédito otorgan.

### **Características de las Instituciones de Microfinanciamiento**

El propósito del PRONAFIM es beneficiar a las microempresas del país, facilitando el acceso a los

servicios de microfinanzas, entre ellos el microcrédito, que promuevan la creación de microempresas y beneficie a las existentes. Para poder obtener los apoyos de los fideicomisos, las Instituciones de Microfinanciamiento se clasifican acorde al tamaño de su cartera neta, considerando por ello lo señalado en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Clasificación de las Instituciones de Microfinanciamiento.

Tamaño	Cartera (\$) MDP	
	Mayor o igual a	Menor a
Micro		16
Poquísima	16	55
Mediana	55	107
Grande	107	320
Macro	320	

Fuente: Reglas de Operación PRONAFIM, DOF publicado 22 de diciembre 2017

Las Instituciones de Microfinanciamiento acreditadas, reciben dos tipos de apoyo: Apoyo Crediticio y Apoyo No Crediticio. Dentro de los Apoyos Crediticios, el PRONAFIM otorga seis tipos de créditos estratégicos, que son proporcionados por las Instituciones de Microfinanciamiento, para beneficiar a las Microempresarias en la creación o incremento de la productividad de unidades económicas, siendo éstos:

- Crédito estratégico dirigido a microempresarias con tasa de interés preferencial.*
- Crédito estratégico dirigido a microempresarias para fomentar la capacitación.*
- Crédito estratégico con tasa de interés preferencial.*
- Crédito estratégico para fomentar la capacitación.*
- Crédito estratégico para ampliar cobertura y fomentar la competencia.*
- Crédito estratégico para incentivar el ahorro*

Cada uno de los créditos anteriores, señalan sus montos, tasas, plazos y demás requisitos y condiciones a cumplir por la Institución de Microfinanciamiento. En el caso de los Apoyo No Crediticios, éstos consisten en brindar y promover la participación en: capacitaciones para el desarrollo de capacidades financieras; asistencia a foros y talleres; incubación; entre otros (Reglas de operación PRONAFIM, DOF, 2017).

Para la obtención de Apoyo Crediticios y No Crediticios, las IMF acreditadas, son evaluadas en su desempeño social, conforme a la siguiente Tabla 2.

**Tabla 2.** Evaluación del Desempeño Social.

CALIFICACIÓN	APOYOS CREDITICIOS	CAPACITACIONES PARA EL DESARROLLO DE CAPACIDADES FINANCIERAS Y EMPRESARIALES POR PARTE DE LAS IMF Y ORGANIZACIONES	APOYO NO CREDITICIO PARA PUNTOS DE ACCESO DE MICROFINANZAS	PAGO A PROMOTORAS Y PROMOTORES DE CRÉDITO	ASISTENCIA TÉCNICA A IMF ACREDITADAS
Excelente	Si	Si	Si	Si	Si
Buena	Si	Si	Si	Si	Si
Razonable	Si	Si	hasta mejorar la calificación		Si
Débil	hasta mejorar la calificación				Si

Fuente: Reglas de Operación PRONAFIM, DOF publicado 22 de diciembre 2017

La tabla anterior, determina el Desempeño Social de cada Institución de Microfinanciamiento, lo que facilita la evaluación, define los recursos y seguimiento de cada una de ellas.

Se pueden distinguir tres tipos de impacto de las microfinanzas: de carácter social en la mejora de la calidad de vida de las personas por un incremento de sus ingresos; el que va dirigido al medio microempresarial, en la creación de nuevas microempresas; y el de mejorar las ya existentes (Rodríguez, 2008).

Señala Marban (2007), que en el informe de la Cumbre del Microcrédito del 2005, se calculaba que el número de instituciones dedicadas al financiamiento en el mundo era de 3164, sin embargo, su impacto en la economía de un país es limitado (Lacalle, 2008).

Como característica principal de las microfinancieras, se señala que da inicio con un único producto que era el microcrédito, el cual se ofrecía a personas de escasos recursos, pero que con el paso del tiempo se ve la importancia de contar y brindar servicios más integrales; es decir, variedad en servicios financieros a este tipo de personas que no solo demandan créditos, sino también otro tipo de servicios que les brinden bienestar social (Reyes y Chaparro, 2010).

El acceso a los programas sociales de financiamiento por parte del Gobierno Federal, está supeditado al tamaño de la empresa, sector, al rango en número de trabajadores y rango en el monto de ventas anuales, (Ver Tabla 3); como ejemplo, podemos mencionar al Fondo Nacional Emprendedor, cuyo objetivo es aumentar la productividad de las MIPYMES, con acciones que favorezcan la obtención de financiamiento, lo cual realiza a través del Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM), órgano administrativo desconcentrado, el cual coordina la política nacional de apoyo a emprendedores y MIPYMES, con programas específicos. El INADEM

proporciona los recursos a través de la publicación de convocatorias. La principal limitante para participar, es estar registrado en el Registro Federal de Contribuyentes ante el Servicio de Administración Tributaria (SAT).

**Tabla 3.** Estratificación de las MIPYMES.

ESTRATIFICACIÓN				
Tamaño	Sector	Rango de número de trabajadores	Rango de monto de ventas anuales (mdp)	Tope máximo combinado*
Micro	Todas	Hasta 10	Hasta \$4	4.6
Pequeña	Comercio	Desde 11 hasta 30	Desde \$4.01 hasta \$100	93
	Industria y Servicios	Desde 11 hasta 50	Desde \$4.01 hasta \$100	95
Mediana	Comercio	Desde 31 hasta 100	Desde \$100.01 hasta \$250	235
	Servicios	Desde 51 hasta 100		
	Industria	Desde 51 hasta 250	Desde \$100.01 hasta \$250	250

\*Tope Máximo Combinado = (Trabajadores) X 10% + (Ventas Anuales) X 90%.

Fuente: Reglas de operación del Fondo Nacional Emprendedor para el ejercicio fiscal 2018. Fecha de publicación: DOF, 26 diciembre del 2017.

Es importante considerar lo que la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), indica que el crecimiento económico ha beneficiado más a ricos que a pobres (Rodríguez et al., 2015), lo cual es reflejo de la falta de recursos económicos en los denominados pobres.

#### ***Impacto de las Instituciones de Microfinanciamiento en el desarrollo regional empresarial***

Señala Patiño (2008), que el impacto del microfinanciamiento, se entiende como el efecto que tienen los servicios financieros en la vida de los pobres y sus familias. Para ello, se utilizan como indicadores el crecimiento del ingreso, la generación del empleo, la generación de activos, que solo evalúan las variaciones que los mismos tienen en los pobres. Así mismo, Larru (2008), señala que existen tres formas de abordar el impacto: a través de diseños experimentales aleatorios, diseños no experimentales y diseños de evaluaciones participativas. Con este análisis, pretende comprobar de forma aleatoria, los efectos que se tendrían en el antes y el después de haber obtenido el préstamo, analizando el incremento o decremento del propio patrimonio.

Los resultados en el sector microfinanciero, no siempre son positivos por los efectos de la crisis financiera global, en donde las microempresas han tenido que enfrentar la tendencia descendente de la propia economía nacional. Situación detectada a través de un estudio realizado por el Centro de Estudios para el Desarrollo Rural (2010) en San José, Costa Rica, en el cual se analizaron las tendencias de las microfinanzas en Nicaragua, en seis ángulos temáticos: Entorno, Escala, Extensión, Estructura, Estímulos Externos y Efectos incrementales.

Para identificar el efecto que tiene el financiamiento obtenido por las empresas, se analizan los resultados de los Censos Económicos (INEGI, 2014) en México, los cuales reflejan en su apartado de Financiamiento, el comportamiento que ha tenido el acceso al financiamiento por parte de los establecimientos acorde a su propia actividad económica (Ver Figura 1), y al tamaño de la empresa (Ver Figura 2).



**Figura 1.** Acceso a Financiamiento.  
Fuente: INEGI 2014, Censos Económicos



**Figura 2.** Obtención del financiamiento.  
Fuente: INEGI 2014, Censos Económicos

Dentro del propio análisis de los Censos Económicos 2014, se refleja el porcentaje de establecimientos que prefirieron obtener financiamiento de bancos y cajas de ahorro, en vez del financiamiento de familiares y proveedores (Ver Figura 3), así como de aquellos establecimientos micro que prefirieron utilizar financiamiento no bancario (Ver Figura 4).



**Figura 3.** Financiamiento de bancos y cajas de ahorro.  
Fuente: INEGI 2014, Censos Económicos



**Figura 4.** Fuentes de financiamiento no bancarias.  
Fuente: INEGI 2014, Censos Económicos

Es así como dentro de este análisis se obtiene el resultado de que los establecimientos micro, la cuarta parte de los mismos, destinan el financiamiento para dar marcha a un negocio (Ver Figura 5).



**Figura 5.** Apertura del negocio con financiamiento.  
Fuente: INEGI 2014, Censos Económicos.

Se observa en los resultados que proporciona el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Censos Económicos 2014, que las microempresas requieren para su sostenibilidad, ser sujetos de financiamiento por parte de las instituciones financieras; ya que el principal problema que enfrentan es la no obtención de financiamiento. Esto debido al no poder cubrir con todos los requisitos que solicitan las instituciones financieras y no estar regularizadas en su situación fiscal.

Mejorar el desempeño de las funciones empresariales y contar con las herramientas de planificación estratégica y el control de gestión, facilitarán mejorar el desempeño de las funciones empresariales y elevar su nivel de competitividad y crecimiento, son requisitos indispensables para dirigir sus acciones de la mejor manera; tal es el caso, si consideramos que se requiere elaborar un presupuesto que permita analizar si se hace necesario la obtención de apoyo a través de los propios inversionistas, o de incursionar en un programa de apoyo federal o de recurrir a una Institución de Microfinanciamiento, que facilite el recurso financiero para iniciar el negocio. Por ello, es recomendable que los microempresarios cuenten con la asesoría adecuada para detectar sus necesidades y

así el financiamiento sea utilizado de manera adecuada en la administración eficiente de sus recursos (Mora et al., 2015; Rodríguez et al., 2015).

### Metodología

La presente investigación en una revisión bibliográfica de tipo cualitativa descriptiva, basada en métodos de recolección de datos no estandarizados ni completamente determinados, (Hernández et al., 2010), recogiendo información sobre las variables de estudio: Desarrollo Regional Instituciones de Microfinanciamiento y Microcredito; respecto del financiamiento que reciben las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES), por medio de entrevista directa semiestructurada realizadas a 28 Instituciones Financieras de Tehuacán, Puebla, elegidas al azar y dependiendo de la disponibilidad para brindar la información que se les solicitaba. El propósito de las entrevistas efectuadas fue conocer los servicios, condiciones, requisitos para la obtención de microcrédito o crédito que se oferta; así como a través de un comparativo de los mismos, conocer las oportunidades con las que cuentan las microempresas en su desarrollo regional.

### Resultados

Del Comparativo de Servicios realizado en Tehuacán, Puebla, se analizan a 28 Instituciones Financieras que facilitan crédito a personas o grupos de individuos que conforman algún tipo de empresa, limitando en mucho de los casos los montos, las condiciones y las garantías solicitadas.

Para la presente investigación se entrevistaron a 28 instituciones financieras en la ciudad de Tehuacán, con el propósito de conocer y analizar la oferta y servicios que ofrecen, e identificar si alguna de ellas está considerada como Institución de Microfinanciamiento autorizada en el Programa PRONAFIM y sus fideicomisos, lo cual no fue posible identificar ante la desconfianza y falta de respuesta. Por lo que la investigación se enfocó en realizar entrevistas directas semiestructuradas para conocer si existe el concepto de microcréditos o solo es crédito en general; y así

diferenciar las condiciones y facilidades de crédito que ofrecen a los empresarios. Es importante señalar que las mismas proporcionan el servicio a la región de Tehuacán, Puebla. Los resultados se clasificaron en tres rubros para facilitar su comparación: Financieras que otorgan Microcréditos a los negocios (Tabla 4); Financieras con características particulares (Tabla 5), y las Instituciones Bancarias (Tabla 6).

Para ello, se compararon los servicios que ofertan cada una de las financieras ubicadas en Tehuacán, Puebla para poder identificar los tipos de crédito y servicios que ofrecen en beneficio de las microempresas y de la población en general, considerando las respuestas obtenidas. De dicho resultado, se elaboraron las siguientes Tabla 4, Tabla 5 y Tabla 6, en las cuales se muestra el Comparativo de Servicios de 28 Instituciones Financieras ubicadas en Tehuacán, Puebla, considerando para ello las respuestas obtenidas en la entrevista directa semiestructurada.

En la siguiente Tabla 4, se analizaron 14 instituciones financieras, en donde cada una de ellas determina los requisitos a cumplir para otorgar el financiamiento que requieren las microempresas o microempresarios. Se observa de las respuestas obtenidas lo siguiente:

- Dentro de la gama de servicios, se otorga el microcrédito, solo como un crédito pequeño.
- Los montos de los créditos van desde \$1,000.00 hasta \$100,000.00, una de ellas hasta \$500,000.00, con condiciones para otorgarlos respecto a la garantía y capacidad de pago del cliente. Es decir, son sujetos de crédito si cuenta con las garantías necesarias que respalden el monto solicitado.
- Otorgan plazos que van desde 3 a 60 meses con tasas de interés diferentes.
- El uso y destino del préstamo es requisito en razón del monto y la garantía.
- Cuenta con sucursales en la región de Tehuacán, Puebla. Algunas de ellas a nivel nacional.



**Tabla 4. Financieras que otorgan Microcréditos**

COMPARATIVO DE SERVICIOS FINANCIEROS										
FINANCIERAS QUE OTORGAN MICROCRÉDITOS A LOS NEGOCIOS										
Nombre de la Institución	1.- ¿Su empresa otorga microcréditos dentro su gama de servicios?	2.- ¿Son otorgados por género?	3.- ¿A cuáles van dirigidos estos microcréditos?	4.- ¿A cuánto asciende el monto que usted consideran como microcrédito?	5.- ¿Se condiciona la inversión de los microcréditos dentro de alguno de estas rubros?	6.- ¿Cuál es el interés aplicado? (de manera mensual)	7.- ¿Cuanto es el plazo de pago total?	8.- ¿Cuál es plazo de otorgamiento del microcrédito?	9.- Otorga microcréditos a personas originarias de:	10.- ¿Cuanto con recursos dentro de alguna de estas zonas?
1. Cooperativa ACREMEX SC de AP de RL de CV	Si otorga	Indistinto	Grupos, comerciantes, Viajeros, trabajadores de gobierno, el campo	De \$20,000 a \$250,000	Para uso libre o negocio, pero se verifica su utilización	Varían de acuerdo al tipo de crédito, pero son 2.61% para préstamos personales, 2.3% para comercios, 2% para vivienda y 1.5% para agencias.	Depende de la capacidad de pago del cliente, pero puede llegar máximo hasta 30 meses	De 1 a 7 días, por la investigación y verificación a domicilio que se realiza	1 hora y media de distancia a Tehuacán	Por el momento solo en Tehuacán, pero cuenta con más sucursales en toda la región y otros estados del país
2. Desarrolladora e Inquilinadora de Negocios SAPI de CV SOFOM ENR	Si otorga	Indistinto	De manera individual, grupal y comunitaria.	De entre \$3,000 a \$10,000	Se para hacer crecer o poner un negocio.	Depende del monto pero es del 4.5% más IVA	Puede ir desde los 3 meses hasta más de 18 meses	De 1 a 7 días	Toda la región	Solo en Tehuacán, pero cuenta con sucles en otros registros como Tecmochoctlan.
3. CONSERVA amigos SA de CV SOFOM ENR	Se otorga como crédito simple	Indistinto	Formas Eficaz con actividad empresarial, Formas Eficaz	A partir de \$1,000	Para cualquier.	De 7.32%	De 4 a 12 meses	No aparece con exactitud	Toda la región	Cuenta con varias sucursales en Puebla, Chiapas y Tabasco
4. Financiera La Possevera S de CV del Valle de Tehuacán	Si otorga	Indistinto	Es para grupos, familias, individual y comunitarias.	De \$1,000 a \$10,000	Uso libre y negocio.	De 3% a 5%	De 3 a 6 meses	De 1 a 7 días	Dentro de toda la Región.	Cuenta con sucursales en Tehuacán y Cajalán dentro de Puebla.
5. Libertad Servicios Financieros SA de CV SFF (Caja Libertad, Servicios Financieros)	Si otorga	Indistinto	De manera individual, comunitaria, empresas y a grupos de personas.	Desde \$5,000 hasta \$350,000 y para negocios hasta \$309,000	Simplemente se verifica que se haya usado para lo que se solicita. Pero se clasifican como uso libre.	Ocho entre los 2.45% y 9%	No aparece con exactitud.	No aparece con exactitud.	Toda la región	Cuenta con varias sucursales en Puebla, pero solo una en Tehuacán y en región
6. Te creemos, Financiera Popular	Si otorga	Indistinto	Comerciantes	De \$10,000 a \$20,000	Los préstamos otorgados pueden ser para Negocios, Comercio y para inversiones.	Del 5% al 10%	Es variable y depende del tipo de crédito. Pero comúnmente son de entre 6 a 18 meses.	De 1 a 7 días	Toda la región	En Tehuacán y todos los estados de la república.
7. Financiera Independencia	Si otorga	Indistinto	Viajeros, trabajadores de gobierno, comunitarios y familias personas con actividades comerciales reconocidas.	De \$10,000 a \$20,000	Se para uso libre.	Del 5% al 10%. Especificamente el 7%	Es variable pero entre en un rango de 6 a 18 meses máximo.	Dentro de las próximas 48 horas	Toda la región	En Tehuacán y todos los estados de la república.
8. FINANCAP SA de CV	Si otorga	Indistinto	Para grupos y comunitarios	Entre \$1,000 a \$3,000	Se enfoca sobre todo a inversiones.	Del 3% al 2%	De 3 a 6 meses	De 1 a 7 días	Toda la región	En Tehuacán y todos los estados de la república.
9. Crédito Familiar	Si otorga	Indistinto	Bancamente a personas que desean mejorar sus registros, comunitarios, y como tal el nombre de la empresa a familias que desean mejorar sus condiciones de vida	Desde \$2,000 hasta \$70,000	Se para uso libre.	Del 5% al 10%	Plazos acordados de 12 a 24 meses.	Respuesta dentro de un plazo de 48 horas	Toda la región	En Tehuacán y todos los estados de la república.
10. FINCA SA de CV SOFOM ENR	Si otorga	Indistinto	Se para grupos y comunitarios.	El primer préstamo puede ser de \$1,500 hasta \$10,000 dependiendo de la capacidad de pago.	Se para principalmente para negocios.	4% para nuevos clientes y 2.5% para clientes recurrentes	Mínimo de 3 meses y máximo de 32 meses.	De 1 a 7 días.	Se localiza a personas de toda la región	Por el momento solo en Tehuacán.
11. Caja Popular Mexicana SA de AP de RL de CV	Si otorga	Indistinto	Para las personas en general	Desde \$50,000 hasta \$100,000	Para el uso que mejor convenga al interesado, siempre y cuando se cumplan para llevar a cabo actividades (comercio de autos, planilla, etc)	Es de 2.66% mínimo	Depende de la finalidad pero es de máximo 60 meses	De 1 a 7 días	Toda la región	Se cuentan con 3 sucursales dentro de Tehuacán y varias sucursales en toda la república.
12. IDC Inclinando Emprendedores	Si otorga	Solamente mujeres	Se otorga a grupos a partir de 3 personas con registros.	Inversión de \$1,000 a \$3,000	Se para hacer crecer los negocios.	De 3% a 10%	De 3 a 6 meses	De 7 a 15 días	Toda la región	Actualmente solo en Tehuacán
13. PRO-ÉXITO SA de CV	Si otorga	Indistinto	Para Grupos de Microempresarios que desean mejorar sus registros.	De \$2,000 a \$30,000	Se para crecimiento e inversión para negocios.	Del 3% al 5%	De 3 a 6 meses. Vienen calculados entre 4 meses.	No aparece con exactitud.	Toda la región	Cuenta con varias sucursales en el estado de Puebla
14. Capital del País, SA de CV	Si otorga	Indistinto	Individuales, en grupo y comunitarios.	De \$2,000 a \$15,000	Dependiendo de la solicitud del crédito.	No aparece con exactitud	No aparece con exactitud.	No aparece con exactitud.	Toda la región	Cuenta con varias sucursales en el estado de Puebla

Fuente: elaboración propia con información de 14 Instituciones Financieras

La siguiente Tabla 5, muestra los resultados obtenidos en las financieras consideradas con características

particulares, por ser Sociedades Financieras de Objeto Múltiple (SOFOM).

**Tabla 5. Financieras con características particulares**

FINANCIERAS CON CARACTERÍSTICAS PARTICULARES										
Nombre de la Institución	1.- ¿Su empresa otorga microcréditos dentro su gama de servicios?	2.- ¿Son otorgados por género?	3.- ¿A cuáles van dirigidos estos microcréditos?	4.- ¿A cuánto asciende el monto que usted consideran como microcrédito?	5.- ¿Se condiciona la inversión de los microcréditos dentro de alguno de estas rubros?	6.- ¿Cuál es el interés aplicado? (de manera mensual)	7.- ¿Cuanto es el plazo de pago total?	8.- ¿Cuál es plazo de otorgamiento del microcrédito?	9.- Otorga microcréditos a personas originarias de:	10.- ¿Cuanto con recursos dentro de alguna de estas zonas?
15. WAC de México SA de CV SOFOM ENR	No se clasifican como micro, solo como créditos.	Indistinto	Solo es para maestros.	No hay monto preestablecido.	Es de uso libre.	De 1% a 3%	Más de 18 meses.	No tubo respuesta.	Dentro de toda la Región.	Solo en Tehuacán dentro del estado de Puebla.
16. Crédito Maestro / Financiera Maestro SA de CV SOFOM ENR	Si otorga.	Indistinto	Viajeros y para jubilados y pensionados.	Mínimo de \$2,000 hasta \$29,000.	Se para uso que mejor convenga al solicitante.	Del 3% al 5%	De 6 a 12 meses.	De 1 a 7 días.	Todo el estado de Puebla.	Por ahora solo en Tehuacán.
17. Diarista Extra	No se clasifican como micro, solo como créditos.	Indistinto	Solo para maestros y servidores de salud.	De \$50,000 a \$100,000	Es para uso libre.	Del 3% al 5%	Más de 18 meses.	De 1 a 7 días.	Toda la región.	Solo en Tehuacán, dentro de Puebla. En Querétaro y en Pachuca.
18. Koa Dinero	No se maneja el concepto de crédito, solo son créditos financieros.	Indistinto	Viajeros	Van desde \$3,000 hasta \$10,000.	Se para uso libre.	De 1% al 3%	Es variable pero comúnmente son de entre 6 a 12 meses.	De 1 a 7 días	Toda la región	Tehuacán y en otros estados.

Fuente: elaboración propia con información de 4 Instituciones Financieras.

Estas instituciones financieras no proporcionan lo que se considera microcrédito, solo créditos pequeños en general. Adicional a esto, se observa en los resultados obtenidos, lo siguiente:

- Las tasas de interés son variadas, van del 1% al 5%.
- No se condiciona el uso del crédito.
- Se financia desde \$2,000.00 hasta \$220,000.00 con plazos diferentes.

- Sus créditos requieren garantías personales, como respaldo de nóminas federales de maestros y servidores de salud.
- La mayor parte de los créditos requieren garantías físicas: facturas de autos, bienes inmuebles, etc.

En la siguiente Tabla 6, se analizan los servicios de financiamiento que ofrecen las Instituciones Bancarias.

Tabla 6. Instituciones Bancarias

INSTITUCIONES BANCARIAS										
Nombre de la Institución	1.-¿Su empresa otorga microcréditos dentro de gama de servicios?	2.-¿Son otorgados por internet?	3.-¿A quiénes van dirigidos estos microcréditos?	4.-¿A cuánto asciende el monto que se les otorgan como microcréditos?	5.-¿Se condiciona la mayoría de los microcréditos dentro de alguno de esos rubros?	6.-¿Cuál es el interés aplicado? (de manera mensual)	7.-¿Cuál es el plazo de pago total?	8.-¿Cuál es el plazo de amortización del microcrédito?	9.-¿Otorga microcréditos a personas originarias de?	10.-¿Cuenta con sucursales dentro de alguna de estas áreas?
19. Banca Azteca S.A. Institución de Banca Múltiple.	Solo con consideración especial.	Indefinido	Créditos de consumo, personales, agrícolas, nomina, préstamos y empresariales.	Se indica , para consumo menores de entre \$2,000 y \$100,000, para créditos de consumo, hasta \$70,000 en préstamos personales, en grupo hasta \$40,000, ya sea número de \$2,000 hasta \$30,000, para empresarios desde \$1,000 hasta \$100,000	Uno personal	De 11.2% en promedio.	Mínimo de un mes, máximo 2 años.	Desde 24 horas	Toda la región	Cuenta con varias sucursales en Puebla, pero solo dos en Tehuacán.
20. BanCoppel S.A. Institución de Banca Múltiple	Solo préstamos personales.	Indefinido	Estudiantes, comerciantes, Hábitat, trabajadores de gobierno.	La cantidad mínima es de \$1,000	Es de uso libre	De entre 3% y 5% de manera mensual	De 12 meses.	De 1 a 7 días	Toda la región	No cuenta con sucursal
21. Banca Compartamos S.A. Institución de Banca Múltiple	Si otorga.	Indefinido, aunque cuenta con una especial	Grupos, Comerciantes	La cantidad es de \$4,000 hasta \$6,000 en el crédito mujer, de \$6,000 hasta \$20,000 en el crédito.	Para apoyar los negocios y el emprendimiento.	No aparece con exactitud.	De 4 a 6 meses para crédito mujer, de 5 a 8 para comerciantes.	No aparece con exactitud.	Toda la región	Tehuacán y Ajalpan.
22. Banca Inbursa, S.A. Institución de Banca Múltiple / Grupo Walmart	No, solo créditos bajo ciertos rubros.	PYMES	Negocios, comerciantes.	Máximo de \$200,000	Para inversión en Negocio.	Menos del 3%. Aproximadamente 3.20%	De 12 a 60 meses.	No aparece con exactitud.	Toda la región	No, el contacto con el banco se logra a través de Walmart y Grupo Aldi.
23. Banco Mercantil de Norte (BANORTE)	No maneja la gama de microcréditos, solo créditos.	Indefinido	PYMES	De \$10,000 en adelante	Se para inversión en negocio.	Variable dependiendo del tiempo y el monto, entre el 3% y el 13%	Puede ser desde 12 meses hasta 10 años.	De 15 a 30 días	Toda la región	Solo en Tehuacán, y en otras estados
24. BBVA Bancomer, S.A. Institución de Banca Múltiple	No se maneja el concepto de micro, solo son créditos tradicionales	Indefinido	PYMES	Desde \$1,000.000 hasta \$5,000,000	Se para inversión a en negocio	Del 3% al 3%	Es variable, de acuerdo al monto.	Inmediato en personas y para PYMES con nueva investigación.	Toda la región	Solo en Tehuacán, y en otros estados.
25. The Hongkong and Shanghai Banking Corporation (BANCO HSBC)	Si otorga.	Indefinido	Para comerciantes, vivienda y trabajadores de gobierno.	Puede ser variable dependiendo de los antecedentes del cliente.	Dependiendo del tipo de crédito.	Más del 15%	Normalmente más de 18 meses	De 1 a 7 días	Toda la región	Solo en Tehuacán, y en otros estados
26. El Banco Nacional de México, S.A. (BANAMEX)	No, solo distintos tipos de créditos.	Indefinido	Todo tipo de personas, estudiantes, comerciantes, trabajadores de gobierno, etc.	Mínimo de \$3,000 hasta \$500,000	Es para uso libre.	Del 3% al 3%	Más de 18 meses	De 1 a 7 días.	Toda la región.	En Tehuacán y Abasco dentro de la región.
27. Banca de Santander, S.A.	Si otorga.	Indefinido	Para todo el público, mayores de 18 años, que cumplan los requisitos.	De \$50,000 a \$100,000	Ninguna condición	Es variable dependiendo del tipo de crédito solicitado.	Más de 18 meses	Indefinido	Toda la región	Solo en Tehuacán, y en otros estados
28. The Bank of Nova Scotia (SCOTIABANK)	No se consideran como micro, solo créditos	Indefinido	PYMES	De hasta \$10,000,000	Para hacer crecer un negocio.	De 1% al 3%	Desde 6 meses hasta 5 años	No aparece con exactitud	Toda la región	Cuenta con varias sucursales en el estado de Puebla.

Fuente: elaboración propia con información de 10 Instituciones Financieras.

Estas Instituciones Bancarias ofertan diferentes servicios, en los cuales se observa lo siguiente:

- Las tasas de interés son variadas, van del 3% hasta más del 15%, dependiendo del crédito solicitado.
- No se condiciona el uso del crédito.
- Los créditos se ofertan en su mayoría a las PYMES.
- Se financia desde \$2,000.00 hasta \$500,000.00 con plazos diferentes.
- Estas instituciones otorgan créditos con el respaldo de garantías físicas, ya sea nóminas federales, empresas ya establecidas con cierto período de tiempo, facturas de autos, bienes inmuebles, etc.
- Para otorgar los créditos realizan un análisis crediticio que respalde la solicitud, en razón del monto.
- Su uso está condicionado en razón del monto.
- Los montos varían en razón de las necesidades y las garantías otorgadas.

## Conclusiones

Son diferentes problemas que enfrentan las MIPYMES, y que se convierten en retos para lograr su sostenibilidad empresarial. El principal de ellos, es la falta de financiamiento que pueda obtener al inicio o en el transcurso de su vida empresarial.

Otro aspecto a considerar en las MIPYMES de Tehuacán y su región, radica en las deficiencias administrativas que las mismas enfrentan, ante la falta de capacitación en los procesos financieros y el desconocimiento en el acceso al financiamiento. Así mismo, es importante señalar que no se identifican a las Instituciones de Microfinanciamiento acreditadas, ya que se denominan simplemente como Cajas de Ahorro, Financieras en general, y las propias instituciones financieras denominadas bancos.

Del estudio realizado se observa que en muchos de los casos algunas Instituciones Financieras localizadas en Tehuacán, Puebla, otorgan microcrédito como un crédito pequeño o simplemente crédito, a determinadas actividades respaldadas con algún tipo de garantía, tales como nómina de profesores de la Secretaría de Educación Pública, comerciantes ya establecidos o que cuenten con un aval financiero. Lo cual no garantiza ni proporciona la seguridad en la obtención de los créditos solicitados, lo que demerita el acceso al financiamiento para las microempresas que inician o para aquellas que ya están establecidas.

## Autorización y Renuncia

Los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del saber edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni

por el contenido ni por las implicaciones de lo que sea expresado en el escrito.

## Referencias

- 1) Centro de Estudios para el Desarrollo Rural (2010). Evaluación del apoyo Neerlandés al sector de microfinanzas en Nicaragua Ministerio de asuntos exteriores de los países bajos (IOB). Mayo. [www.cdr.or.cr](http://www.cdr.or.cr).
- 2) Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censos económicos. Resultados definitivos (2014). Disponible en: [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ce/ce2014/doc/presentacion/pprd\\_ce2014.pdf](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ce/ce2014/doc/presentacion/pprd_ce2014.pdf)
- 3) García Horta, José L., Zapata Martelo, Emma, Valtierra Pacheco, y Esteban, Garza Bueno, Laura (2014). El microcrédito como estrategia para atenuar la pobreza de las mujeres, ¿cuál pobreza?- Estudios Fronterizos, nueva época, vol. 15, núm. 30, julio-diciembre, pp. 97-126. ISSN 0187-6961.
- 4) Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2010). Metodología de la investigación. México: Editorial Mc Graw Hill.
- 5) Lacalle Calderón, Maricruz, Rico Garrido, Silvia, Durán Navarro, Jaime (2008). Estudio piloto de evaluación de impacto del programa de microcréditos de Cruz Roja Española en Ruanda. *Revista de Economía Mundial* 19, 83-104.
- 6) Larrú, José María (2008). □Las evaluaciones de impacto con asignación aleatoria y los microcréditos. *Revista de Economía Mundial*, núm. 19, pp. 33-62 Universidad de Huelva, □Huelva, España.
- 7) Mora-Riapira, Edwin H., Vera-Colina, Mary A. y Melgarejo-Molina, Zuray A. (2015). Planificación estratégica y niveles de competitividad de las Mipymes. *Estudios gerenciales*, Elsevier Doyma, 0123-5923/© 2013 Universidad ICESI. Publicado por Elsevier España, S.L.U.
- 8) Mura, Ladislav, Buleca Ján (2012). Evaluation of Financing Possibilities of Small and Medium Industrial Enterprises. *Procedia Economics and Finance* 3 217-222.
- 9) Patiño, Omar A. (2008). Microcrédito. Historia y experiencias exitosas de su implementación en América Latina. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, núm. 63, mayo-agosto, pp. 41-57 Universidad EAN. □Bogotá, Colombia. ISSN: 0120-8160.
- 10) Pérez M. Susana (2011). Políticas públicas de combate a la pobreza en Yucatán, 1990-2006. *Gestión y Política Pública*, Volumen XX, Núm. 2, II Semestre. pp. 291-329.
- 11) Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (2013). *Diario Oficial de la Federación*, Fecha de publicación: 20 mayo 2013. Disponible en: <http://pnd.gob.mx/>
- 12) Reglas de Operación del Fondo Nacional Emprendedor (2018). DOF. Fecha de publicación: 26 diciembre 2017. Disponible en: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5508940&fecha=26/12/2017](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5508940&fecha=26/12/2017)
- 13) Reglas de Operación del Programa Nacional de Financiamiento al Microempresario y a la Mujer Rural (2018). DOF. Fecha de publicación: 26 diciembre 2017. Disponible en: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5508815&fecha=22/12/2017](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5508815&fecha=22/12/2017)
- 14) Reyes M., Nydia y Chaparro G. Fernando (2010). Propuesta de publicación de información financiera y social para las instituciones prestadoras de servicios de microcrédito. *Cuaderno de. Contabilidad*, Bogotá, Colombia, 11(29), pp. 367-393. Julio-Diciembre.
- 15) Rodríguez Vázquez, V.P., Raccanello, K., Aguilar Pérez, C.J. (2015). El financiamiento a las microempresas en el Distrito Federal. Una aplicación del modelo FOCO. *Revista FIR, FAEDPYME International Review // Vol. 4 N° 6 // enero - junio de 2015 // pp. 34-44 // e-ISSN: 2255-078X*
- 16) Rodríguez Garcés, Catalina (2008). Impacto de las Microfinanzas: resultados de algunos estudios. Énfasis en el sector financiero. *Revista Ciencias Estratégicas*. Vol 16, No 20 p. 281-298. Medellín-Colombia. Jul-Dic de 2008 - ISSN: 1794-8347.
- 17) Romero Álvarez, Y., Arenas Sosa, A., Carrillo Cantillo, D., Vergara Bocanument. D. (2011). Aspectos del Microcrédito en su Concepción Original, en *Búsqueda de Factores de Mayor Impacto en Colombia: Revisión de Tema*. Tecno.Lógicas. no.26 Medellín Jan./June, ISSN 0123-7799.
- 18) Yunus, Muhammad (2010). *El Banquero de los pobres. Los microcréditos y la batalla contra la pobreza en el mundo*. Editorial Paidós. ISBN: 978-84-493-2136-8. Barcelona, Buenos Aires, México.
- 19) Yunus, Muhammad (2010). *Empresas para todos*. Grupo Editorial Norma. ISBN:978-958-45-2943-5. Bogotá, Colombia.

## RIESGO FINANCIERO EN LAS MICROEMPRESAS DE TEHUACÁN.

*\*Luis Carlos Ortuño Barba<sup>1</sup>, Renato Emilio Ortiz Saucedo<sup>2</sup>, Omar Gómez Carrasco<sup>3</sup>, Armando Heredia González<sup>4</sup>, Karen Yuliana Pavón Zamudio<sup>5</sup>.*

**Resumen**— El reto principal de este trabajo es identificar y definir las características más importantes del riesgo financiero -que, para la presente investigación, está conformado por los riesgos: operativo, de crédito, de mercado, de liquidez y cambiario, los cuales se constituyeron como dimensiones de la variable y se pretende alcanzar con la construcción de un instrumento de recolección de datos que cumpla con las especificaciones metodológicas de confiabilidad y validez. Lo anterior se logró utilizando un diseño de investigación con una etapa exploratoria inicial, seguida de una de corte descriptivo. La exploración permitió obtener datos y elementos que condujeron a identificar los riesgos asociados a las empresas en general partiendo de la precisión teórica de los elementos del riesgo financiero. El instrumento resultante cuanta con la validez y confiabilidad requeridas. Se concluye, entre otros aspectos, que las microempresas de Tehuacán, en general, están más expuestas al riesgo de crédito y presentan vulnerabilidad en otras dimensiones de la variable riesgo financiero. La valoración individual de las empresas permitirá proponer acciones preventivas y correctivas una vez realizada la fase cualitativa del proyecto de investigación fuente de este trabajo.

**Palabras clave:** Instrumento de recolección de datos, Microempresa, Riesgo financiero.

### Introducción

Normalmente el riesgo tiene una connotación negativa; sin embargo, algunos riesgos pueden llevar a tener beneficios económicos. En el entorno empresarial, la aceptación de riesgos es necesaria para obtener una ventaja competitiva y generar un beneficio. De hecho, el “riesgo” se deriva del verbo *riscare* italiano, que significa “atreverse”. Las empresas buscan generar ganancias atreviéndose a buscar oportunidades mediante el aprovechamiento de la oportunidad del riesgo (Consejo Coordinador Empresarial, 2011).

La correcta identificación y evaluación de los riesgos se está convirtiendo en un elemento crucial en la gestión de las empresas. En un entorno cada vez más globalizado y sofisticado, anticiparse a situaciones potencialmente adversas supone una ventaja competitiva que contribuye de forma sustancial a lograr los objetivos estratégicos marcados en la empresa.

El riesgo es un elemento inherente a la propia actividad de la empresa y, aún más, en sus diferentes manifestaciones está presente en cualquier tipo de actividad; en la mayor parte de los casos no es posible establecer mecanismos para su completa eliminación,

por lo que se hace absolutamente imprescindible gestionarlo de forma adecuada para minimizarlo; el proceso tradicional de administración de riesgos se centra en atender riesgos propios de la entidad<sup>1</sup>, ignorando las implicaciones para el valor de la empresa, la premisa actual es un proceso en el que la dirección pueda manejar la incertidumbre y evaluar amenazas y oportunidades que enfrenta la empresa para crear, destruir o preservar el valor de una entidad con la aplicación de las siguientes fases: 1. Alcance y estrategia, 2. Análisis, 3. Implementación y, 4. Monitoreo (Consejo Coordinador Empresarial, 2011).

Sin embargo, la naturaleza de la incertidumbre ha cambiado sustancialmente a partir del nuevo milenio y actualmente las empresas afrontan elementos de incertidumbre variados y remotos, capaces de causar daños irreversibles después de períodos de latencia relativamente prolongados (Rodríguez, Carlos, & de Llano, 2013). El fracaso empresarial es un claro ejemplo de ello: los eventos de fallo y la propia extinción no son fenómenos súbitos e imprevistos, sino procesos causados por desequilibrios y anomalías financieras latentes que se van agravando e intensificado hasta conducir a la empresa a un estado de deterioro sin retorno.

<sup>1</sup> Maestro en Impuestos, Docente de Tiempo Completo del Departamento de Ciencias Económico Administrativas en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, lucaorba@hotmail.com

<sup>2</sup> Maestro en Administración de Negocios. Docente de Tiempo Completo del Departamento de Ciencias Económico Administrativas en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, brunoortizsaucedo@yahoo.com.mx

<sup>3</sup> Maestro en Administración. Docente de Tiempo Completo en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan, mercaomar@gmail.com

<sup>4</sup> Doctor en Ciencias en Desarrollo Regional. Docente de Tiempo Completo del Departamento de Ciencias Económico Administrativas en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, aheredia2001@yahoo.com.mx

<sup>5</sup> Estudiante de la carrera de Contador Público en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, cpyuliana\_pavon@outlook.es

<sup>1</sup> La organización de un proceso de administración de riesgos que se centra en sólo partes de un negocio se conoce como una estructura de silo.

El fracaso empresarial puede definirse como el momento, conforme a un umbral, en el que es patente el incumplimiento de los objetivos estratégicos y financieros planteados; los cuales pueden ser, entre otros, el nivel de ventas, el margen de rentabilidad o el volumen de empleos necesarios generado (Mosqueda, Indicadores del Fracaso en las Empresas Mexicanas, 2008). El extremo del fracaso empresarial, definitivamente es la quiebra, que puede clasificarse en jurídica y técnica, dependiendo de los parámetros que se empleen para determinarla: las leyes o las finanzas respectivamente, pero en cualquier caso implican la desaparición de la entidad.

Las microempresas<sup>2</sup> prevalecen en número prácticamente en todo el mundo, en México el 94.3% de las unidades económicas lo son, sólo aportan una décima parte de la producción, sin embargo, generan cuatro de cada diez puestos de trabajo y el monto promedio de las inversiones requeridas en este tipo de establecimientos es apenas una décima parte del promedio general (INEGI, 2015), la esperanza de vida de las empresas en México al nacer es de 7.8 años.

Según estimaciones del Conjunto Mexicano de Pequeñas y Medianas Empresas, el 70% de las nuevas empresas que se crean en México quiebran antes de los dos años de vida por una limitada educación financiera y capacitación, además, de acuerdo con la firma consultora Salles, Sainz, Grant Thornton, S.C. ocho de cada diez pymes fracasa por mala gestión financiera antes de los cinco años y el 90% antes de alcanzar la década de vida (Vargas, 2012). Un estudio realizado por la Red de Estudios Latinoamericanos de Administración y Negocios (En adelante Relayn) a 33,983 micro y pequeñas empresas activas e inactivas señala que la causa de mortandad de las empresas de estos tamaños es causada, en distinto grado, por siete factores: 1. Los ingresos no son suficientes para subsistir, 2. Las diversas deudas, 3. La falta de capital para invertir, 4. El pago excesivo de impuestos, 5. La falta de dinero para invertir en publicidad y dar a conocer su empresa, 6. El alza de precio en los combustibles, y 7. La inflación en general (Peña, Aguilar, & Posada, 2017).

Datos globales, como los anteriores han motivado que diversos investigadores desarrollen instrumentos con el objetivo de analizar los riesgos a los que están

expuestas todo tipo de empresas, incluyendo aquellos estudios sobre el fracaso empresarial. Mosqueda (2010), selecciona una serie de estudios como referencia temática entre los que aprecia el estudio pionero de clasificación y predicción de quiebra que data de 1935 elaborado por Smith y Winakor y algunos otros cuyas metodologías de estudio incluyen: índices financieros, análisis discriminante utilizando modelos univariados, logic y probit, redes neuronales, análisis discriminante multivariado, teoría del síndrome financiero y aproximación rough set. Independientemente del método utilizado para la construcción de cada modelo, la consecución de datos, en todos los casos, es generada por un adecuado instrumento de recolección de datos adaptado a las características de las que son sujeta de estudio.

De acuerdo con Ambrosone (2007), uno de los ocho componentes de la gestión de riesgos, en el marco del documento denominado informe COSO, es la identificación de eventos<sup>3</sup>, es decir, la apreciación de acontecimientos internos y externos que afectan a los objetivos de la entidad, diferenciando entre riesgos y oportunidades buscando la retroalimentación hacia la estrategia de la dirección o hacia los procesos para fijar objetivos.

La pregunta central de esta investigación es ¿Cuáles son las características del riesgo financiero a las que están expuestas las microempresas de la ciudad de Tehuacán, ubicada en el estado de Puebla?

El reto principal es identificar y definir las características más importantes del riesgo financiero - que, para la presente investigación, está conformado por los riesgos: operativo, de crédito, de mercado, de liquidez y cambiario tal y como se definen conceptualmente en la Tabla 1- y se pretende alcanzar con la construcción de un instrumento de recolección de datos que cumpla con las especificaciones metodológicas de confiabilidad y validez.

**Tabla 1.** Definición conceptual de las variables de estudio.

Componente del riesgo financiero	Definición conceptual
Riesgo operativo	Pérdida potencial por fallas o deficiencias en los controles internos, por errores en el procesamiento y almacenamiento

<sup>2</sup> Para efectos de este estudio se considera microempresa aquella unidad de negocios que cuenta con desde dos hasta diez trabajadores, generalmente incluyendo al propietario y que generan ventas anuales por hasta cuatro millones de pesos mexicanos.

<sup>3</sup> Los ocho componentes de la gestión de riesgos de acuerdo con el Committee of Sponsoring Organizations (COSO) son: Ambiente interno, Establecimiento de objetivos, Identificación de eventos, Evaluación de

riesgos, Respuesta al riesgo, Actividades de control, Información y comunicación y por último Supervisión. El presente artículo se centra en la identificación de eventos (en las microempresas) aunque el proyecto de investigación integral del que surge el presente documento incluye el análisis de otros componentes.

	de las operaciones o en la transmisión de la información, en el personal (fraudes o robos), en los sistemas internos, o bien a causa de acontecimientos externos. Esta definición incluye al riesgo legal y al tecnológico.
Riesgo de crédito	Pérdida potencial por la falta de pago de un acreditado o contraparte en las operaciones que realizan las instituciones, incluyendo las garantías reales o personales que otorguen.
Riesgo de mercado	Pérdida potencial por cambios en los factores de riesgo que inciden en la valuación de activos, tales como precios, tasas de interés o tipos de cambio, entre otros.
Riesgo de liquidez	Pérdida potencial por la imposibilidad o dificultad de renovar pasivos o de contratar otros en condiciones normales para la empresa, por la venta anticipada o forzosa de activos a descuentos inusuales para hacer frente a sus obligaciones.
Riesgo cambiario	Probabilidad de sufrir pérdidas por fluctuaciones en los tipos de cambio de las monedas en las que están denominados los activos, pasivos y operaciones fuera de balance de una entidad.

Fuente: Elaboración propia con información del Consejo Coordinador Empresarial (2011).

El presente estudio se aborda particularmente desde tres focos teóricos y empíricos de aproximación: 1) La definición de riesgo financiero y clasificación de sus componentes emitido por el Consejo Coordinador Empresarial cuyo sustento es el marco de la gestión de riesgos de acuerdo con el COSO, 2) El modelo de Ratio Ponderado de Valoración (RPV de aquí en adelante) propuesto por Mosqueda en 2008 para predecir la quiebra en las micro y pequeñas empresas y, 3) El estudio empírico realizado en 2016 y publicado en 2017 por la Relayn para definir los factores que determinan el cierre de la micro y pequeña empresa ubicadas particularmente en la República Mexicana.

### Metodología

Dado que se carece de información suficiente del objeto de estudio y por desconocer el funcionamiento financiero de las microempresas de Tehuacán, el tipo de investigación una vez revisada la literatura, fue de tipo exploratoria en una primera etapa. La exploración permitió obtener datos y elementos que condujeron a identificar los riesgos asociados a las empresas en general partiendo de la precisión teórica de los elementos del riesgo financiero.

La revisión de la literatura permitió identificar, partiendo de la clasificación de los componentes del riesgo financiero, los atributos considerados para la apropiación de datos, tanto para generar el modelo RPV como para realizar la investigación de Relayn antes descrita.

Posteriormente se realizaron dos etapas de corte descriptivo, la primera para identificar a los elementos de riesgo y la segunda orientada a la caracterización de las políticas y actividades que generan riesgo en las microempresas; las características que se buscaron en esta etapa se determinaron de acuerdo con la conceptualización y operacionalización de la variable denominada riesgo financiero que consta de cinco dimensiones: riesgo operativo, riesgo de crédito, riesgo de mercado, riesgo de liquidez y riesgo cambiario (ver Tabla 1). Se utilizaron seis indicadores, 15 sub indicadores y 90 ítems.

La selección del diseño de la investigación se basó en el análisis de las características del diseño cuantitativo no-experimental, ya que solo se analizarán las microempresas de Tehuacán en su contexto natural sin manipular ninguna variable, para realizar el análisis e interpretación pertinente. Además de ser un estudio de tipo transversal, porque la recolección de datos se realiza en un sólo momento; del 26 de junio al 4 de julio de 2018 se llevó a cabo la prueba piloto en la que se administró el instrumento a una muestra de 31 microempresas del municipio de Tehuacán en el Estado de Puebla -12 comerciales, 4 industriales y 15 de servicios-; el objetivo de dicha aplicación fue probar la pertinencia y eficacia del instrumento para implementar cambios necesarios una vez definida la confiabilidad y la validez. El instrumento consta de 90 ítems en total, 83 de ellos con las siguientes tres opciones de respuesta: De acuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo y En desacuerdo.

### Validez y confiabilidad del instrumento de recolección de datos.

Para establecer la validez de contenido o dominio de la variable denominada riesgo financiero se revisaron 14 estudios relacionados con el concepto, comprendidos entre 1999 y 2015; adicionalmente se consideraron diversos libros que abordan el tema de riesgo y riesgo financiero desde distintas perspectivas. Se consideró también la experiencia de los autores en investigaciones relacionadas con las microempresas de la región. El hallazgo más importante de estas revisiones fue la relación existente entre los elementos que se consideran como dimensiones, indicadores y subindicadores de la variable riesgo financiero provenientes de distintas fuentes. Con lo anterior, la

validez del instrumento se aseguró mediante la selección de ítems a través de un proceso que aseguró la representatividad conceptual, de esta manera se identificaron las cinco dimensiones de la variable integradas por los indicadores, sub indicadores e ítems antes señalados.

Los resultados de la prueba piloto mostrados en la Tabla 3 son evidencia de la validez concurrente del instrumento desarrollado ya que de su análisis se desprenden coincidencias y similitudes con las conclusiones encontradas en las investigaciones referidas de Mosqueda (2008) y Peña et.al (2017).

La confiabilidad del instrumento se calculó manualmente con el coeficiente alfa de Cronbach utilizando la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

De acuerdo con Quero Virla (2010), si un instrumento consta de o mide diversas variables o dimensiones de una variable, se recomienda disponer de medidas de confiabilidad para cada dimensión, por esta razón, se calculó el coeficiente Alfa de Cronbach tanto a las respuestas a los ítems de cada una de las cinco dimensiones de la variable como a la totalidad de las preguntas del cuestionario lo que permitirá definir la correcta integración del instrumento a diseñar.

## Resultados

La información de los riesgos a los que están expuestas las microempresas se obtuvo de los cuestionarios en la aplicación de la prueba piloto. El cuestionario se diseñó agrupando ítems relacionados con las cinco dimensiones de la variable riesgo financiero con lo que es posible identificar los elementos de riesgo que más afectan a las empresas sujetas a estudio.

Para cuantificar las respuestas a los cuestionarios se utilizó una escala de cero a tres, donde el cero se asigna a las respuestas de “En desacuerdo”, se asigna un punto a las respuestas “Ni de acuerdo ni en desacuerdo” y tres puntos a las respuestas “De acuerdo”.

En la Tabla 2 se concentran los resultados del cálculo del coeficiente Alfa de Cronbach de los cuales se desprenden los siguientes hallazgos, considerando que el valor del coeficiente es parcialmente influido por el número de ítems y que las siguientes recomendaciones de George y Mallery son aceptadas para evaluar los resultados obtenidos: >.9 – Excelente, >.8 – Bueno, >.7 – Aceptable, >.6 – Cuestionable, >.5 – Pobre y <.5 – Inaceptable (Gliem & Gliem, 2003), se tiene que la consistencia interna del instrumento desarrollado es excelente en términos generales y buena particularmente en los ítems relacionados con el riesgo de operación, el riesgo de crédito y el riesgo de mercado. En el caso de las preguntas utilizadas para determinar el riesgo de liquidez, se considera aceptable en función del número de ítems y la aproximación al valor de 0.70.

En el caso del riesgo cambiario se obtuvo un coeficiente muy bajo, inaceptable por definición, por lo que se revisó el constructo relacionado y las características de los sujetos de la prueba piloto con lo que se concluyó que: 1) El número de ítems relacionados es demasiado bajo, y 2) Por las características específicas de las microempresas y su falta de interacción en operaciones en divisas, generaron demasiadas respuestas “En desacuerdo” en virtud de que en el instrumento administrado no se encontró alguna opción de “No aplica” o similar por lo que se determinó incorporar esta opción para la aplicación del instrumento a la muestra que se defina.

**Tabla 2.** Alfa de Cronbach

Elementos del cálculo del coeficiente	Riesgo financiero	Riesgo de operación	Riesgo de crédito	Riesgo de mercado	Riesgo de liquidez	Riesgo cambiario
K: Número de ítems	83	25	9	36	11	2
$\sum Si^2$ : Sumatoria de varianzas de los ítems	113.98	36.64	11.29	48.92	13.68	3.45
$ST^2$ : Varianza de la suma de los ítems	1347.37	257.90	39.56	233.20	34.81	3.981
$\alpha$ : Coeficiente de Alfa de Cronbach	0.9265	0.894	0.804	0.813	0.668	0.267

Los siguientes datos se presentan solo como un aspecto informativo y no concluyente debido a que son los obtenidos en la prueba piloto y los resultados carecen de validez estadística en relación al universo de microempresas existentes en las poblaciones sujetas de estudio, sin embargo, son evidencia de la aplicación del instrumento en la prueba piloto.

Los promedios de las valoraciones obtenidas se muestran en la Tabla 3, en la que se puede apreciar que las microempresas del sector comercio obtienen

mayores puntuaciones a los obtenidos para los otros sectores en los riesgos operativo, de crédito y de mercado y que las microempresas del sector industrial presentan en conjunto menor tendencia a los riesgos de liquidez y cambiario que los sectores comercio y de servicios. Este último es el que presenta menor puntuación en términos generales.

**Tabla 3.** Riesgo financiero promedio considerando los tipos de sector.

Sector	Riesgo de operación	Riesgo de crédito	Riesgo de mercado	Riesgo de liquidez	Riesgo cambiario	Promedio de valoración de riesgos
Comercio	2.03	1.30	1.62	1.67	1.33	1.59
Industrial	1.89	0.97	1.44	1.95	1.50	1.55
Servicios	1.94	1.25	1.54	1.58	0.83	1.43
Promedio	1.95	1.17	1.53	1.73	1.22	1.52

Fuente: Elaboración propia con datos generados por la prueba piloto del instrumento diseñado.

## Conclusiones

La investigación exploratoria permitió obtener elementos técnicos para definir el instrumento de recolección de datos a utilizar en la investigación relacionada con el riesgo financiero en microempresas.

La aplicación del coeficiente alfa de Cronbach muestra que, los ítems relacionados con el riesgo cambiario no reflejan estadísticamente su pertinencia por lo que, dichas preguntas serán eliminadas del cuestionario final.

Las microempresas de Tehuacán, en general, están más expuestas al riesgo de crédito. Considerando que, para efectos de esta investigación, una puntuación de 2.00 o más implica que la microempresa no está sensiblemente expuesta al riesgo, y que, una valoración entre uno y dos manifiesta vulnerabilidad a los factores de riesgo específicos. Las microempresas que se ubican con valoraciones menores a uno presentan condiciones significativas relacionadas con la posible desaparición en el corto plazo.

La valoración individual de las empresas permitirá proponer acciones preventivas y correctivas una vez realizada la fase cualitativa del proyecto de investigación fuente de este trabajo.

## Autorización y Renuncia

Los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del saber edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se ha expresado en el escrito.

## Referencias

1) Ambrosone, M. (2007). La administración del riesgo empresarial: Una responsabilidad de todos -

el enfoque COSO. México: Pricewaterhouse Coopers.

- 2) Consejo Coordinador Empresarial. (2011). Anexo Función de Finanzas y Planeación. México, D.F.: CCE.
- 3) Gliem, J., & Gliem, R. (2003). Calculating, Interpreting, and Reporting Cronbach's Alpha Reliability Coefficient for Likert-Type Scales. Midwest Research-to-Practice Conference in Adult, Continuing, and Community Education (págs. 82-88). Columbus, OH: The Ohio State University.
- 4) Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill.
- 5) INEGI. (2015). Censos económicos 2014. Resultados definitivos. México: INEGI.
- 6) Mosqueda, R. (2008). Indicadores del Fracaso en las Empresas Mexicanas. México: IMEF.
- 7) Mosqueda, R. (junio de 2010). Fiabilidad del método rough set en la conformación de modelos índice de riesgo dinámico en la predicción del fracaso empresarial. (U. ESAN, Ed.) Journal of Economics, Finance and Administrative Science, XV(28), 65-87. Recuperado el 2 de Agosto de 2018, de [www.redalyc.org/articulo.oa?id=360733608003](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360733608003)
- 8) Peña, N., Aguilar, Ó., & Posada, R. (2017). Aspectos generales de la investigación. En N. Peña, Ó. Aguilar, & R. Posada, Factores que determinan el cierre de la micro y pequeña empresa. Comparativo entre empresas activas e inactivas en México y Colombia (págs. 1-36). México: Pearson.
- 9) Rodríguez, M., Carlos, P., & de Llano, P. (2013). Mapa de riesgos: Identificación y gestión de riesgos. Atlantic Review of Economics, 3-30.



# ANÁLISIS DEL MERCADO DE UNA EMPRESA DE REPOSTERÍA PARA EL DISEÑO DEL PLAN DE NEGOCIOS

\*Erika Karina Martínez Bartolo<sup>1</sup>, Javier Martín García Mejía<sup>2</sup>,  
Eloy Servín Peña<sup>3</sup>, Octavio Rodríguez Yelmi<sup>4</sup>

**Resumen** —En este trabajo se presenta el análisis contextual a fin de diseñar un plan de negocios para una empresa de repostería, siendo el estudio mercadológico la etapa inicial, al ser nuevo el negocio requiere de un proceso de esfuerzo continuo, de *creatividad innovadora* en el ámbito de la mercadotecnia; crear un negocio, es más que inspiración, es un trabajo de integración de las oportunidades que se encuentra en el macroambiente. El objetivo del trabajo es elaborar el estudio de mercado del plan de negocios en una empresa repostería; es un estudio de caso en el que se desarrolla el marketing idóneo para ésta organización, por lo que convergen conocimientos de planeación y gestión de procesos para creación de microempresas nuevas, dando por resultado la etapa inicial del diseño de un plan de negocios para una empresa nueva, a fin de afrontar los nuevos retos que demanda el mercado.

**Palabras Clave:** Plan de negocios, Diseño, Estudio de mercado, Dirección estratégica.

## Introducción

Llevar a cabo un plan de negocios implica inversión y sobre todo si se trata de un nuevo negocio y un proceso continuo de creatividad e innovación, sustentada en el esfuerzo del día a día. Crear un negocio, es por lo tanto más que inspiración, un gran trabajo de sistematización de las oportunidades que encontramos en el ambiente, en todo lo que nos rodea.

El estudio y desarrollo de una idea novedosa requiere de conjuntar a una serie de conocimientos de marketing que involucran el saber y el saber hacer de la mezcla mercadológica. La presente investigación se basa en trabajar de manera integral en un estudio de mercado pormenorizado de los principales procesos de la planeación de marketing de negocios con la metodología de análisis competitivo a fin de elaborar un plan de negocios, en un estudio de caso, de una empresa de nueva creación del giro de repostería y confitería.

Es por ello que en el presente artículo se describe, como estrategia del estudio, la serie de pasos a seguir en el estudio de mercado así como su aplicación en una microempresa nueva que pretende enfocarse a la producción y venta de galletas, confitería y repostería; con el acompañamiento del personal de la Secretaría de Competitividad, Trabajo y Desarrollo Económico (SECOTRADE), dependencia del Gobierno del Estado de Puebla, quienes brindaron la ayuda pertinente para la realización de este proyecto.

El objetivo de la investigación es diseñar un Plan de negocios, en su fase inicial que es el estudio de mercado, como el documento que identifica, desarrolla y analiza

una idea de negocio particular describiendo todos los elementos mercadológicos y contextuales necesarios a tener en cuenta para convertir la idea de negocio en un proyecto empresarial.

La pregunta central de la investigación es ¿un estudio de mercado apropiado a los requerimientos y necesidades de la microempresa, le da firmeza al plan de negocios del emprendedor para concretar su idea y convertirla en un proyecto empresarial?

De acuerdo con Villarán (2009), el plan de negocio es un documento desarrollado por los emprendedores del proyecto donde se analizan los diferentes factores y objetivos de todas las áreas que van a intervenir en la puesta en marcha de una empresa; esto es el plan de negocios o un plan de empresa es un documento donde quien desea emprender una aventura empresarial detallada la información acerca de su proyecto.

Según afirma Zorita (2013), un dossier sobre el plan de negocio es una herramienta fundamental para alcanzar el éxito deseado en nuestra aventura empresarial. Este dossier de presentación va a contener información necesaria para poder efectuar una evaluación del contenido del proyecto y de su grado de viabilidad técnica (tecnología productos, sistemas de producción), comercial (análisis del mercado, comercialización del producto), económica (inversiones, presupuestos, fuentes de financiación) y humana (Estructura, organización, formación).

La empresa de reciente creación dedicada al giro de la producción y comercialización de galletas, repostería y confitería de responsabilidad limitada micro industrial,

<sup>1</sup> Pasante de Ingeniería en Gestión empresarial. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, foro.tecnol@gmail.com

<sup>2</sup> Doctor en Pedagogía. Docente de la Maestría en Administración del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, posgrados10@hotmail.com

<sup>3</sup> Licenciado en Pedagogía. Docente del área de Ciencias Económico-Administrativas del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, eservinp3@gmail.com

<sup>4</sup> Licenciado en Pedagogía. Docente del área de Ciencias Económico-Administrativas del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, poetayelmi@gmail.com

al ser una empresa nueva, aun no desarrolla de manera correcta todos los aspectos que debe de contar una empresa como tal, es por ello que requiere de solucionar algunos elementos importantes que una microempresa debe tener en su diseño organizacional inicial.

En la presente investigación se utiliza como modelo teórico central de un Plan de Negocios, propuesto por Longenecker, et al. (2001), presentando concluidos los dos primeros puntos, cuyo bosquejo de contenido se presenta a continuación:

- Filosofía Empresarial (Misión, visión, valores, objetivos)
- Estudio de Mercado o Plan de marketing.
- Estudio Técnico o esquema de producción (Galletas y Confitería) incluyendo Diagrama Layout
- Estudio Administrativo, Marco Legal de la empresa
- Estudio Financiero
- Apéndice de documentos de apoyo.

### Metodología.

El estudio es una investigación clasificada como Investigación científica aplicada, ya que es un estudio de caso, el paradigma de investigación es no experimental, ya que las variables del plan de negocios en estudio no son manipulables por los investigadores; por otra parte la investigación tiene un enfoque mixto ya que utiliza la opinión del entorno micro y macro del mercado (cualitativa), y así mismo utiliza datos estadísticos como la tendencia de ventas y los precios en publicidad (cuantitativa)

Además, la investigación es descriptiva-analítica ya que pretende definir un plan de negocios atendiendo a los requerimientos del modelo teórico en que se fundamenta, resolviendo para cada etapa o estudio que la conforma con los requerimientos del mismo, a fin de alcanzar el objetivo citado y responder a las preguntas de investigación (Hernández et al. (2010).

En lo sucesivo se denominará “Empresa X” a la empresa usada en el estudio de caso, por convenir así a los solicitado por la propia organización y mantener el anonimato de su nueva empresa en el mercado de empresa micro ubicada en la Ciudad de Puebla, en el giro industrial de producción y venta de repostería, confitería y galletas.

### Desarrollo de un plan de negocio aplicándolo en la microempresa “X”, sociedad de responsabilidad limitada micro industrial.

#### 1.- Filosofía empresarial.

La Tabla 1, presenta el concentrado de la filosofía empresarial para la Empresa “X” de repostería, confitería y galletas:

**Tabla 1.** Filosofía empresarial de la Empresa “X”.

MISIÓN	VISIÓN	VALORES
Ofrecer productos de calidad que logren satisfacer el paladar de los clientes.	Posicionarse como una de las mejores empresas en el sector de alimentos en producción de galletas y confitería en el estado de Puebla e ingresar los productos en las cadenas comerciales más reconocidas.	<p><b>Responsabilidad:</b> Cumplir con los estándares en los productos que el cliente desea y con la naturaleza.</p> <p><b>Paz:</b> Estar en un mercado competitivo haciendo las cosas bien.</p> <p><b>Honestidad:</b> Ofrecer productos de calidad y al precio que debe de ser.</p> <p><b>Amor:</b> Realizar cada uno de los productos con delicadeza y entusiasmo.</p>

#### Análisis FODA.

El análisis de FODA es una herramienta estratégica en la cual se puede analizar y estudiar en donde se encuentra la empresa, mediante el análisis externo que comprende de las Oportunidades y Amenazas y el análisis interno que comprende las Debilidades y Fortalezas. Las Oportunidades, representan una mejora en la empresa, las Amenazas son aquellas actividades que ponen en peligro la supervivencia de la empresa, tanto las Fortalezas son las capacidades y recursos con los que la empresa puede lograr ser competitiva y finalmente las Debilidades son aquellos puntos que la empresa carece. El análisis FODA se aplica a cualquier empresa, independientemente de su tamaño y de la actividad. De acuerdo con Ferrel et al. (2002), estas fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas deben analizarse en relación con las necesidades y la competencia del mercado ya que el análisis ayuda a la empresa a determinar lo que hace bien y donde necesita mejorar. En la Tabla 2, se presenta el Análisis FODA para la Empresa “X”

**Tabla 2.** Análisis FODA de la Empresa “X”.

FORTALEZAS	DEBILIDADES
Productos nuevos Precios accesibles Buena ubicación de lugar de establecimiento Autoempleo Lugar propio Experiencia Diferencia ante la competencia Fácil acceso a la adquisición de Productos	No tener punto de venta No contar con canales de distribución Buscar la manera en dar a conocer el negocio Falta de conocimiento, en dirigir un negocio Falta de equipo. Costos

Confianza	
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
Nueva microempresa Nuevos clientes Tecnología. Trato al cliente	Inflación en los productos Seguridad Competencia

En este caso de todo lo que he estudiado de la empresa “X”, al tener como Oportunidad ser una nueva microempresa, tiene una fortaleza de tener productos nuevos, pero la amenaza de estos es la inflación en los productos.

## 2.- Estudio de mercado

Con un estudio de mercado se busca averiguar la respuesta del mercado ante un producto o servicio, el mercado es todo el entorno donde el producto o servicio satisface necesidades o deseos del mismo. El mercado es el lugar donde se realizan intercambios, y también se denomina como un conjunto de compradores y

vendedores de un producto y servicio. En el mercado existen productos similares producidos por distintas empresas.

- Necesidad:** Insatisfacción producida por no tener algo.
- Demanda:** Cantidad de producto que los compradores están dispuestos a adquirir a un determinado precio.
- Oferta:** Cantidad de un producto que los vendedores están dispuestos a ofrecer a un determinado precio.
- Intercambio:** Obtención de algo deseado, que pertenece a otra persona, a cambio de algo que ella desea.

A continuación, en la Tabla 3 se presenta el concentrado de la segmentación de mercados por niveles socioeconómico y geográfico, para la Empresa “X”; y en la Tabla 4, se presenta el nivel psicográfico, desglosado por edades:

**Tabla 3.** Segmentación de mercado por niveles de la Empresa “X”.

SEGMENTACION DEL MERCADO	NIVEL SOCIECONOMICO	NIVEL GEOGRAFICO.
La segmentación de mercado es la agrupación de un grupo de consumidores por características en común. La segmentación será para <i>niños, jóvenes, adultos y adultos mayores.</i>	Dirigido para aquellas personas que tengan un ingreso mayor a \$1000, ya que debe cubrir en este caso su necesidad en la gran mayoría y deseo para aquellos que simplemente lo quieran, de acuerdo al precio de cada producto.	Para aquellas personas que vivan en los alrededores de la localización de la empresa, de la colonia, de la Ciudad, de la región circundante

**Tabla 4.** Segmentación de mercado por niveles psicográficos de la Empresa “X”.

PSICOGRAFICOS			
NINOS (2-7 años)	JOVENES (15-25 años)	ADULTOS (30-50 años)	ADULTOS MAYORES (50 y mas)
Los niños adoran el chocolate, pero al ser mucha azúcar hace daño a sus dientes, es por ello que creaciones con sabor, realizara los mejores productos para ellos, ya que si a ellos les gusto, los padres de estos deberán cumplir sus deseos de los pequeños.	Productos con una variedad de diseños o de acuerdo a las características que ellos requieran, ya que en la actualidad la mayoría de los jóvenes cuida de su cuerpo para verse bien, obviamente si consumirán pero algo mas fitness	La mayoría son mujeres, que les agrada el disfrutar de un buen chocolate, galletas o pan, independientemente del que si lo puedan consumir o no, ellas siempre se consentirán, de igual manera les llama la atención los diseños bonitos y llamativos.	Productos con diseño, pero no con mucha cantidad de azúcares o ingredientes que no son aptos para ellos a la edad que tienen, ya que la mayoría de ellos padecen alguna enfermedad como lo es la diabetes e hipertensión.

Por otra parte, en la Tabla 5, se colocan las diferentes estrategias de comercialización que le generarán valor añadido a la empresa “X”, a través de definir el producto y servicio, la competencia y su posicionamiento en el mercado, así como los aspectos que son diferenciadores de la competencia:

**Tabla 5.** Estrategias de comercialización de la Empresa “X”.

ESTRATEGIAS DE COMERCIALIZACION. PROPUESTA DE VALOR		
<b>Mi producto o servicio</b>	Mi producto o servicio es: Las características principales son:	RESPOSTERIA Y GALLETAS Excelente atención al cliente, al igual de brindar productos a un precio bajo, con el diseño que especifica el cliente y de calidad.
<b>Competencia</b>	Mi competencia y sus principales productos y/o servicios son: Su propuesta de valor es:	No hay cerca del lugar Es común
<b>¿Qué me diferencia de la competencia?</b>	Mi propuesta de valor que me hace diferente de la competencia	Referente al horario de atención, que será desde las 7am, hasta las 9 pm, ofreciendo productos de reposterías y galletas de acuerdo a las posibilidades económicas de cada familia pero productos de calidad.

A fin de considerar los costos, en la Tabla 6 presenta un desglose de publicidad necesaria para la organización en cuanto a las operaciones de apertura así como sus costos

**Tabla 6.** Estrategias de publicidad y costos para la apertura de la Empresa “X”.

PUBLICIDAD			
	Costo	Tiempo al Año	Total
Banners Publicitarios	\$ 45.00	1	\$ 45.00
Guindolas	\$ 35.00	1	\$ 35.00
Volantes	\$ 120.00	2	\$ 240.00
	<b>\$ 200.00</b>		<b>\$ 320.00</b>

Ahora bien, en la Tabla 7, se presentan desarrolladas las estrategias de comercialización usando el comercio electrónico como estrategia a utilizar por la Empresa “X”:

**Tabla 7.** Diseño de Estrategias de comercialización a través del comercio electrónico de la Empresa “X”.

DISEÑO DE ESTRATEGIAS
Deben ser enfocadas hacia la satisfacción de las necesidades gustos y preferencias del público, al que se quiere llegar. ¿Cómo vas a lograr impactar ese mercado? A través de las ventas por internet.
VENTAJAS DE VENDER A TRAVÉS DE INTERNET (COMERCIO ELECTRÓNICO)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tienda abierta 365 días al año, 24 horas al día</li> <li>• Millones de compradores potenciales nacionales</li> <li>• Reducción de costos operativos (renta de locales, anaqueles, mantenimiento de bodegas, etc.) que permiten ofrecer precios más bajos y maximizar utilidades</li> <li>• Acceso directo a mercados fuera de su localización actual</li> <li>• Mayor tráfico que en una tienda física</li> <li>• El cambio de ventas tradicionales a ventas vía Internet presenta un crecimiento promedio del 100% en ingresos totales</li> </ul>
FACTORES CLAVES PARA VENDER POR INTERNET
<p><b>¿Qué vendo?</b> Contar con un buen inventario de manera que le permita satisfacer las demandas de sus clientes, debe dar seguimiento a las órdenes de sus clientes y aclarar cada una de sus preguntas con respecto a la mercancía a fin de que el cliente quede totalmente convencido de su compra.</p> <p><b>¿Dónde lo vendo?</b> Publicar sus productos en su sitio propio, mercado virtual, etc.</p> <p><b>¿Cómo me lo pagan?</b> Habilitar medios de pago seguros online y offline. De preferencia ofrezca diversas formas de pago para que le permita al cliente elegir el que más le convenga.</p> <p><b>¿Cómo lo entrego?</b> Resolver logística de entrega de producto. Busque una empresa de paquetería o mensajería con el fin de lograr acuerdos La empresa creaciones con sabor actualmente tiene una cuenta en la red social de Facebook donde se encuentra como @creacionesconsabor.09, ahí ellos suben muchas imágenes de los productos que elaboran con sus diferentes diseño, además de que tienen preguntas básicas para saber más de ellos a un año de su constitución como empresa en esta red social tiene un total de 201 personas , que son clientes que disgustan de estos productos; las preguntas son: ¿Dónde están ubicados?, quiero ver el menú y quiero hacer una reserva.</p>

## Conclusiones

Como se demuestra en el estudio, para que una microempresa industrial alcance el éxito con una probabilidad grande, es necesario elaborar su plan de negocios, iniciando con la filosofía empresarial donde puede dejar clara su misión y visión, pero también los objetivos organizacionales hacia los que se dirigen los esfuerzos individuales y conjuntos de todo el personal; aunado a esto debe tomarse el tiempo de analizar cuáles son los cambios del entorno y que tanto pueden afectar a su organización, de ahí que el análisis FODA continuo siempre es conveniente, derivado de ese análisis se propondrán las estrategias de marketing que sean requeridas para el futuro inmediato y mediano, a fin de generar ventaja competitiva.

## Autorización y Renuncia

Los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

## Referencias

- 1) Ferrel, O., Hartline, M. y Lucas, G. (2002). Estrategia de Marketing, 2ª Ed. México. Ed. International Thomson Editores., p.20
- 2) Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. 5ª. Ed. México. Ed. Mc Graw Hill. Obtenido de [https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investiga](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investiga)

cion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

- 3) Longenecker, M., Moore, L. y Petty, I. (2001). Administración de pequeñas empresas. México. Ed. International Thomson Editores. P.130
- 4) Villarán, K. W. Plan de Negocios. Herramienta para evaluar la viabilidad de un negocio. (2009). [https://www.mific.gob.ni/Portals/0/Portal%20Empresarial/6.3%20LIBRO%20PLAN%20DE%20NEGOCIOS%20USAID%20\(139%20pá](https://www.mific.gob.ni/Portals/0/Portal%20Empresarial/6.3%20LIBRO%20PLAN%20DE%20NEGOCIOS%20USAID%20(139%20pá)
- 5) Zorita Lloreda, E. (2013). Plan de Negocios. México: ESIC Alfaomega. Obtenido de <https://www.alfaomega.com.mx/default/editoriales/esic/plan-de-negocio.html>.

## MODELO PARA EL DESARROLLO DEL EMPRENDIMIENTO EN EL NIVEL SUPERIOR

*\*MAE. Ana Hermelinda Vargas Carrillo<sup>1</sup>, \*Mtra. María Deysi Tapia Álvarez<sup>2</sup>,  
Mtra. Rosa María Mora Morales<sup>3</sup> Mtra. Samanta de Salazar Calvo<sup>4</sup>, Mtro. Edgardo Romero Gil<sup>5</sup>*

**Resumen**— El presente artículo resalta la importancia de la propuesta de un modelo explicativo de la intención emprendedora; dentro del ámbito educativo nivel superior, cómo una herramienta útil dentro de un diseño curricular y basándonos en un marco teórico, el cual tiene como finalidad conocer la medición del emprendimiento de tipo social con la que cuentan los alumnos de nuevo ingreso y el desarrollo de la misma con la que egresan los alumnos, a través de la aplicación de un instrumento validado que apoya a valorar los rasgos de emprendimiento, agrupados en tres grandes categorías categoría 1. Aspectos de carácter personal (37 ítems), categoría 2. Aspectos de carácter social (26 ítems) y categoría 3. Aspectos de carácter innovador. Dando un total de 96 ítems. Buscando la potencialización de una cultura emprendedora a nivel superior, específicamente de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, junto a una actividad favorable de los jóvenes hacia la creación empresarial.

**Palabras claves:** Emprendimiento, Innovación, Compromiso Social.

### Introducción:

El presente artículo resalta la importancia de la propuesta de un modelo explicativo de la intención emprendedora; dentro del ámbito educativo nivel superior, cómo una herramienta útil dentro de un diseño curricular y basándose en un marco teórico, el cual tiene como finalidad conocer la medición del emprendimiento de tipo social con la que cuentan los alumnos de nuevo ingreso y el desarrollo de la misma con la que egresan los alumnos, a través de la aplicación de un instrumento validado que apoya a valorar los rasgos de emprendimiento, agrupados en tres grandes categorías Categoría 1. Aspectos de carácter Personal (37 Ítems), Categoría 2. Aspectos de carácter social (26 Ítems) y Categoría 3. Aspectos de carácter innovador, dando un total de 96 Ítems. Buscando la potencialización de una cultura emprendedora a nivel superior, específicamente la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, junto a una actividad favorable de los jóvenes hacia la creación empresarial.

A través de éste modelo se pretende establecer una propuesta innovadora de un nuevo estilo de empresa basado en tres factores principales: Emprendimiento,

Innovación y Compromiso Social. En el Anhelado de éstos aportes colectivos dentro del Plan de Desarrollo Institucional 2017-2021. De la Buap. Complejo Regional Sur (CRS).

En el Modelo Universitario Minerva la regionalización asume un papel relevante al adaptar para la BUAP las innovaciones educativas y pedagógicas más destacadas en el mundo, enfatizando en la dimensión sociocultural nacional y económica- regional que conlleva el proceso de enseñanza-aprendizaje (BUAP, Modelo Universitario Minerva, 2007) y el desarrollo de una cultura de Emprendimiento

### Desarrollo

En la actualidad funcionan en la entidad 108 universidades e instituciones de educación superior distribuidas en 19 municipios. El de la capital del Estado concentra a 68 de ellas, es decir al 62% del total.

El Complejo Regional Sur de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) amplió 57 por ciento su oferta académica para estudiar el nivel superior luego de que en la convocatoria del Proceso de Admisión 2015, se anunció la apertura de cuatro

<sup>1</sup> La Mtra. Ana Hermelinda Vargas Carrillo es Docente de la Licenciatura en Administración de Empresas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Complejo Regional Sur, lindavargasca@hotmail.com

<sup>2</sup> La Mtra. María Deysi Tapia Álvarez es Docente de la Licenciatura en Administración de Empresas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Complejo Regional Sur, deysi.tapia@correo.buap.mx

<sup>3</sup> La Mtra. Rosa María Mora Morales es Docente de la Licenciatura en Administración de Empresas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Complejo Regional Sur, rosa.mora@correo.buap.mx

<sup>4</sup> La Mtra. Samanta de Salazar Calvo es Docente de la Licenciatura en Administración de Empresas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Complejo Regional Sur, desalazarc@yahoo.com.mx

<sup>5</sup> El Maestro Edgardo Romero Gil, es Docente de la Licenciatura en Administración de Empresas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Complejo Regional Sur, edgromerogl@hotmail.com

nuevas carreras. Fuente: Plan de Desarrollo Institucional de BUAP 2013-2017.

La Facultad de Administración tiene 12 años ofreciendo su Carrera de Administración de Empresas. Siendo 4 Universidades Públicas: CRS-BUAP, Instituto Tecnológico de Tehuacán, Universidad Pedagógica de Tehuacán, Universidad Tecnológica de Tehuacán y 18 Privadas; Ofreciendo la Carrera de Administración de Empresas, excepto el Instituto de Ciencias Jurídico de Puebla.

En la Primera parte, se presenta la necesidad imperante de un nuevo modelo explicativo con la intención emprendedora.

En la Segunda parte, se presenta el análisis de las 3 categorías del modelo propuesto: aspectos de carácter personal, aspectos de carácter social y de carácter innovador. Cuyo análisis principal determina los factores a manejar dentro de cada variable. Disminuyendo las debilidades y potencializando las fortalezas de nuestros estudiantes dentro de la Facultad de Administración de Empresas. Para finalizar con el Modelo de para el desarrollo del Emprendimiento en el Nivel Superior.

### **Planteamiento del problema**

La educación superior se encuentra actualmente ante grandes retos producto de una sociedad globalizada y tecnificada en constante cambio: Dentro del Modelo Minerva (MUM). Dentro del Programa de Desarrollo Institucional. Nos plantea la necesidad de una formación integral de los educandos. Con una visión Emprendedora y una cultura de sustentabilidad. (BUAP, 2018)

Es un hecho que la universidad le apuesta a la sustentabilidad de su entorno y a la promoción de la salud de su comunidad. Se reforzarán los programas de los kioscos sustentables, los bebederos, las lobbicis, la eliminación de envases desechables y otras iniciativas similares. Con las siguientes líneas estratégicas:

- a. Impulsando el programa de Incubación, Aceleración de Empresas y Proyectos Sustentables mediante la participación de docentes, investigadores y estudiantes
- b. Incrementar los programas de impulso a la creatividad, la innovación y el emprendimiento
- c. Llevando un seguimiento y provisión de los apoyos requeridos al proceso de creación, prueba piloto y producción de tecnologías y productos innovadores que puedan ser objeto de comercialización en beneficio de los grupos responsables y de la universidad en su conjunto.

La generación de un Modelo de Emprendedurismo a nivel Superior, exige un replanteamiento de sus directores. Para poder desarrollar las competencias necesarias para llevarla a cabo, ya que dentro del mapa curricular los docentes y los alumnos, sólo la ven como una materia o asignatura a cursar y no se va formando el capital humano, con visión de emprendedurismo desde la educación básica para transitar y llegar a nivel superior y lograr culminar los mismos, como un proyecto de vida a lo largo de la vida, ya que se encuentran principalmente con las siguientes barreras: -Falta de Financiamiento; Desconocimiento de los Apoyos Institucionales Públicas y Privadas; Excesivos trámites burocráticos para iniciar una empresa; -Falta de Formación de una Cultura Emprendedora a través de sus competencias, habilidades, actitudes y talentos emprendedores.

Bajo tres ejes principales: a) Aspectos de carácter Social b) Aspectos de Carácter Personal c) Aspectos de Carácter Innovador

### **Objetivo de la investigación**

Conocer el grado de emprendimiento que tiene los alumnos de nuevo ingreso (primer semestre) y el grado que han desarrollado los alumnos que van a egresar (noveno semestre) de la licenciatura en Administración de Empresas del Complejo Regional Sur de la Facultad de Administración. Para Potencializar y desarrollar la misma, así mismo ver su Avance Cronológico a través del tiempo desde que Ingresan, se forman y Egresan de la misma; y proponer una actividad de mejora para garantizar el desarrollo de las mismas.

### **I. Marco General (Fundamentos)**

De acuerdo con la Organización y Desarrollo económico (OCDE) en el marco del Programa Nacional de Innovación aprobado en 2011. Dirigido a pequeñas y medianas empresas (PyME) y analizar el emprendurismo. Y a través de una comparación nuevas prácticas de emprendurismo implementadas en otros países. Se comenta que cada vez es mayor las Instituciones de Nivel Superior el apoyo al desarrollo de incubadoras, la eliminación o disminución de obstáculos regulatorios en la creación de empresas, la mejora de los regímenes de competencia con el fin de facilitar la entrada de nuevas empresas, las reformas de los mercados de capital para simplificar el acceso de nuevas empresas al financiamiento, así como la apertura de nuevas líneas de crédito, el otorgamiento de préstamos subsidiados o la aplicación de esquemas de garantías para nuevas empresas ofrecidas por los bancos de desarrollo. (OCDE, 2012)

La Licenciatura de Administración de Empresas del Complejo Regional Sur (CRS) tiene 12 años ofreciendo ésta carrera en Tehuacán, logrando

durante estos últimos tres años aumentar la demanda de los estudiantes y contribuir al crecimiento de la matrícula lo que ha manifestado un alto impacto en la Región, sin embargo, la labor no termina allí, existiendo la necesidad de una PE (Planes de Estudio) que demanda un gran esfuerzo a realizar. Ya que La demanda de cada uno de ellos se ve detenida, por el número de solicitudes promedio del número de alumnos que demanda el servicio y las posibilidades de cubrirla. Lo que se requiere para el pleno desarrollo y consolidación de estos 10 PE (Programas Educativos) es contar con la infraestructura necesaria (Recursos materiales, técnicos y Humanos) y aunado a ello los Planes de Modelos de Gestión con una Planeación Estratégica de 2017- 2021. Y la incorporación de una Matriz 4 Mapa Curricular a través de una formación Integral y permanente del Estudiante.

A través de 17. Áreas a Nivel Básico y Formativo: Área de Administración, Área de productividad y Gestión de la Calidad; Área de Desarrollo Humano; Área de mercadotecnia; Área de Economía; Área de Contabilidad y Finanzas; Área de Derecho; Área de Tecnología de la Información; Área de Emprendimiento e Innovación; Área de Métodos Cuantitativos; Área de Estrategia; Área Métodos de Investigación; Área de Historia y Sociedad; Asignaturas Integradoras; Área de Formación General Universitaria; Área de Práctica Profesional; Área de Inglés Aplicado; Optativas Área de Mercadotecnia; Optativas Área de Administración y Negocios; Optativa Área de Métodos Cuantitativos y Optativa Complementaria.

Dentro del Área de Emprendimiento e Innovación: Tres materias Desarrollo Emprendedor, Plan de Negocios e Incubación de Empresas. En México se han presentado grandes problemas con los mecanismos de evaluación de proyectos, bajar los recursos y la implementación de los proyectos emprendedores. En el caso de Educación Media Superior, específicamente Conalep el qué los alumnos son Menores de Edad. Con 17 años.

La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Dentro de sus estrategias de Innovación y Emprendurismo .En su Plan de Desarrollo Institucional PDI (2017-2021). Establece compromisos con los actores Universitarios y la sociedad. Con una perspectiva Viable al 2021.Trazando una ruta de desarrollo hacia objetivos deseados, cerrando brechas entre el presente y el porvenir. “Consolidar la interacción corresponsable con los sectores público, privado, social y productivo, impulsando una cultura emprendedora que contribuya

al desarrollo de la sociedad” con los siguientes indicadores:

Porcentaje de egresados que obtienen un empleo a los seis meses de su graduación y Porcentaje de egresados dueños de empresas o negocios.

## **II. Formulación e Implementación de un Modelo Explicativo de Intervención Emprendedora, (Propuesta de Intervención-Acción)**

Una persona Competente es una persona que sabe actuar de manera pertinente en un contexto específico.Saber actuar y reaccionar en forma responsable y validada en un contexto profesional particular, es decir:

Saber Movilizar Integrar y Transferir -----Recursos (Conocimientos, Habilidades, y Actitudes) ----- Para Resolver problemas en un contexto laboral particular, cumpliendo estándares o criterios de calidad.

### **A. Competencias de Aspectos Personales**

Dentro de estas competencias se incluyen un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que posee una persona para desarrollar con normalidad las diferentes tareas que tiene que enfrentarse. En la práctica habitual no sólo aprendemos esas competencias a través la educación y la experiencia. Incluyendo en ésta la educación informal que a través de la vida obtenemos ese conocimiento. El aprendizaje no sólo es adquirir los conocimientos, sino aplicarlos a un contexto específico laboral.

Estas competencias serán medidas a través de niveles de desempeño:

- Se valora a sí mismo; Afirma su Identidad; Autorregula sus emociones y comportamiento

### **B. Competencias de Carácter Social**

Incluye los aspectos básicos de saber organizar, interactuar con los demás y relacionarnos. La cultura, las variables sociodemográficas son fundamentales en el desarrollo social. Dentro de éstas competencias que son aprendidas, es decir no se nacen con ellas, se perfeccionan y adquieren a través del otro.

Niveles de desempeño a medir:

- Comunicación, Empatía, Trabajo colaborativo, cooperativo, Integración de Actividades Curriculares hacia mi Comunidad. (Pascual, 2013)

### **C. Competencias de Carácter Innovador**

Este tipo de Competencias tiene un nuevo rol de autodefinición y autovaloración, al desarrollo las capacidades, talentos y competencias en aspectos de trascendencia vanguardista. Qué puedo yo dar adicional a lo que existe. Tratar como emprendedores de reflejarlo en actividades de triple impacto. Económico, social y ecológico.



Niveles de desempeño a medir:

- Sentido de Responsabilidad Social; Postura crítica y proactiva ante nuevos acontecimientos y nuevos retos, e Investigación y diversas de posturas y retos.

El desarrollo de los 3 ámbitos de competencias, guarda relación directa con una formación integral de nuestros estudiantes. Dentro de un esquema y Modelo Universitario Minerva (MUM) cuyos ejes principales enmarcan en su Programa de Desarrollo Institucional 2017-2021. Dentro de sus objetivos estratégicos.

- Fortaleciendo y asegurando estudiantes experiencias curriculares en el entorno social y laboral, que los ubiquen en escenarios reales.
- Aplicar un modelo de desarrollo de la investigación inter, multi y transdisciplinaria, basada en el conocimiento de frontera que impulse la visibilidad internacional y promueva la recuperación de lo público, la defensa ética del ambiente, la conservación de los bienes naturales, los territorios, las comunidades, la educación, la salud, la vivienda y la cultura.
- Gestionar los recursos humanos, financieros y tecnológicos para el fortalecimiento de la universidad como una comunidad de conocimiento activa y creativa, dirigida a la expansión y transferencia de los saberes.
- Transformar los contextos de vida y de trabajo de la comunidad sobre la base de una infraestructura integrada y el uso eficiente de telecomunicaciones, desde la perspectiva de un modelo de campus inter, multidisciplinario y sustentable.
- Consolidar la interacción corresponsable con los sectores público, privado, social y productivo, impulsando una cultura emprendedora que contribuya al desarrollo de la sociedad. (PDI-2017-2021).

### III. Presentación de resultados: Método

El estudio de este tipo de investigación es de tipo no experimental, transversal, con enfoque cuantitativo, utilizando una encuesta como instrumento de medición. Se aplicó a estudiantes de la licenciatura en Administración de Empresas que ingresan al primer semestre y a los alumnos que están por egresar, de manera aleatoria en el año 2018, la muestra estuvo constituida por 39 alumnos de cada semestre.

#### *Instrumento de investigación*

Se utilizó un instrumento validado, y del cual se generó nuevamente la validación del instrumento de medición considerando las variables independientes y dependientes, a través del alfa de Cronbach. Mismo que apoya a valorar los rasgos de emprendimiento. Los

factores como variables de estudio están agrupados según el instrumento en 3 categorías, CATEGORÍA 1- Aspectos de carácter personal, el cual mide el liderazgo, motivación al logro, capaz de asumir riesgos, confianza, organización, responsabilidad e integrado en redes sociales con acceso a información y conocimiento; CATEGORÍA 2 Aspectos de carácter social con 26 Ítems que incluyen Tolerancia, cooperación/ayuda, coherencia/compromiso, conciencia social, y convivencia/respeto bien público y la CATEGORÍA 3- Aspectos de carácter innovador, con 33 ítems con creatividad, identificar oportunidades (problemas), iniciativa, capaz de generar ideas, capacidad de cambio, capacidad para aprender y evolucionar, y tolerancia al fracaso. Con un total de 96 ítems. (Capella Peris, 2016)

Resulta interesante explorar las variables dependientes de estudio agrupadas en tres nuevas categorías; los cuales ayudan a definir al emprendedor Categoría 1 rasgos personales y sociales del emprendedor como son el liderazgo, la responsabilidad, la integración en redes sociales, la conciencia social, la cooperación y ayuda, la coherencia y compromiso, convivencia y respeto por el bien público, la creatividad, la capacidad de generar ideas, capacidad de aprender a evolucionar, la tolerancia al fracaso. Categoría 2 Rasgos innovadores del emprendedor social; como son la creatividad, capacidad de identificar oportunidades, iniciativa, capacidad de cambio, capacidad de aprender y evolucionar. Categoría 3 Rasgos de ejecución del emprendedor social; motivación al logro, capacidad de asumir riesgos y la confianza. Mismos que van a contribuir significativamente a descubrir su visión empresarial a través del espíritu emprendedor en el desarrollo de nuevos negocios en los estudiantes del Complejo Regional Sur.

#### *Presentación de los resultados*

Análisis de Alfa de Crombach : Los grados de correlación que se tienen entre los ítems de cada uno de los constructos, la validez y confiabilidad del instrumento de medición, considerando las variables independientes y dependientes, muestra un análisis del Alfa de Cronbach satisfactorio, por encima de .943. De acuerdo a estos resultados las preguntas de cada uno, no están correlacionadas, son totalmente independientes una de la otra y una no depende de la otra. Por lo tanto no hay necesidad de eliminar ninguna pregunta

T-Student: La prueba T- de Student se utiliza para evaluar dos muestras independientes, si 2 grupos difieren de manera significativa respecto de sus medidas en una variable.

Lo que se pretende es conocer si existe una diferencia significativa entre dos grupos y conocer el grado de avance que puedan tener los alumnos que van a egresar versus con los alumnos que han ingresado, respecto del desarrollo del emprendimiento social, para indagar sobre los factores que han detonado los resultados. Esto a través del análisis de tres variables, alumnos, semestre y los diferentes ítems que se analizaron.

Las variables que se van a comprar es la de semestre, analizando los resultados producto de los ítems graduados con una escala Likert, cuyas respuestas corresponden a los grados de acuerdo y de desacuerdo. Para ello la prueba de la hipótesis se realizó en los 5 pasos característicos de la prueba de hipótesis; iniciando por la redacción de la hipótesis estadística

**Hipótesis**

H<sub>1</sub>: Existe una diferencia significativa entre los alumnos que egresan y los alumnos que ingresaron  
 Ho: No existe diferencia significativa entre los alumnos que egresan y los alumnos que ingresaron  
 De la misma manera se determinó el nivel  $\alpha$  como porcentaje de error que se está dispuesto a correr en la realización de la prueba estadística en este caso se trata de un Alfa de 5%(0.05)

La prueba estadística, se eligió considerando que se trata de la comparación de dos grupos, el grupo de los alumnos que ingresan y el grupo de los alumnos que están por terminar la licenciatura, comparando las respuestas de los ítems aplicados, por lo tanto se trata de un estudio transversal, debido a que se están analizando dos grupos en un mismo momento, con variables independientes.

El siguiente paso que se realizó, fue la lectura de P-valor, debido a que previo al cálculo de T, se debe corroborar los dos supuestos a través de la prueba de normalidad, en la que se debe corroborar que la variable aleatoria en ambos grupos se distribuya normalmente. Para ello se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov k-s, la cual se utiliza cuando las muestras son mayores a 30. Se utilizó igualdad de varianza, a través de la prueba de Levene, para corroborar la igualdad de varianza entre los dos grupos.

Lo anteriormente, se realizó utilizando el software estadístico SPSS para conocer la normalidad la igualdad de varianza y calcular la P-valor de la prueba de T-student de muestras independientes.

**Resultados**

**Tabla1.** Estadística de Fiabilidad General Alfa de Cronbach y de variables independientes

Alfa	de
Cronbach	N de elementos
.943	97

Variables independientes	Estadísticas de fiabilidad	
	Alfa de Cronbach	N de elementos
Aspectos de carácter personal	.877	37
Aspectos de carácter social	.842	26
Aspectos de carácter innovador	.875	33

Calcular P-valor de la prueba: T student muestras independientes Considerando, los resultados de los ítems cuyas categorías corresponden a 1 muy en desacuerdo; 2 en desacuerdo; 3 indeciso; 4 de acuerdo; 5 muy de acuerdo

**Tabla 2.** Clasificación por rasgos con resultados

razgos	pregunta	tipo de dimension	item	T-student	moda		media		desviacion		mediana	
					Iro	9no	Iro	9no	Iro	9no	Iro	9no
razgos personales y sociales de emprendedor	1	liderazgo	Me gusta tomar la iniciativa y que los/as demás sigan mis pasos.	0.522	4	4	3.4	3.6	0.99	1.1	4	4
	2	liderazgo	Mi capacidad de influir sobre los/as demás es baja.	0.82	2	2	2.57	2.64	0.905	1.06	3	2
	10	responsabilidad	Me siento bien aunque la calidad de mi trabajo sea Cuando me planteo los objetivos no me preocupan el tiempo ni los recursos invertidos.	0.838	2,3	2	2.4	2.3	1.0207	1.18356	2	2
	11	responsabilidad	Pienso que es necesario arriesgarme para progresar.	0.739	3	2	3.1282	3.0513	0.89382	1.1227	3	3
	12	redes sociales	Me gusta apostar por una buena idea aunque no sea del todo segura.	0.708	4	5	4.2308	4.1338	0.80986	0.98778	4	4
	14	conciencia social	Me veo capacitado/a para enfrentarme a cualquier situación.	0.706	4	4	3.5641	3.4872	0.99459	0.79046	4	4
	15	cooperación y ayuda	Me gusta tomar riesgos calculados con las nuevas posibilidades.	0.227	5	4	3.8205	3.5897	0.72081	0.93803	4	4
	17	coherencia y compromiso	Soy reticente a solicitar ayuda	0.183	4	5	4.05	4.258	0.79902	0.7361	4	4
	18	convivencia y respeto al bien publico	Me considero autosuficiente para poder conseguir lo que me	0.012	3	4	3.15	3.69	0.93298	0.82206	3	4
	19	creatividad	Me pongo metas a mi mismo/a para dirigir mis	0.436	4	4	4	4.15	0.91766	0.81235	4	4
	24	capacidad de generar ideas	Para tener éxito creo que es importante utilizar el tiempo adecuadamente.	0.022	4	4	3.85	4.23	0.87475	0.53814	4	4
	25	capacidad de generar ideas	Asumo las consecuencias de lo que he dicho o hecho.	0.096	5	5	4.1282	4.4615	1.004	0.71987	4	5
	29	capacidad de evolucionar y aprender	Hago cada trabajo tan a fondo como sea posible.	0.283	4	4	4.05	4.26	0.887	0.78532	4	4
	30	tolerancia la fracaso		0	3	4	3.46	4.1335	0.68234	0.93298	3	4

**Tabla 3. Clasificación por rasgos con resultados.**

rasgos	pregunta	tipo de dimension	item	T-student	moda			media			desviación		mediana	
					1ro	2do	3ro	1ro	2do	3ro	1ro	2do	3ro	1ro
rasgos innovadores del emprendedor social.	13	integración en redes sociales	Creo que las personas que se arriesgan tienen más probabilidades de tener éxito que las que no lo hacen.	1	4,5	4	4	4,3077	4,3077	0,863	0,731	4	4	
	20	creatividad	Me cuesta decidirme porque no me siento	0,63	3	3	3	2,92	2,82	0,9	0,97	3	3	
	21	capacidad para identificar oportunidades	Cuándo inicio una tarea me fijo metas y objetivos	0,26	4	4	4	3,56	3,97	0,912	0,668	4	4	
	22	iniciativa	Utilizo mis recursos de la forma más correcta posible para alcanzar los objetivos.	0,001	4	4	4	3,77	4,26	0,706	0,549	4	4	
	23	iniciativa	Me es difícil planificar mis recursos materiales y personales para obtener resultados.	0,75	2	3	3	2,85	2,77	0,933	1,18	3	2	
	26	capacidad de cambio	Puedo trabajar hasta tarde para alcanzar una meta.	0,256	5	4	4	3,92	4,18	0,984	0,997	4	4	
	27	capacidad de cambio	Cumplo con aquello que me he propuesto a mí mismo/a o a los demás	0,029	4	5	4	4,13	4,44	0,615	0,68	4	5	
	28	capacidad para evolucionar y aprender	Normalmente hago las cosas como me dicen.	0,267	4	4	4	3,69	3,92	0,977	0,839	4	4	

**Tabla 4. Clasificación por rasgos con resultados.**

rasgos	pregunta	tipo de dimension	item	T-student	moda			media			desviación		mediana	
					1ro	2do	3ro	1ro	2do	3ro	1ro	2do	3ro	1ro
Rasgos de ejecución del emprendedor social	3	motivación al logro	Me gusta trabajar con un equipo de personas a las que coordinar.	0,907	4	4	4	3,6667	3,6923	0,9823	0,95018	4	4	
	9	motivación al logro	Me siento bien cuando soy el/la responsable del éxito de mis propios proyectos	0,495	4	4	4	4,31	4,44	0,922	0,718	4	5	
	4	asumir riesgos	Cuando se trabaja en grupo, prefiero ser el/la líder en lugar de un/a seguidor/a.	0,222	3	3,4	3,4	3,64	3,38	0,932	0,907	4	3	
	5	asumir riesgos	Suelo tomar el control en situaciones complicadas.	0,42	3,4	4	4	3,85	3,72	0,67	0,724	4	4	
	6	asumir riesgos	Soy una persona decidida y determinada para lograr mis objetivos.	0,873	4	3,4	3,4	4,18	4,21	0,79	0,615	4	4	
	7	confianza	Cuando hago planes, estoy seguro/a de que puedo lograr que funcionen.	0,032	3,4	4	4	4,33	0,688	0,662	0,662	4	4	
	8	confianza	Siempre he trabajado duro para estar entre los/as	0,382	3,4	4	4	3,97	4,13	0,707	0,833	4	4	

En la estadística de decisión de la Prueba T Student Si la probabilidad obtenida P-valor  $\leq \alpha$ , rechaza  $H_0 =$  se acepta  $H_1$ ; Si la probabilidad obtenida P-valor  $> \alpha$ , no rechaza  $H_0 =$  se acepta  $H_0$ , en donde  $H_1$ : *existe una diferencia significativa entre los alumnos que egresan y los alumnos que ingresaron* y  $H_0$ : *no existe diferencia significativa entre los alumnos que egresan y los alumnos que ingresaron*.

Por tanto en los resultados anteriores, en 6 de 30 ítems analizados, se encuentran una diferencia significativa, según el análisis T-student, identificado en la pregunta 18 del grupo de rasgos personales y sociales de emprendedor, cuya dimensión corresponde a la convivencia y respeto al bien público, ítem 24 con dimensión, capacidad de generar ideas, ítem 30 dimensión tolerancia al fracaso; del grupo rasgos innovadores del emprendedor social el ítem 22 con dimensión de iniciativa, ítem 27 capacidad de cambio

y de grupo de rasgos de ejecución del emprendedor social el ítem 7 con dimensión en confianza.

**IV Conclusión**

De esta manera, se acepta la hipótesis  $H_0$ : *no existe diferencia significativa entre los alumnos que egresan y los alumnos que ingresaron. Respecto del grado de emprendimiento y los resultados*

Siendo los siguientes de manera general

Siendo los siguientes de manera general

N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Varianza
78	4	1	5	4	1	1

Por lo que existe un grado significativo de emprendimiento de tipo social en los alumnos de la Licenciatura en Administración de Empresas del Complejo Regional Sur, el cual no desarrollan de manera significativa al egresar.

**V. Propuesta “Modelo Explicativo de Intervención Emprendedora- CRS. Mejora Continua**

**Tabla 5. Fases Modelo Explicativo**

Análisis del entorno	I Formulación e Implementación de Modelo Explicativo de Intervención	III Segmentación de mercados de servicios para cultura Emprendedora	IV. Implementación y control del modelo Explicativo de Intervención Emprendedora	V. Mejora continua del Modelo de Intervención-Acción
	- Competencias de carácter personal - Competencias de carácter Social - Competencias de carácter Innovador	- Competencias de carácter personal - Competencias de carácter Social - Competencias de carácter Innovador	- Competencias de carácter personal - Competencias de carácter Social - Competencias de carácter Innovador	

**VI- Implementación y control de un Modelo Explicativo de Intervención Emprendedora- Buap-CRS. (Complejo Regional Sur).**

- Se calendarizará dentro dividiendo en tres periodos: Primavera- verano y Otoño 2019.

- Se dividirán las actividades y se asignará a los responsables de cada actividad.
- Finalmente la mejora del diseño Curricular. Se deberá analizar las posibilidades de darle a la Currículo a través de Ejes transversales.
- Para la revisión de la misma, tendrá que realizarse la misma a través de niveles de desempeño y de acuerdo a los ejes rectores del Programa de Desarrollo Institucional (PDI 2017-2021 de BUAP).
- Se buscará convenios para impulsar los proyectos emprendedores de los alumnos de administración. Para darles continuidad a su Formación Integral de las competencias emprendedoras y resaltar la Transversalidad de la currícula.

### **Autorización y Renuncia**

El o los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

### **Referencias**

- 1) BUAP. (2007). *Modelo Universitario Minerva. Puebla*: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- 2) BUAP. (2018). *PDI Plan de Desarrollo Institucional 2017-2021*. Junio 2018, de 2018 Sitio web: [http://www.pdi.buap.mx/sites/default/files/pdf/mayo2018/PDI\\_BUAP\\_2017-2021.pdf](http://www.pdi.buap.mx/sites/default/files/pdf/mayo2018/PDI_BUAP_2017-2021.pdf)
- 3) OCDE. (2012). *Evaluación de la OCDE del sector de las nuevas empresas basadas en el conocimiento. 2018, de OCDE* Sitio web: [http://www.oecd.org/centrodemexico/Evaluaci%C3%B3n\\_de\\_la\\_OCDE\\_del\\_sector\\_de\\_las\\_nuevas\\_empresas\\_2018.pdf](http://www.oecd.org/centrodemexico/Evaluaci%C3%B3n_de_la_OCDE_del_sector_de_las_nuevas_empresas_2018.pdf)
- 4) Pascual, J. (04 julio 2013). Competencias personales y sociales en la formación profesional. *ACLPP informa*, 30, 13-14.
- 5) Capella Peris, C. y Gil Gómez, J., & Martí Puig, M., & Ruiz-Bernardo, P. (2016). Construcción de un cuestionario para medir el emprendimiento social en educación física. *Pedagogía Social. Revista Interuniversitaria*, (28), 169-188.

## EVALUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE SALUD Y SEGURIDAD PARA EL PERSONAL DE SANATORIO PRIVADO DE TEHUACÁN

*\*José Emilio Barrera Bruno<sup>1</sup>, Javier Martín García Mejía<sup>2</sup>,  
Eloy Servín Peña<sup>3</sup>, Rocío Paulina López Sánchez<sup>4</sup>*

**Resumen**— En este trabajo se evalúa la seguridad del personal del Sanatorio Sagrado Corazón, para ello se tomó en cuenta el manual de estándares elaborado por el Consejo de Salubridad General en el cuál se menciona que cada institución que brinde servicios de salud debe elaborar un programa de salud y seguridad del personal, mismo que no estaba actualizado y esto llevó a tres objetivos que debe cubrir el programa, los cuales son: 1) realizar una evaluación de riesgos por perfil de puestos, 2) elaborar un plan de vacunación de personal y 3) identificar que se cuente con el equipo de protección necesario para disminuir la probabilidad de algún accidente de trabajo, ya que las cifras en el estado de Puebla han demostrado que los accidentes laborales continúan y es algo que se debe trabajar para formar una cultura de prevención y que el capital humano a su vez se sienta protegido.

**Palabras Clave:** Seguridad del personal, Matriz de riesgos, Prevención de accidentes de trabajo.

### Introducción

Actualmente una empresa no puede dar la máxima calidad si sus trabajadores no están en las mejores condiciones para dar un excelente servicio. En este punto se vuelve importante evaluar la seguridad de cada departamento. Si una empresa busca ser más competitiva, debe de cuidar a su capital humano, ya que siendo una empresa de servicios como lo es el Sanatorio Sagrado Corazón (SCC), debe preservar la seguridad de su capital humano ante cualquier riesgo que pueda presentarse en el hospital. De esta manera el trabajador estará más seguro y aumentará su comodidad al desempeñar sus funciones. Y sólo así, se podrá exigir que la calidad de los servicios aumente.

El Sanatorio Sagrado Corazón, es una empresa que se ha consolidado en el ramo de servicios de salud a particulares, y ha aumentado el número de trabajadores para poder atender a mayor número de personas y de la mejor manera posible. La seguridad es una parte esencial que debe priorizarse en las instituciones, ya que para llevar a cabo un control total de calidad, los trabajadores deben hacer sus labores con el mejor rendimiento, y esto no será posible si no se encuentran en un ambiente con un nivel de seguridad alto.

En México, el Consejo de Salubridad General representa la segunda autoridad sanitaria del país, precedido únicamente por el Presidente de la

República. Esta institución, ha emitido un manual de estándares para implementar el modelo en hospitales, dentro del cual, en el apartado que involucra competencias y capacitación del personal, establece que cada institución deberá elaborar un programa de salud y seguridad del personal, mismo que se marca como un estándar indispensable, lo cual hace notar su importancia dentro del sanatorio.

El programa de salud y seguridad para el personal se asienta en el convencimiento de que la prevención y la colaboración son dos valores fundamentales que deben guiar toda acción preventiva. La prevención es el medio más eficaz para reducir los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales, y la colaboración de los poderes públicos, empresarios y trabajadores favorece e impulsa la mejora efectiva de las condiciones de trabajo.

<sup>1</sup> Ingeniero en Gestión Empresarial, sviemii95@gmail.com

<sup>2</sup> Doctor en Pedagogía y Docente del Departamento de Ciencias Económico Administrativas del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, posgrados10@hotmail.com

<sup>3</sup> Licenciado en Pedagogía y Docente del Departamento de Ciencias Económico Administrativas del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, eservinp3@gmail.com

<sup>4</sup> Licenciada en Ciencias de la Educación y Docente del Departamento de Ciencias Económico Administrativas del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán.

**Tabla 1.** Accidentes de Trabajo por entidad federativa según año de ocurrencia.

Entidad Federativa	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>TOTAL</b>	<b>411,787</b>	<b>396,044</b>	<b>401,727</b>	<b>425,095</b>	<b>428,511</b>	<b>413,973</b>	<b>405,280</b>	<b>419,860</b>	<b>417,520</b>	<b>365,617</b>	<b>35,293</b>
Aguascalientes	5,861	5,137	6,136	5,861	6,088	6,139	6,057	6,308	7,049	5,731	710
Baja California	21,228	19,820	20,627	22,947	21,598	20,596	20,707	21,526	21,447	18,457	1,764
Baja California Sur	4,267	4,328	4,504	4,672	4,949	4,390	4,532	5,056	5,412	5,498	639
Campeche	2,465	2,514	2,093	2,219	2,213	2,076	2,187	1,766	1,880	1,331	105
Coahuila	2,874	2,962	2,894	3,350	3,622	3,395	3,510	3,014	3,129	2,361	236
Colima	16,499	13,813	15,092	17,262	16,380	16,354	15,409	16,069	16,426	13,362	1,118
Chiapas	19,191	14,429	16,109	16,799	16,960	15,121	14,975	15,722	15,076	13,543	1,641
Chihuahua	4,025	4,829	4,882	5,142	4,750	4,911	4,545	4,340	4,865	4,726	314
Distrito Federal	40,733	45,165	39,927	40,415	39,290	39,132	39,084	42,611	41,159	36,642	4,324
Durango	6,027	5,037	4,978	5,259	5,805	5,237	5,301	5,773	5,747	5,235	539
Guanajuato	15,063	14,981	15,909	16,806	17,058	17,039	16,991	18,715	18,468	17,023	1,946
Guerrero	4,626	4,851	4,462	4,602	4,397	4,215	4,300	3,721	3,873	3,205	298
Hidalgo	5,574	5,152	5,356	6,125	6,286	5,709	5,832	5,927	6,120	5,365	570
Jalisco	47,521	44,773	43,500	46,099	46,965	44,702	45,865	48,746	49,740	45,316	4,658
México	47,995	47,336	50,964	54,102	57,392	55,887	53,879	55,994	55,034	47,346	4,848
Michoacán	10,174	11,420	11,690	11,926	11,123	10,606	9,919	10,200	9,819	9,229	894
Morelos	5,897	5,326	5,409	5,481	5,762	5,413	4,874	4,764	4,764	4,279	386
Nayarit	4,574	4,700	5,033	5,626	5,148	4,852	4,733	5,254	5,682	5,028	658
Nuevo León	32,946	28,773	29,352	30,675	30,353	28,310	28,163	28,498	26,742	22,656	2,848
Oaxaca	4,457	4,729	4,660	4,963	4,910	4,695	4,495	4,452	4,497	4,143	263
Puebla	11,167	11,765	12,412	12,845	13,082	12,657	12,376	13,442	13,471	11,773	793
Querétaro	6,847	6,905	7,630	8,522	8,339	8,173	8,093	8,696	9,391	8,041	540
Quintana Roo	7,074	7,835	7,833	8,329	8,573	8,756	9,075	9,608	9,241	7,971	313
San Luis Potosí	7,967	7,611	7,744	8,350	8,538	8,865	8,725	8,436	9,013	8,095	636
Sinaloa	14,479	13,524	13,408	13,925	13,671	12,446	11,758	11,794	11,838	9,720	1,081
Sonora	16,539	14,920	15,077	16,802	17,508	16,715	15,469	14,938	14,726	12,610	692

## Metodología

### Visita a cada puesto de trabajo

En el Programa de Salud y Seguridad del Personal, es indispensable la evaluación de riesgos por puesto de trabajo, para ello, fueron programadas las visitas a las diferentes áreas de trabajo del hospital, en las cuales se realizaron entrevistas a los trabajadores para poder reunir la información necesaria y elaborar la matriz de riesgos.



**Figura 1.** Visita a puestos de trabajo.



## Figura 2. Detección de riesgos.

### Evaluación de riesgos

La evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse. (CSG, 2015).

Al momento de visitar cada uno de los departamentos en el sanatorio, se hizo una evaluación de los riesgos que se presentan, así como los mismos trabajadores apoyaron a revisar cada detección para añadir y autorizar su inspección. Esta actividad se realizó tomando como modelo el método de Evaluación de Riesgos Laborales desarrollado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Este modelo fue adoptado ya que su misión es promocionar y apoyar la mejora de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo.

Tanto la reducción de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales como la mejora de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo pasan por la implantación de una verdadera *cultura preventiva*. Para ello el instituto dirige sus esfuerzos a la mejora de los recursos y fuentes de información disponibles y de los mecanismos de comunicación existentes.

Una vez que se identificaron riesgos existentes, se buscaron posibles soluciones que se incluyen como recomendaciones en cada riesgo identificado; con el

fin de que se de un seguimiento a esta investigación, y elevar la seguridad en cada departamento.



Figura 3. Inspección de áreas de trabajo

**Elaboración de procedimientos**

La elaboración de procedimientos, es una actividad que fue realizada como parte del departamento de calidad, en la cual se buscó rediseñar cada actividad y poder ayudar a una estandarización en los procesos dentro del sanatorio, brindando una mayor confiabilidad en el resultado de cada uno, así como aumentando el grado de seguridad al cumplir con cada paso indicado, resultando también en una mejora a la gestión de calidad.

Los procedimientos elaborados, se adecuaron al modelo de Diagrama de Flujo de carril de nado, en

donde se divide las áreas involucradas y que pasos deben de realizar.



Figura 4. Evaluación de procedimientos

**Evaluación de vacunación del personal.**

Durante la evaluación y rediseño del Programa de Seguridad, se programó dentro del sanatorio la aplicación de la vacuna contra la Influenza, debido a que se inicia la campaña para prevenir enfermedades respiratorias.



Figura 5. Vacunación de personal.

Tabla 2. Evaluación de riesgos por perfil de puesto

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO	DATOS IDENTIFICATIVOS							INICIAL	REVISADA	X	Hoja 1 de 3 Rev. 0
	Cod.	PROBABILIDAD			SEVERIDAD			VALOR DEL RIESGO	PRIORIDAD	MEDIDAS PREVENTIVAS	RESP. SEGUIMIENTO Y CONTROL
	R	B	M	A	LD	D	ED				
Caída a distinto nivel (escalera fija)	1		X			X		Moderado	Media-alta	Mantener limpias y libres de obstáculos las escaleras. No subir ni bajar precipitadamente. Uso del corchazo de seguridad.	
Caídas al mismo nivel	2		X			X		Tolerable	Medio	Mantener las condiciones de orden y limpieza adecuadas al lugar de trabajo. Evitar que los cables eléctricos, informáticos, etc., crucen las vías de paso y las zonas de trabajo. A la zona de trabajo se debe acceder por lugares de tránsito fácil y seguro es decir, sin verse obligado a realizar acciones o movimientos extraordinarios. Disponer de linternas para aquellos casos en que la luz ambiental es escasa.	
Caída de objetos en manipulación	4	X				X		Tolerable	Medio	Las herramientas se utilizarán con el fin para el que fueron diseñadas. Se evitará tener simultáneamente varias herramientas. Cuando una herramienta no se utilice se colocará en un sitio designado a tal fin, nunca en una zona donde pueda caerse accidentalmente.	
Pisadas sobre objetos	5	X				X		Tolerable	Medio	Mantener las condiciones de orden y limpieza adecuadas en el lugar de trabajo. Disponer de linterna para aquellos casos en que la luz ambiental es escasa.	
Choques contra objetos inmóviles	7		X			X		Moderado	Media-alta	Mantener las condiciones de orden y limpieza adecuadas. No dejar objetos en zonas de paso. El espacio de trabajo será el suficiente para garantizar que la realización de los trabajos se realiza en condiciones de seguridad.	
Sobreesfuerzos	13	X				X		Tolerable	Mediana	Estar formado e informado sobre la correcta manipulación de cargas.	
Exposición a contactos eléctricos	16	X				X		Moderado	Media-alta	Asegurarse de que los cuadros eléctricos cumplen con las condiciones óptimas de seguridad antes de proceder a cualquier mantenimiento a los mismos. Los cuadros eléctricos deben ser manipulados por personal cualificado.	

**Resultados**

Una vez realizada la evaluación por perfil de puestos, se enumeraron los riesgos detectados en el sanatorio, para poder continuar con las medidas de prevención y eliminación de riesgo.

Por el lado de la vacunación, al momento de evaluar el control que se lleva por parte del hospital, se encontró que todos los trabajadores cumplen con las vacunas necesarias, así como se programan días para que los trabajadores puedan recibir la aplicación de una vacuna, debido a la campaña que este en curso. Con esto se logra asegurar que el personal cumpla de acuerdo a las exigencias del Consejo de Salubridad General.

Por último, se consultó con el Ing. Efraín Melquiades Miguel, jefe de almacén, que se posee el inventario del equipo necesario para poder garantizar la seguridad de los trabajadores.

El rediseño de procesos en el programa de salud y seguridad del personal, tuvo una actualización favorable al exponer todos los riesgos que presenta cada puesto de trabajo, de la misma manera el personal obtuvo capacitación en caso de una emergencia por riesgo de incendio y sismo; conociendo la correcta manera de utilizar un extintor, así como la técnica de rescate en diferentes casos de sismo

Otro punto importante es que se tiene un buen programa de vacunación con lo que los trabajadores del sanatorio reciben en tiempo y forma las vacunas necesarias para poder asegurar su salud dentro del hospital.

**Tabla 3. Riesgos detectados en el sanatorio.**

CODIGOS DE UTILIZACION (R)			
01	Caidas de personas a distinto nivel	30	Condiciones Ergonómicas
02	Caidas de personas al mismo nivel	31	Factores psicosociales
03	Caidas de objetos por despienso o desarmamiento	32	Condiciones climáticas adversas
04	Caidas de objetos por manipulación	33	Fatiga física y mental
05	Caidas por objetos desprendidos	34	Exposición al ruido
06	Pisadas sobre objetos	35	Inhalación de vapores y gases tóxicos
07	Choqueos contra objetos inmóviles	36	Infección Nosocomial
08	Choqueos contra objetos móviles	37	Lesiones superficiales
09	Golpes por objetos o herramientas	38	Artritis, dolor e inflamación de articulaciones
10	Proyección de fragmentos o partículas	39	Descargas Eléctricas
11	Atrapamiento por o entre objetos	40	Heridas con material punzo cortante
12	Atrapamiento por vueltas de máquinas, tracciones o vehiculos	41	Hernias de Disco
13	Bobines/fuerzas	42	Agresiones por parte de pacientes
14	Exposición a temperaturas extremas	43	Agresiones por parte de familiares o terceros externos
15	Contactos térmicos	44	Dispositivos y problemas legales
16	Exposición a contactos eléctricos	45	Descontrol metabólico
17	Exposición a sustancias nocivas	46	Estrés laboral
18	Contacto sust. ácidas y/o corrosivas	47	Robo de material
19	Exposición a radiaciones	48	Fatiga visual, ojos rojos, ojos secos
20	Explosiones	49	Síndrome del túnel carpiano, artritis
21	Incendios	50	Exposición a Radiación
22	Accidentes causados por seras vivas	51	Alojamiento
23	Atrapesos o golpes con vehiculos	52	Asficia
24	Accidentes de tráfico	53	Riesgo Mecánico
25	Caídas naturales	54	
26	Otros	55	
27	Agentes químicos	56	
28	Agentes físicos	57	
29	Agentes biológicos	58	

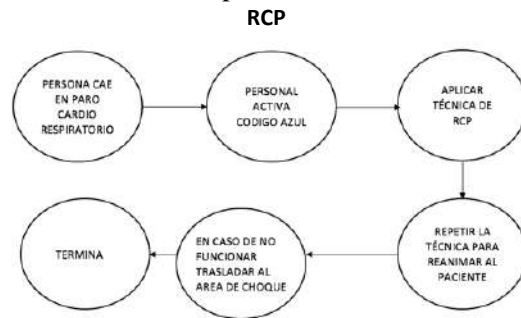
**Tabla 4. Severidad de riesgos.**

PROBABILIDAD	SEVERIDAD		
	LIGERAMENTE DAÑINO (LD)	DAÑINO (D)	EXTREMADAMENTE DAÑINO (ED)
BAJA (B)	TRIVIAL (T)	TOLERABLE (TO)	MODERADO (MO)
MEDIA (M)	TOLERABLE (TO)	MODERADO (MO)	IMPORTANTE (I)
ALTA (A)	MODERADO (MO)	IMPORTANTE (I)	INTOLERABLE (IN)

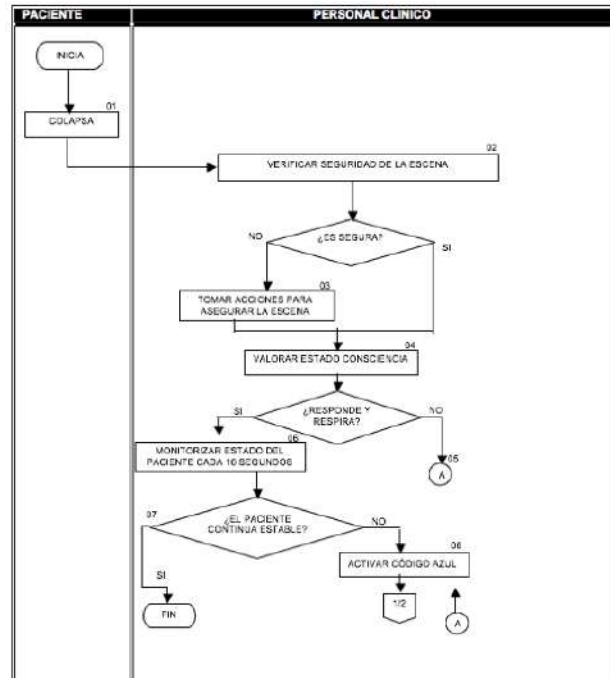
**Tabla 5. Prioridad de Riesgos**

VALOR RIESGO	PRIORIDAD
TRIVIAL	BAJA
TOLERABLE	MEDIA
MODERADO	MEDIA-ALTA
IMPORTANTE	ALTA
INTOLERABLE	INMEDIATA

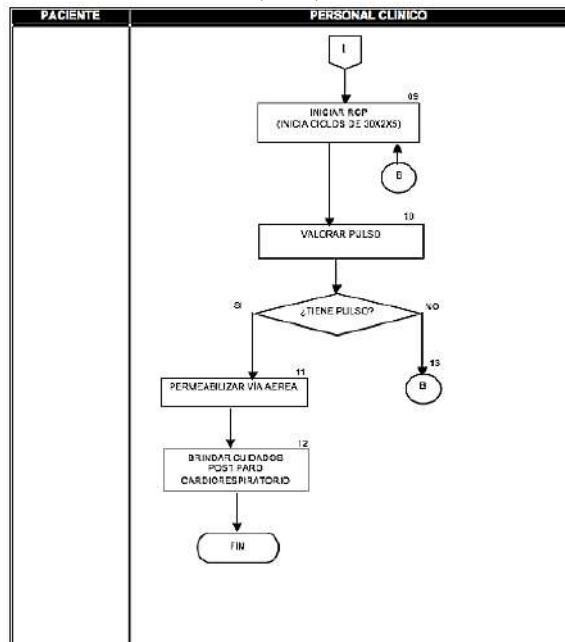
**Tabla 6. Formato de procedimiento anterior**



**Tabla 7. Procedimiento en formato carril de nado**





**Tabla 7.** Procedimiento en formato carril de nado (cont.).

## Conclusiones

En primera instancia, un seguimiento del programa es una recomendación muy útil, ya que el sanatorio es una institución que busca un crecimiento, el cual puede traer consigo aumentar el número de trabajadores en el Hospital, implicando hacer una evaluación de riesgos en caso que sea un nuevo cargo el que se ocupe.

De igual forma, una recomendación es la estandarización de los procesos, tanto clínicos como administrativos. El lograr que todos hagan de una misma manera algún procedimiento, asegurará que se cuente con un sistema de gestión de calidad óptimo y representa un avance significativo para conseguir la certificación ISO.

## Agradecimientos

A mis padres, que fueron mi motor y mi apoyo durante mi formación para poder llegar donde hasta ahora estoy, sin su ayuda no pudo haber sido posible.

## Autorización y Renuncia

El o los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

## Referencias

- 1) López Muñoz, G. (coord.) y otros. (1994). Éxito en la gestión de la salud y de la seguridad. México: I.N.S.H.
- 2) E.S.I. ES 8800: 1996 Guide to occupational health and safety management.
- 3) Comunidades Europeas. (1996). Directrices para la evaluación de riesgos en el lugar de trabajo. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de las Comunidades Europeas.
- 4) Consejo de Salubridad General, (2015). Estándares para implementar el modelo en hospitales (3ra edición). México.
- 5) Joint Commission International Accreditation Standards for Hospitals (5th Edition) USA 2013
- 6) Mundel, M. (2008). Estudio de Tiempos y Movimientos 8ª edición. México: CECSA.
- 7) Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo <http://www.insht.es/>
- 8) Secretaria del Trabajo y Previsión Social. <http://www.stps.gob.mx/gobmx/estadisticas/riesgos.htm>

## PERCEPCIÓN DE ADOLESCENTES DE UN CENTRO ASISTENCIAL SOBRE LA PARTICIPACIÓN DE MUJERES EN ÁREAS CTIM

*\*Karina Gutiérrez Fragoso<sup>1</sup>, Elías Ruiz Hernández<sup>2</sup>, Dulce J. Navarrete Arias<sup>3</sup>, German Cuaya Simbro<sup>4</sup>, Victor Rodríguez Marroquín<sup>5</sup>*

**Resumen** —En este trabajo se presentan algunos aspectos relacionados con la percepción de adolescentes de un centro asistencial sobre la participación de las niñas y las mujeres en las denominadas disciplinas CTIM (STEM por sus siglas en inglés). El análisis se realizó con base en la aplicación de una encuesta en las sesiones inicial y final de una actividad de intervención, la cual consistió en una serie de talleres interactivos para la realización de proyectos básicos de programación de microcontroladores en la plataforma Arduino. Asimismo, se documentaron relatorías de cada sesión y un ejercicio de cartas en formato libre. Los resultados del estudio mostraron que las adolescentes reconocen que es importante que las niñas y las mujeres participen en actividades de ciencia y tecnología, incluso admiten tener interés por temas de tecnología. Aunque no se perciben con vocación científica, los resultados mostraron que si les gustaría estudiar alguna ingeniería. De manera congruente, las adolescentes manifestaron interés por las matemáticas, pero expresaron que les gustaría aprenderlas de manera distinta. Finalmente, la mayoría de las adolescentes señalaron que no identificaban a mujeres exitosas en los campos de ciencia y tecnología. Lo anterior evidencia la naturaleza multifactorial de la problemática.

**Palabras Clave:** CTIM, STEM, niñas, mujeres, Arduino.

### Introducción

El cuarto jueves del mes de abril se estableció desde 2010 como el Día Internacional de las Niñas en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), por iniciativa de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) que pertenece a la Organización de Naciones Unidas. El organismo tiene como objetivo alentar las vocaciones tecnológicas en las niñas y jóvenes para trabajar en la reducción de la brecha digital de género a través de la motivación a las niñas para que participen en carreras tecnológicas, tanto en la formación escolarizada como en el ámbito profesional. Hasta 2016, más de 240,000 niñas y mujeres jóvenes de 160 países habían participado en 7,200 celebraciones del Día Internacional de las Niñas en las TIC, el cual se instituyó derivado de la baja participación de las mujeres en el ámbito laboral en el campo de las TIC y en la antesala, por su bajo interés para optar por carreras universitarias relacionadas con el mismo (Pavez, 2015).

En este sentido, un estudio realizado por Microsoft entre adolescentes europeas, evidenció que a los once años las niñas tienen interés por la Ciencia y la Tecnología equiparable al de los niños. Sin embargo,

este interés decae significativamente a partir de los 15 años. De acuerdo con el estudio, hay una ventana de apenas cuatro años en la que la escuela, las familias y las entidades que trabajan en este ámbito deberían centrar sus esfuerzos para evitar que las adolescentes pierdan su interés inicial por los estudios denominados CTIM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) o STEM, por sus siglas en inglés (Microsoft España, 2017).

En Europa, sólo uno de cada cinco graduados en Ciencia y Tecnología es una mujer. El informe PISA que elabora la OCDE revela que los chicos son mucho más proclives a imaginarse a sí mismos como tecnólogos, ingenieros o científicos cuando se les pregunta por su futuro profesional. Por su parte, la Comisión Europea ha alertado de que en 2020 existirán 900.000 empleos sin cubrir en el campo de la tecnología. Por lo que si no se impulsa el interés de las mujeres por los estudios STEM difícilmente se logrará reducir esta brecha (Microsoft España, 2017).

En este contexto, se estima que a nivel mundial existen 1.3 billones de mujeres usuarias de internet versus 1.5 billones de hombres. En los países desarrollados esta

<sup>1</sup> Doctora en Ciencias Biomédicas. Docente de la Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, kgutierrez@itesa.edu.mx

<sup>2</sup> Doctor en Ciencias Computacionales. Docente de la Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, eruiz@itesa.edu.mx

<sup>3</sup> Maestra en Ciencias Computacionales. Docente de la Ingeniería en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, dnavarrete@itsoeh.edu.mx

<sup>4</sup> Doctor en Ciencias Computacionales. Docente de la Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, gcuaya@itesa.edu.mx

<sup>5</sup> Maestro en Mecatrónica. Docente de la Ingeniería en Mecatrónica en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, vrodriguez@itesa.edu.mx

diferencia es de sólo 2%, pero aumenta a 16% en los países en vías de desarrollo. En cuanto al uso de internet las mujeres continúan siendo minoría a nivel global alcanzando sólo un 46% mientras que el 54% es de género masculino. Las mujeres además tienen 21% menos de probabilidades de tener su propio teléfono móvil, lo que se traduce en una brecha de 300 millones en todo el mundo, y se estima que menos del 20% de los especialistas en TIC son mujeres. Aspectos tales como acceso a equipos y plataformas tecnológicas, desarrollo de destrezas digitales y tiempo destinado a uso de tecnologías son algunos de los temas donde la diferencia de oportunidades de género continúa patente (Schaaper, 2013).

Este panorama no es alentador, sobre todo si se tiene en cuenta que las proyecciones indican que a la fecha el 90% de los empleos formales requieren de algún grado de alfabetización digital (UNESCO, 2013). Se ha discutido qué aspectos ligados a la familia, la escuela y al mundo laboral están involucrados en esta realidad ya que son esferas fácilmente permeables por desigualdades de oportunidades entre hombres y mujeres (Observatorio de Igualdad de Género, 2013). En la práctica esto significa que niñas y mujeres están más expuestas a quedar rezagadas en el mundo de las TIC ya que deben sortear mayores barreras que sus pares masculinos para acceder y aprovechar las ventajas ofrecidas por el mundo digital.

Particularmente en México, los resultados del informe PISA 2015, mostraron que, en promedio, los chicos mexicanos obtienen resultados más altos que las chicas en la evaluación de ciencias, pero existe un porcentaje similar de chicos y chicas con bajo y alto desempeño. Alrededor del 45% de los chicos y el 36% de las chicas tienen la expectativa de estar trabajando en una ocupación relacionada con las ciencias cuando cumplan 30 años; en ambos casos estos resultados se encuentran significativamente por encima del promedio OCDE (PISA, 2015).

Aunque los estudiantes en México declaran altos niveles de interés en ciencias comparados con sus pares en otros países OCDE -ya sea medido a través de sus expectativas de tener una carrera profesional relacionada con las ciencias, de sus creencias en la importancia de la investigación científica, o de su motivación por aprender ciencias- estas actitudes positivas están débilmente asociadas con el desempeño de los estudiantes en matemáticas (PISA, 2015).

Asimismo, en México el nueve por ciento de las niñas quieren estudiar alguna profesión relacionada con ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM por sus siglas en inglés), contra el 28 por ciento de los

niños que planean incursionar en dichas áreas. No obstante, sólo 12 por ciento de los padres de las jóvenes de 15 años esperan que sus hijas ejerzan en profesiones vinculadas con las ciencias, frente a 33 por ciento de los padres con hijos varones de 15 años. Mediante la iniciativa 'Niñas STEM: Pueden', un grupo de mujeres científicas mexicanas imparten pláticas y talleres en escuelas de nivel básico para promover la ciencia entre las niñas. Este proyecto fue desarrollado por la directora del gabinete de la OCDE, Gabriela Ramos en diciembre de 2016 y comenzará a llevarse a cabo en escuelas de educación básica de México como parte del nuevo modelo educativo (OCDE/SEP, 2017).

En entrevista, la doctora Marcia Hiriart Urdanivia, directora del Instituto de Fisiología Celular de la Universidad Nacional Autónoma de México comentaba en 2012 que participó como única representante mexicana en la Conferencia Internacional de Mujeres Líderes, de la cual se derivó la Declaración de Haifa para promover la participación de la mujer en la ciencia, la tecnología y la innovación. En la entrevista, la Dra. Hiriart comentó sobre las discusiones y acuerdos que se tomaron en esta reunión y compartió sus impresiones personales sobre el papel de la mujer en la ciencia, la tecnología y la innovación. Entre sus valiosas reflexiones, comentó que una clara evidencia de la baja participación de las mujeres en el ámbito de la ciencia y la tecnología, hace algunos años en la Facultad de Ingeniería ni siquiera había sanitarios para mujeres (Hiriart, 2012).

En este trabajo se presenta el análisis de algunos aspectos relacionados con la percepción de adolescentes de un centro asistencial sobre la participación de las niñas y las mujeres en las denominadas disciplinas CTIM (STEM por sus siglas en inglés). El centro asistencial proporciona atención de carácter integral a niñas y adolescentes que se encuentran en situación de abandono y/o maltrato, a través de servicios multidisciplinarios que permitan contribuir a su reintegración social y familiar. La principal aportación del estudio fue analizar la percepción de las adolescentes, quienes además de encontrarse en desventaja en el campo CTIM por las condiciones de género descritas previamente, presentan una situación de mayor vulnerabilidad debido a que se encuentran en el centro asistencial bajo un proceso del orden judicial.

### **Objetivo**

Analizar la percepción de las adolescentes de un centro asistencial sobre la participación de las niñas y las mujeres en disciplinas CTIM.

## Metodología

Este estudio es de alcance descriptivo y corte transversal abordado con un enfoque cuanti y cualitativo. El grupo de estudio incorporó a 12 adolescentes entre 12 y 17 años seleccionadas por las autoridades del centro asistencial y que pertenecían a los niveles educativos de secundaria y bachillerato. Algunas de las condiciones de desarrollo de los talleres fueron definidas por las mismas instancias, tales como la necesidad de que en cada sesión estuviera presente una psicóloga y que los talleres se realizaran en las instalaciones del centro asistencial. Entre las restricciones, también se informó que no sería posible recabar registro fotográfico de ninguna de las actividades, con el fin de preservar la confidencialidad de la identidad de las adolescentes incluidas en el estudio y no interferir con los procesos legales en curso.

La estrategia metodológica del proyecto consistió en el desarrollo de 5 sesiones de talleres interactivos con duración de 3 horas cada una, en las cuales se implementaron proyectos con Arduino usando el kit para principiantes. Arduino es una plataforma de electrónica de código abierto basada en un enfoque “fácil de usar” que se integra por *hardware* y *software* (Arduino, 2018). La placa de Arduino (*hardware*) contiene un microcontrolador (pequeña computadora) que adquiere señales del ambiente físico a través de componentes denominados sensores y afecta el entorno controlando luces, motores y otros elementos que se conocen como actuadores. La plataforma de Arduino también incorpora un entorno de desarrollo integrado (IDE) que permite escribir código computacional (programa) en el lenguaje de programación Arduino y mediante un cable de conexión se envía el programa al microcontrolador de la placa indicando que funcionamiento debe exhibir con base en las señales que reciba. La plataforma es muy versátil y se pueden implementar diversos proyectos de electrónica y programación de microcontroladores de manera creativa y fácil. En los talleres interactivos se desarrollaron los siguientes proyectos del kit para principiantes:

01. Conceptos básicos
02. Nave especial
03. Termómetro
04. Lámpara multicolor
05. ¿Cuál es tu estado de ánimo?
06. Theremín
07. Piano electrónico
08. Reloj de arena
09. Molino digital
10. Zoótrofo
11. Bola de cristal
12. Cerradura mágica

### 13. Lámpara automática

En el proyecto 01. Conceptos básicos, se propicia el encuentro de las adolescentes con la teoría básica de la electricidad, conexión de componentes en serie y en paralelo utilizando pulsadores, un diodo LED y una resistencia. En el proyecto 02. Nave espacial, las adolescentes interactuaron con su primer programa y el uso de variable en el código, así como las entradas y salidas digitales de la placa Arduino. En el proyecto 03. Termómetro, se utilizaron las entradas analógicas de la placa Arduino para medir la temperatura de las adolescentes a través de los dedos de sus manos e interactuaron con el monitor serial del IDE de Arduino. En el Proyecto 04. Lámpara multicolor, se usaron un diodo LED RGB y fotoresistencias para que mediante las salidas analógicas de la placa Arduino se implementó una lámpara que cambiaba suavemente los colores dependiendo de las condiciones de iluminación del ambiente. En el Proyecto 05. ¿Cuál es tu estado de ánimo?, se utilizó un servomotor mecánico para realizar un mapeo de valores de posición de un potenciómetro para hacer variar la posición del servomotor que señalaban tres estados de ánimo de las adolescentes. El Proyecto 06. Theremín, se utilizó una resistencia y un piezo eléctrico para implementar un instrumento que generaba sonidos controlado por luz. En el Proyecto 07. Piano electrónico, se utilizaron resistencias y pulsadores para construir un pequeño teclado musical. El proyecto 08. Reloj de arena, se creó un temporizador digital que encendía un LED cada 10 segundos. En el Proyecto 09. Molino digital, se consiguió que Arduino hiciera girar una rueda de colores usando transistores y un motor de corriente directa. En el Proyecto 10. Zoótrofo, se creó una ilusión de imágenes en movimiento utilizando un motor y un puente H. El Proyecto 11. Bola de cristal, se utilizaron pantallas LCD y las instrucciones *switch/case* y *random()*. La cerradura mágica del Proyecto 12 permitió construir un mecanismo de bloqueo mediante un piezo eléctrico y la codificación de funciones propias a nivel de código. Finalmente, en el Proyecto 13. Lámpara automática, se construyó una lámpara que enciende una luz y la apaga cuando se toca una lámina de metal. Los proyectos incluyeron la revisión del fundamento teórico en cada caso, la identificación de los componentes eléctricos y electrónicos necesarios para cada proyecto, la visualización y montaje físico del diagrama del circuito en una placa de pruebas (*protoboard*) conectada a la placa del microcontrolador de Arduino, el análisis y transcripción del código para finalmente, programar los microcontroladores y observar el funcionamiento de cada proyecto. Posteriormente, se entregó un breve cuestionario que consistió en 3

preguntas abiertas para propiciar la reflexión sobre el conocimiento aprehendido en cada proyecto.

El grupo de adolescentes que se incluyó en el estudio se organizó en 4 equipos de 3 personas. En cada equipo, 1 estudiante de nivel superior de Ingeniería en Sistemas Computacionales fungió como monitor del desarrollo de los proyectos realizando tareas de orientación y guía con las adolescentes. El grupo de trabajo se integró por 2 facilitadoras, 4 alumnas monitor, 1 alumna de apoyo y 1 relator.

Durante las sesiones de los talleres interactivos se aplicó un instrumento tipo encuesta en la primera y en la última sesión para obtener información sobre la percepción de las adolescentes en torno a la participación de las niñas y las mujeres en campos CTIM. El procesamiento de estos datos se realizó mediante estadística descriptiva básica. En la sesión final de la serie de talleres interactivos se convocó a las adolescentes a elaborar una carta en formato libre para conocer su evaluación cualitativa de las actividades desarrolladas. Asimismo, se realizaron relatorías detalladas de cada sesión para obtener un panorama general del desarrollo de las actividades y las actitudes de las adolescentes.

## Resultados

Con la finalidad de conocer la percepción de adolescentes del centro asistencial sobre la participación de las niñas y las mujeres en las denominadas disciplinas CTIM, se utilizaron tres instrumentos para recolección de datos: encuesta, relatoría y carta en formato libre. En primera instancia, la misma encuesta se aplicó al inicio y al final de los talleres, lo cual permitió evaluar el impacto de exponer a las adolescentes en condiciones de vulnerabilidad, a la interacción con actividades relacionadas con la ciencia y la tecnología. Los ítems de la encuesta se relacionan con las expectativas de las adolescentes en torno a estar trabajando en una ocupación relacionada con la ciencia o la tecnología, niveles de interés en ciencias o tecnología medido a través de sus creencias en la importancia de la investigación científica o el desarrollo tecnológico, así como de su motivación por aprender matemáticas y ciencias. La encuesta incluyó 7 ítems con tres opciones gráficas de respuesta: cara triste, cara neutra y cara sonriente, las cuales equivalen a “no”, “me da igual”, “sí”. Enseguida, se listan los ítems de la encuesta:

1. ¿Consideras que es importante que las niñas participen en actividades relacionadas con la ciencia y la tecnología?
2. ¿Te gustan las matemáticas?
3. ¿Consideras que tienes vocación para la ciencia?

4. ¿Te interesan los temas de tecnología?
5. ¿Conoces a alguna mujer que sea exitosa en ciencia o tecnología?
6. ¿Te gustaría estudiar una carrera de ingeniería?
7. ¿Te gustaría cambiar la manera de aprender matemáticas?

La tabla 1 muestra los resultados con datos absolutos que contabilizan las respuestas de 12 adolescentes por cada ítem en la aplicación inicial de la encuesta correspondiente al 10 de marzo de 2018 y de 11 adolescentes en la aplicación final del 14 de abril de 2018. La diferencia en el número de sujetos de estudio y por tanto, en respuestas de cada ítem, se debió a que una de las adolescentes dejó la casa asistencial después de la segunda sesión. Sin embargo, debido a que la encuesta fue respondida en forma anónima, no se descartó ninguna de las hojas de respuesta de la primera aplicación. En la tabla 2 se muestran los resultados porcentuales de las respuestas de la encuesta en ambas aplicaciones.

**Tabla 1.** Resultados absolutos de la encuesta.  
Fuente: Elaboración propia.

Item	Aplicación inicial			Aplicación final		
	Sí	Neutra	No	Sí	Neutra	No
1	9	3		11		
2	6	4	2	6	4	1
3	6	5	1	2	6	3
4	9	3		9	2	
5	4	5	3	6		5
6	7	4	1	7	3	1
7	11	1		9	2	

**Tabla 2.** Resultados porcentuales de la encuesta.  
Fuente: Elaboración propia.

Item	Aplicación inicial			Aplicación final		
	Sí	Neutra	No	Sí	Neutra	No
1	75	25	0	100	0	0
2	50	33	17	55	36	9
3	50	42	8	18	55	27
4	75	25	0	82	18	0
5	33	42	25	55	0	45
6	58	33	8	64	27	9
7	92	8	0	82	18	0

Desde el punto de vista cuantitativo y con base en los resultados obtenidos de la encuesta, en la tabla 1 se puede observar que después de la aplicación de los talleres, las adolescentes coincidieron prácticamente de manera unánime en reconocer la importancia de que las niñas participen en actividades relacionadas con la ciencia y la tecnología. Sin embargo, con base en la

tabla 2 y en relación con los ítems referentes a matemáticas (2 y 7), el 50% manifiesta tener gusto por el tema, pero se alcanza hasta un 92% en términos de preferencia en cambiar la manera en que aprenden matemáticas. Por otra parte, en cuanto a la percepción de las adolescentes sobre su vocación para la ciencia, inicialmente el 50% respondió afirmativamente. No obstante, después de los talleres una mayor proporción de ellas se expresó de manera negativa o con duda (55% y 27%, respectivamente). En contraste, el interés por estudiar una carrera de ingeniería (ítem 6), prácticamente se mantuvo sin cambio en valores absolutos con una tendencia predominante a la respuesta afirmativa. Lo anterior, es congruente con los datos del ítem 4 relacionado con el interés por temas de tecnología, el cual tiene también una tendencia positiva en las respuestas de las adolescentes. Finalmente, el ítem 5 asociado con la identificación de mujeres exitosas en ciencia y tecnología, evidencia la necesidad de incrementar la difusión de los esfuerzos y aportaciones que valiosas mujeres han hecho en esos campos a lo largo de la historia, así como ejemplos vida de mujeres contemporáneas que puedan inspirar a más niñas y mujeres a incursionar en disciplinas CTIM.

Por otra parte, en cada sesión de los talleres se documentó una relatoría, lo cual permitió evaluar desde una perspectiva cualitativa general el impacto de los talleres en términos de las reacciones y actitudes al desarrollar las actividades por parte de las adolescentes. En general, se puede comentar que la sesión inicial se desarrolló en un ambiente de bastante tensión, con fuerte resistencia del grupo de adolescentes, por momentos con actitudes retadoras o de abierto desinterés. Sin embargo, conforme avanzaron las sesiones, las alumnas monitores lograron “conectar” de manera empática con sus equipos de adolescentes. Asimismo, se logró que al interior de los equipos las adolescentes se decantaran por actividades específicas tales como la lectura y comprensión del sustento teórico de cada proyecto Arduino, la codificación de los programas en la computadora, montaje de los circuitos y pruebas.

En las últimas sesiones, se observó una modificación importante en la actitud de las adolescentes debido a que fueron adquiriendo mayor autonomía en el desarrollo de los proyectos, una apropiación en el manejo de los componentes de los mismos, mayor inquietud e interés, inclusive cooperación solidaria entre los equipos para concluir un proyecto, o bien, realizar pruebas.

De igual manera, la actividad referente a la elaboración de cartas en formato libre, permitió obtener un

panorama cualitativo de las actividades desarrolladas y de la percepción de las adolescentes. En resumen, se puede identificar una percepción positiva sobre los talleres interactivos, el desarrollo de los proyectos y la incidencia en la elección prospectiva de una carrera asociada con la ingeniería. Sin embargo, el que quizás constituyó el mayor logro de la intervención con los talleres, fue haber vencido la resistencia y el desinterés de una comunidad altamente vulnerable. Lo anterior, posibilita considerar que el tipo de actividades implementadas pueden contribuir favorablemente a mantener el interés de las adolescentes por temas de las disciplinas CTIM y de esta manera, promover su participación más activa e igualitaria en esos campos. Por lo anterior, se planea replicar esta actividad en instituciones de educación media superior del estado y del país, para analizar la percepción de las adolescentes con respecto a diferentes regiones geográficas y evaluar el impacto de actividades como los talleres interactivos. Si bien es cierto que la encuesta aplicada en este estudio tiene limitaciones tales como la cantidad de ítems, escala y validación del instrumento, se planea diseñar una encuesta enriquecida y validarla estadísticamente la generalización de los hallazgos.

## Conclusiones

En general, las niñas crecen con la idea de que la ciencia, la tecnología y la innovación no son campos en los que puedan desempeñarse exitosamente. Los resultados de este estudio sobre la percepción de las adolescentes se suma a la evidencia internacional en ese aspecto. Sin embargo, aporta un componente adicional que es una condición de mayor vulnerabilidad al verse inmersas en un proceso de orden judicial. En buena medida los prejuicios se dan desde el núcleo familiar y no es una situación exclusiva de nuestro país, como dan cuenta los estudios a nivel internacional. No obstante, los resultados de esta investigación evidencian que al margen de la situación familiar, la intervención realizada mediante los talleres interactivos con Arduino influyeron de manera positiva en torno a los aspectos analizados. Lo que permite considerar que la realización de este tipo de actividades de forma regular, pueden incidir a largo plazo no sólo en la percepción de las adolescentes sino en su propia participación en la disciplinas CTIM.

Las condiciones actuales han generado un importante rezago en cuanto a sus oportunidades de acceder a tecnología y prepararse académicamente en los campos CTIM. En consecuencia, la presencia de mujeres ya en el nivel profesional en posiciones relacionadas con la ciencia y la tecnología es muy reducida. En este grupo de adolescentes fue notorio que no se identifican modelos que las inspiren, aunque en realidad existen numerosos esfuerzos e historias de

mujeres contemporáneas que están logrando desempeñarse exitosamente en varias disciplinas. Entonces, es quizás la falta de difusión de estos esfuerzos a través de canales adecuados y cercanos a las adolescentes lo que está influyendo en este aspecto.

Por lo anterior, es necesario generar mayor autoconfianza en las niñas, realizar esfuerzos para mantener su interés por la ciencia y la tecnología durante la adolescencia, promover que tengan contacto con actividades relacionadas con la robótica, la programación de computadoras, las matemáticas, la ingeniería, entre otras. Es fundamental impulsar a las jóvenes a que se atrevan a transitar por las vicisitudes de participar activamente en disciplinas tradicionalmente dominadas por los compañeros del género masculino. No obstante, es una tarea que se tiene que fortalecer continuamente dado que las condiciones de desigualdad y las proyecciones de los estudios realizados hasta ahora, anuncian un enorme reto.

### Agradecimientos

Los autores agradecen la participación de estudiantes del Programa Educativo de Ingeniería en Sistemas Computacionales (ITESA) como talleristas: Raquel Méndez Garrido, Selene Atziri Cázarez de Jesús, Brenda Vera Romero, Yazmin Vera Romero, Dania Lucero Álvarez García y Carolina Maximino Hernández. Asimismo, expresamos nuestro agradecimiento al Mtro. José Alonso Huerta Cruz, Director General de CITNOVA, Dra. Concepción Gómez Juárez, Directora General de ITESA y las autoridades del Centro Asistencial por su respaldo, disposición y apoyo para la realización del proyecto.

### Autorización y Renuncia

Los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresó en el escrito.

### Referencias

- 1) Centro de Noticias de Microsoft España. Recuperado de <https://news.microsoft.com/es-es/2017/04/27/interes-ninas-porcienciatecnologia-reduce-partir-15-anos/>
- 2) Hiriart, M. (2012) La incorporación de las niñas y las mujeres a la ciencia, un trabajo de día a día. Recuperado de [http://ciencia.unam.mx/leer/69/La\\_incorporacion\\_de\\_las\\_ninas\\_y\\_mujeres\\_a\\_la\\_ciencia\\_un\\_trabajo\\_de\\_dia\\_a\\_dia\\_Marcia\\_Hiriart](http://ciencia.unam.mx/leer/69/La_incorporacion_de_las_ninas_y_mujeres_a_la_ciencia_un_trabajo_de_dia_a_dia_Marcia_Hiriart) le.com.mx/books
- 3) ITU/UNESCO (2013) Doubling Digital Opportunities: Enhancing the position of Women and Girls in the Information Society, A Report by the Broadband Commission Working Group on Broadband Gender. Recuperado de <http://www.broadbandcommission.org/documents/workinggroups/bb-doubling-digital-2013.pdf>
- 4) Observatorio de Igualdad de Género (2013) Brecha digital de género: Reflejo de la desigualdad social. Notas para la igualdad N. 10. Recuperado de <http://www.cepal.org/oig/noticias/noticias/1/50901/>
- 5) Pavez, I. (2015). Niñas y mujeres latinoamericanas en el mapa tecnológico: Una mirada de género en políticas de inclusión digital. Buenos Aires: IPE-Unesco.
- 6) Programa para la evaluación Internacional de alumnos (PISA). Resultados para México 2015. OCDE. Recuperado de <https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Mexico-ESP.pdf>
- 7) Programa niñas STEM: Pueden. OCDE y SEP. Recuperado de <http://noticieros.televisa.com/ultimas-noticias/nacional/2017-06-20/ocdey-sep-impulsaran-carreras-cientificas-ninas/>
- 8) Schaaper, M. (2013). The Partnership on Measuring ICT for Development: developing and collecting statistics on ICT and gender. XII Conferencia Regional Sobre La Mujer de América Latina y el Caribe, Santo Domingo, 15 a 18 de Octubre de 2013.
- 9) Arduino. Recuperado de <https://www.arduino.cc/>

## ESTRATEGIAS Y APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE TUTORÍAS EN EL SISTEMA EDUCATIVO DE NIVEL SUPERIOR

*\*M. E. María de Jesús Oregán Silva<sup>1</sup>, M. E. Ramón Matías López<sup>2</sup>,  
M. C. Juan Carlos Vásquez Jiménez<sup>3</sup>, Ing. Serafín Reyes García<sup>4</sup>*

**Resumen** — El Tecnológico Nacional de México (TecNM) cuenta con un programa nacional de tutorías, el cual contiene un manual del tutor y un cuaderno de tutorías, el manual contiene formatos pero le falta indicar como sacar los resultados de los formatos para elaborar un diagnóstico, y en el cuaderno no se indica en qué momento se deben aplicar las actividades, lo cual es un problema para el tutor poder aplicar el programa de tutorías. También se ha detectado que el tutor no hace uso del cuaderno de tutorías para aplicar actividades. Por lo anteriormente se tiene como objetivo en este proyecto el de apoyar al docente a interpretar los formatos que marca el programa de tutorías y pueda elaborar el diagnóstico de sus tutorados, identificando de qué manera puede atender a sus tutorados de forma general y proceda a aplicar actividades, utilizando el cuaderno de tutorías en cuanto a: desarrollo de habilidades de lectura, de matemáticas y ejercite habilidades básicas del pensamiento. También proceda a canalizar a sus tutorados con problemas de: salud, personales (estancias especiales), o para asesorías académicas (para evitar la reprobación), y evitar la deserción. Por lo que se presentara una aplicación de este método de tutorías y los logros obtenidos.

**Palabras Clave:** Tutorías, Diagnóstico, Estrategia, Rendimiento académico.

### Introducción

La tutoría es una estrategia educativa que el SNIT ha diseñado y tiene los siguientes propósitos: contribuir al mejoramiento del desempeño académico de los estudiantes (López, 2011), coadyuvar en el logro de su formación integral con la participación de docentes y otras instancias que puedan conducirlo a superar los obstáculos que se presenten durante su desarrollo como son: bajos niveles de desempeño, repetición, rezago y fracaso estudiantil, deserción, abandono y baja eficiencia terminal, e incidir en las metas institucionales relacionadas con la calidad educativa, favoreciendo con ello la eficiencia terminal de los programas educativos. (TecNM, 2013)

La acción tutorial recae principalmente en el docente, quien al asumir el papel que el Modelo Educativo para el Siglo XXI le confiere, se convierte en facilitador no sólo del aprendizaje de los estudiantes, sino también de la adquisición de sus competencias, cumpliendo de esta manera con la tarea de educar para el trabajo y para la vida. (Latapí, 1988)

Dada la importancia y trascendencia del trabajo realizado por el docente y conociendo (Drapeau

Christian, s.f.) el cúmulo de esfuerzos realizados por los Institutos Tecnológicos, Federales y Descentralizados, en sus distintas modalidades, en favor de la tutoría, la DGEST se propuso capitalizar dichos esfuerzos, los cuales quedan plasmados en el presente Manual del Tutor del SNIT. (TecNM, 2013)

En el Instituto Tecnológico de Tehuacán, se ha acordado que el programa de tutorías se atenderá a los grupos de primero y segundo semestre en todas las carreras que se ofrecen, sin embargo en la carrera de Ingeniería Mecatrónica el programa de tutorías es aplicado por docentes de tiempo completo y de tres cuartos de tiempo, los cuales imparten de 4 a 5 grupos, más el grupo de tutorados. Por lo que implica un trabajo fuerte, por lo que en este proyecto se da a conocer de qué manera el tutor puede manejar los formatos e identificar las necesidades de los tutorados y plasmarlos en un formato que le sea útil para elaborar un diagnóstico.

Con el diagnóstico el tutor, identificará si el tutorado requiere asesoría académica para evitar la reprobación, si requiere reforzar habilidades del pensamiento o matemático entonces se le indicará al tutor como usar

<sup>1</sup> Es Ingeniero Industrial en Química, Maestra en Educación con Especialidad en Metodología de la Enseñanza Superior, Docente en la Licenciatura de Ingeniería Mecatrónica en el Departamento de Metal – Mecánica en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, maoregansilva@hotmail.com

<sup>2</sup> Es Licenciado en Informática, Maestro en Educación, Docente de la Licenciatura de Ingeniería en Sistemas Computacionales y en el Programa de Maestría en Administración en la División de Estudios de Posgrado e Investigación en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, rmatiaslopez@hotmail.com

<sup>3</sup> Es Ingeniero Industrial Mecánico, Maestro en Ciencias en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional, cuenta con estudios de Doctorado en Sistemas Integrados de Manufactura y Estrategias de Calidad, es Docente en la Licenciatura de Ingeniería Mecatrónica en el Departamento de Metal – Mecánica y en el Programa de Maestría en Ingeniería Industrial en la División de Estudios de Posgrado e Investigación en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán jcvazquezj@hotmail.com

<sup>4</sup> Es Ingeniero Industrial Mecánico y Candidato al Grado de Maestro en Ingeniería Mecánica y es Docente en Ingeniería Mecatrónica en el Departamento de Metal – Mecánica en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, sreyes100@hotmail.com



el cuaderno del tutorado, si se detecta que el tutorado cuenta con problemas personal entonces como canalizarlo con personal especializado.

### **Metodología**

Este proyecto está enfocado a una investigación explicativa ya que se orienta a establecer las causas que originan un fenómeno determinado. Como es este caso la función importante que tiene la participación del docente en el programa de tutorías, También se trata de una investigación cuantitativa porque descubre el por qué y el para qué de un fenómeno integrando datos estadísticos para identificar los resultados logrados. Se revelan las causas y efectos de lo estudiado a partir de una explicación del fenómeno de forma deductiva a partir de teorías o leyes. La investigación explicativa genera definiciones operativas referidas al fenómeno estudiado y proporciona un modelo más cercano a la realidad del objeto de estudio.

### ***Procedimiento estratégico para asignar el grupo de tutorados***

Existe un coordinador de tutoría para cada carrera, esto permite una mejor atención del programa en cada área, para asignar el grupo de tutorados es necesario que cuente con el horario de los tutores y tutorados para identificar que coincidan en una hora para la atención al programa. Cada semana se atenderá al grupo de tutorados por una hora. Posteriormente el coordinador reportará al jefe de departamento la relación de asignación de docente tutores con los grupos de tutorados por atender.

El Coordinador General de tutorías deberá subir los grupos de tutorados al Sistema Integral de Información (SII) y el coordinador de carrera dará de alta al tutor respectivo de cada grupo para que el tutorado pueda acceder al SII y de esta manera pueda estar en contacto con sus tutorados independientemente de la hora semanal que tiene asignada para atención de forma grupal.

### ***Plan de actividades para el programa de tutorías***

En la primera sesión el tutor será presentado por el coordinador y el jefe de departamento correspondiente, con la finalidad de establecer las estrategias a seguir y en la forma que se llevaran a cabo durante el semestre y se procederá a realizar la lista de asesoría académica, es decir, en que asignaturas consideran los estudiantes que tendrán problemas para cursar exitosamente.

En la segunda sesión el tutor les indicará el horario de asesoría de sus asignaturas y mediante una exposición les indicará que es el programa de Tutorías y su importancia durante su formación académica. Durante esta reunión deberá entregarles un manual con los

formatos (anexos) para que sean debidamente llenados, aclarando dudas personalmente o mediante correo electrónico. Los anexos son los formatos que se encuentran en el manual del tutor y son los principales instrumentos que este debe manejar para poder realizar su diagnóstico. En el Manual del tutor no se indica de qué manera se deben utilizar los formatos anexos para poder detectar necesidades, por lo que a continuación se muestra cada uno, indicando los puntos necesarios para realizar el diagnóstico.

- Anexo 6 Ficha de Identificación del tutorado
- Anexo 8 Formato de entrevista
- Anexo 9 La línea de la vida
- Anexo 10 Análisis FODA
- Anexo 11 Encuesta sobre habilidades de estudio
- Inventario sobre estilos de aprendizaje
- Anexo 12 Test de autoestima
- Anexo 13 Test de asertividad
- Anexo 15 Formato de registro para desempeño académico

En la tercera sesión se analizarán los formatos en el aula de forma grupal de tal manera que estén correctamente requisitados para que se puedan entregar para su diagnóstico. Para lo cual el tutor tendrá la habilidad de manejar los anexos e identificar las necesidades.

### ***Detección de necesidades mediante los formatos (anexos)***

En el programa de tutorías existen los formatos (anexos) que se aplican a los tutorados con la finalidad de identificar el estado de sus habilidades, situación académica, y su situación personal. Por lo que a continuación se explicará de qué manera puede identificar sus necesidades de atención para elaborar un diagnóstico e implementar actividades para superar sus debilidades y convertirlas en fortalezas.

### ***Anexo 6 Ficha de identificación del tutorado***

En este formato se identifican los datos personales del tutorado, el cual el tutor debe tenerlo a la mano por cualquier situación que le pueda pasar al tutorado y se le pueda avisar sus familiares. Por lo que en el Formato del diagnóstico el tutor debe tener el nombre de la persona que indica el tutorado junto con su número de teléfono. El tutor también puede consultar esta información en el sistema del SII.

### ***Anexo 8 Formato de la entrevista***

Este formato deberá llevar fotografía para una mejor identificación del tutorado. Por otra parte, permite identificar la situación socioeconómica del tutorado, ya que si se identifica que el sueldo de los padres es bajo, si cuenta con muchos hermanos, si el tutorado

trabaja, son indicadores de que es candidato a solicitar alguna beca.

### **Estado psicofisiológico,**

Se identifica que cuenta con un problema de salud, si su respuesta se encuentra en los rangos de frecuente, muy frecuente o a veces, son indicadores que requiere atención médica y deberá encauzarse adecuadamente por el tutor.

### **Área de integración**

En este rubro si se detecta que existe algún problema familiar se le indica al tutorado que asista a atención psicológica para que sea apoyado profesionalmente. Por esta razón es necesario que el departamento de Desarrollo Académico se encargue de contar con psicólogos para atender las necesidades detectadas en la aplicación el programa de tutorías.

### **Características personales (madurez y equilibrio)**

En este rubro si se detectan algunas situaciones personales que afecten en el desarrollo de habilidades, actitudes, aptitudes, etc, tal y como se señalan de color amarillo en la tabla 1, el tutorado deberá ser canalizado a atención especializada con el psicólogo para que lo apoye a cerrar círculos.

**Tabla 1.** Se identifica la autopercepción del tutorado (TecNM, 2013)

Autopercepción	No	Poco	Frecuente	Mucho	Observaciones
Puntual					
Tímido/a					
Alegre					
Agresivo/a					
Abierto/a las ideas de otros					
Reflexivo/a					
Constante					
Optimista					
Impulsivo/a					
Silencioso/a					
Generoso/a					
Inquieto/a					
Cambios de humor					
Dominante					
Egoísta					
Sumiso/a					
Confiado/a en si mismo/a					
Imaginativo/a					
Con iniciativa propia					
Sociable					
Responsable					
Perseverante					
Motivado/a					
Activo/a					
Independiente					

### **Área psicopedagógica**

En este rubro si se identifica que el tutorado presenta un carácter voluble o fuerte, son indicadores de que el estudiante requiere atención psicológica especializada.

### **Anexo 9 Línea de la vida**

Si en este formato se identifica alguna etapa que al tutorado lo ha marcado con sucesos que han definido su formación y en gran medida determinan su comportamiento actual. Son situaciones que el tutor deberá considerar para sugerirle atención especializada que le ayude a cerrar ciclos.

### **Anexo 10 Análisis FODA**

En este formato en el rubro 1. *Fortalezas* si se identifica que el tutorado cuenta con alguna habilidad del conocimiento entonces esta fortaleza puede aprovecharse para apoyar a sus compañeros en el programa de tutorías, con asesorías académicas.

Si en el rubro 2. *Introspección. Debilidades.* Si se identifica alguna tendencia negativa o destructiva de su comportamiento y que pueda afectar a los demás, entonces se canaliza a atención especializada (psicológica).

Si en el rubro 3. *Introspección. Amenazas,* se identifica alguna inseguridad para su futuro entonces también se canalizaría a atención psicológica.

Anexo 11. Encuesta sobre las habilidades de estudio, esta encuesta cuenta con tres cuestionarios, cada uno con 20 preguntas: el primero es para detectar la organización del estudio, e segundo es para identificar si el tutorado cuenta con alguna técnica de estudio y la tercera encuesta es para identificar el tipo de organización para el estudio. Si el tutorado contesta de acuerdo con su juicio sincero, se logrará obtener un adecuado diagnóstico. Al final de cada cuestionario se cuentan el número de respuestas NO y se asienta ese número en el rubro de calificación. Una vez obtenidas las calificaciones de cada cuestionario se considera para su consulta la tabla comparativa encuesta sobre habilidades de estudio para el primer semestre, ver tabla 2.

**Tabla 2.** Encuesta sobre habilidades de estudio (tabla de referencia) (TecNM, 2013)

Calificación en organización del estudio (I)	Calificación de técnicas de estudio (II)	Calificación en motivación para el estudio (III)	Calificación total en habilidades (IV)	Interpretación (V)
(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)
20	20	20	57-60	Muy alto
19	18-19	19	52-56	Alto
18	17	18	50-51	Por encima del promedio
16-17	16	17	48-49	Promedio alto
14-13	14-15	16	43-47	Promedio
12-13	13	15	39-42	Promedio bajo
11	12	13-14	37-38	Por debajo del promedio
10	11	12	34-36	Bajo
0-9	0-10	0-11	0-33	Muy bajo

Si la calificación de cada rubro del cuestionario indica una calificación de promedio bajo, por debajo del promedio, bajo o muy bajo, entonces requiere que tutorado realice estrategias para alcanzar un mejor promedio esto es de promedio para para arriba de la escala.

#### **Anexo de Inventario sobre estilo de aprendizaje de Ralph Metts (modelo PNL)**

Este inventario es útil para identificar de qué manera aprende el tutorado y tratar de equilibrar los estilos para que adquieran una habilidad adecuada del aprendizaje. Consta de 24 preguntas, pero se omiten considerar las preguntas 16, 18 y 20, y para contestar este inventario se le indica al tutorado poner un círculo sobre su respuesta del lado derecho de las preguntas donde contiene como respuesta la escala: 1 = Nunca, 2 = Raramente, 3 = Ocasionalmente, 4 = Usualmente y 5 = Siempre.

Una vez contestado el cuestionario entonces se le indica al tutorado que llene la tabla al cual se encuentra al final del cuestionario y de acuerdo con el número elegido para cada pregunta, lo asigne en cada número de pregunta. Y al final de cada rubro de inventario sumar el número total y escribirlo en la última columna de la tabla.

**Tabla 5.** Encuesta sobre habilidades de estudio Inventario sobre estilo de aprendizaje (TecNM, 2013)

VISUAL	Pregunta	1	3	6	9	10	11	14	
	Puntaje (1 a 14)	4							Total visual:
AUDITIVO	Pregunta	2	5	12	15	17	21	23	
	Puntaje (1 a 23)	5							Total auditivo:
KINESTÉSICO	Pregunta	4	7	8	13	19	22	24	
	Puntaje (1 a 24)	2							Total kinestésico:

#### **Anexo 12. Test para identificar el nivel de Autoestima**

Este test consta de 10 preguntas y cada una de ellas contiene cuatro incisos, donde el tutorado solo tiene que elegir un solo inciso el más importante según su forma de actuar o pensar (Por razones de extensión no se incluye este anexo), Al final del test, viene una tabla como se muestra en la tabla 4, donde se muestra cómo se seleccionan las respuestas de cada pregunta seleccionada por el tutorado e indicar en cada pregunta a que numero corresponde, una vez que se identifican los números de cada pregunta, se suman y se dividen el valor entre el número de preguntas que son 10. Si el promedio es de 2. El nivel de autoestima es suficiente, si el promedio es de 3 el nivel de autoestima es muy bueno, y si es de 4. Tienes un alto nivel de autoestima y mucha confianza y seguridad en ti mismo. Si el promedio es menor de 2 se necesita canalizar al tutorado a atención especializada, pero si es de 4 es exceso de confianza y podría llegar a la arrogancia por lo que también se tendría que observar la actitud del tutorado si es en exceso entonces también se tendría que atender

**Tabla 4.** Identificar el nivel de autoestima (TecNM, 2013)

Cuenta la cantidad de 1, 2, 3 y 4 que has obtenido en las preguntas anteriores siguiendo las equivalencias establecidas en el siguiente cuadro										No. Totales Evaluaci
Pregunt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3
b	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
c	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4
d	3	1	1	4	3	2	1	4	3	2

#### **Anexo 13 Test de asertividad**

Es un cuestionario que consta de nueve preguntas y solo elige la opción que mejor se identifica de acuerdo a la escala 1 = Con frecuencia, 2 = De vez en cuando, 3 = Casi nunca y 4 = Nunca, marcando don una X en el número 1, 2, 3 o 4 del lado derecho del cuestionario.

Si todas las respuestas se presentan en el numeral 1 y/o 2 esto es con frecuencia y/o de vez en cuando, no se requiere de atención personalizada, pero si las respuestas las elige el tutorado en el rubro 3 casi nunca o nunca y/o en el rubro 4 de Nunca, entonces es necesario canalizar al tutorado para atención especializada de psicología, debido a que son personas

que no saben trabajar en equipo, son poco flexibles, por lo cual no permiten ninguna opinión u observación.

**Anexo 15 Formato de registro para desempeño académico**

Este formato es útil para llevar un seguimiento de las calificaciones por unidad de las asignaturas que se están cursando y si existe alguna observación con respecto al docente o asignatura que se cursa, sin embargo, este rubro el tutor lo puede ir monitoreando en el SII, una vez que el tutor está dado de alta.

**Formato para elaborar el diagnóstico**

Una vez identificadas las necesidades de los anexos se procede a llenar el formato Diagnóstico general de los tutorados (Tabla 5) para control del tutor, el cual será útil para identificar las necesidades del tutorado de forma general.

Tabla 5. Diagnóstico general de los tutorados (Autoría propia)

Lista de alumnos	Anexo 8			Anexo 9 Detección de necesidades	Anexo 10 Debilidades	Anexo 11		
	Beca	Salud	Situaciones de comportamiento			Falta Organización estudio	Falta técnica de estudio	Falta motivación

Este reporte también se realizará de forma individual, donde se integran la información de todos los anexos, resaltando los rubros de amarillo, considerando que son los puntos fuertes a tratar en el tutorado ver tabla 6. Este formato se le entregará al tutorado para que conozca sus resultados y se le indique que hacer para mejorar en los puntos débiles de su formación profesional y personal.

**Tabla 6.** Diagnóstico Individual para el tutorado (autoría propia)

Número de tutorado: Primer Semestre	Pláticas	Asesoría Académica	Proyecto a Beca	Trabajo en equipo	Liderazgo	Atención Médica	Estilo de aprendizaje por reforzar	Atención Psicológica	Autoestima	Habilidades de estudio
Anexo 6 Ficha de Identificación del tutorado										
Anexo 8 Formato de entrevista										
Anexo 9 La línea de la vida										
Anexo 10 Análisis FODA										
Anexo 11 Encuesta sobre habilidades de estudio										
Inventario sobre estilos de aprendizaje										
Anexo 12 Test de autoestima										
Anexo 13 Test de asertividad										
Anexo 15 Formato de registro para desempeño académico										

**Detección de necesidades**

Una vez aplicados los anexos se pasan los resultados en un formato llamado Diagnóstico general de los tutorados (Tabla 6), el docente tutor puede guiarse mediante la tabla 7. Con la finalidad de apoyar al tutorado con actividades o canalizarlo al área de atención correspondiente. En el rubro de datos se tiene información de los formatos (anexos) y en el rubro de detección de necesidades es lo que escribió el tutorado

para que posteriormente en el área de atención se indica quien puede atender la necesidad del tutorado.

**Tabla 7. Estrategias para el tutorado (autoría propia)**

DATOS	DETECCIÓN DE NECESIDADES	ÁREAS DE ATENCIÓN
Se identifica carencia de conocimientos	Falta de conocimientos de las asignaturas que cursará	Asesoría académica
Información de trabajo	Si trabaja y estudia	Psicólogo platica motivacional
Detección de estudio	Antecedentes de escuelas de estudio y promedio	Asesorías académicas
Estado	Si tiene algún problema de salud	Medico
Área de integración familiar	Identificar como es la relación familiar	psicólogo
Área social	Identificar como es su relación con los demás	Psicólogo
Características personales	Madurez y equilibrio	Psicólogo
Área psicopedagógica	Todo referente en cuanto al estudio	Psicólogo
Plan de vida y carrera	Administración del tiempo	psicólogo
Características personales	Aspiración y características	psicólogo
Habilidades de estudio Organización	La lectura, Habilidades de estudio efectivo pág. 73 del cuaderno del tutorado, La memoria, Comprensión de la lectura	Tutor utilizando el cuaderno del tutorado
Habilidades de estudio Técnica	La lectura pag. 96- 97, La lectura rápida 98 ejercicios, Ejercicio de alta velocidad pag. 100, Lectura 101, Ejercicio respuesta rápida 104, La palabra correcta 105, Búsqueda de relaciones de correspondencia 106, Elaboración de enunciados a partir de antónimos 107	Tutor utilizando el cuaderno del tutorado
Habilidades de estudio Motivación para el estudio	La línea de la vida, Análisis FODA, El ser humano integral, Administración del tiempo	Tutor utilizando el cuaderno del tutorado
Estilo de aprendizaje auditivo	Mapa mental y mapa conceptual 118 – 130, Esquema y cuadro comparativo 130 -133 actividad 133, El cuadro comparativo 133- 135 Actividad, Resumen y ensayo académico 135 – 140 actividad 140, Analogías 46, Relaciones analógicas (ejercicio) 50 – 56, Ejercicios: El hombre que fue puesto en una jaula 57-62, Habilidades de estudio efectivo 76- 82, Ejercicio	Tutor utilizando el cuaderno del tutorado
Estilo de aprendizaje visual	Expresar ideas y pensamientos por escrito, Al escribir es necesario seguir las siguientes reglas 109, Aprender a escribir, aprender a redactar, Al escribir es necesario seguir las siguientes reglas 109, Al escribir se debe 110, La redacción 113, Existen tres fases previas a la redacción 113, Las etapas que se siguen al escribir son las siguientes: 114, Antes de escribir Normas básicas y decisivas para escribir mejor 115 – 117 Actividad 117	Tutor utilizando el cuaderno del tutorado
Desarrollo de habilidades matemáticas	El aprendizaje de las matemáticas 141, Capacidades 141-144, Reactivos razonamiento matemático 144-147, Abstracción reflexiva e inferencias lógicas 147- 149, Inferencias lógicas 150 154, Relaciones y simbolización 155 – 158, Simbolización 158, Representación algebraica 159-160 Actividad integradora 160	Tutor utilizando el cuaderno del tutorado
Desarrollo de habilidades	Actitud 36, Actitudes intelectuales (habilidades mentales que determinan el potencial de aprendizaje 36, Aptitudes	Tutor utilizando el

	procedimentales, Desarrollo de habilidades del pensamiento 38, Procesos básicos del pensamiento: Observación, Descripción, Comparación, Clasificación, Análisis, Síntesis Evaluación, Inteligencias múltiples 62 lectura, Test de inteligencia pág. 66 Ejemplos de las 7 maneras de que los estudiantes demuestren sus conocimientos pág. 71, Sugerencias para mejorar la inteligencia pág. 72-74 El problema de las dos piedritas 75, La memoria; capacidad de almacenar, procesar y recuperar información que proviene del mundo exterior, los conceptos de aprendizaje y memoria están íntimamente relacionados 84 - 85, Caso 2 la tragedia de no poder olvidar 92 -93 ejercicio, Actividad integradora pág. 94 Habilidades básicas de pensamiento Casos I Como vivir sin aprender nueva información de estudio 90 -91 Ejercicio pág. 91, Ejercicio de creatividad, resolución de problemas y toma de decisiones 74 - 75	cuaderno del tutorado
--	---	-----------------------

## Resultados

El Programa Institucional de Tutorías de Dirección General se inicia su aplicación en el Instituto Tecnológico de Tehuacán a partir del año 2006, y en el año 2013 surge el rediseño del programa de tutorías a Nivel Nacional detectado con los tutorados un elevado índice de reprobación y deserción. Con los docentes de tiempo completo capacitados en el programa de tutorías y se les dá a conocer el proyecto en el área de Metal –Mecánica específicamente en la carrera de Ingeniería Mecatrónica el como aplicar estrategias al programa de tutorías, por lo que procedieron a aplicarlo, iniciando con el proceso de asesoría, atendiendo las deficiencias de las asignaturas que cursaran en el primer semestre, elaboran el diagnóstico de forma general para atender las necesidades personales y académicas del tutorado.

El docente aplicó los formatos del programa de tutorías, elaboró su diagnóstico y atendió al tutorado de acuerdo a sus necesidades, utilizando el cuaderno de tutorías e identificara en que momento pudiera canalizar al tutorado a atención especializada, detectando que si se atiende al inicio del semestre que materias requieren de asesoría académica de acuerdo a las seis materias que cursará en el primer semestre, e inmediatamente se les asigna un asesor académico de acuerdo al perfil de la asignatura, e incluso los mismos maestros que le imparten las asignaturas les dan asesoría dentro de su materia o incluso algunos aceptan dar asesoría fuera de su horario. Eso contribuye a que se tengan buenos resultados bajando el índice de reprobación e incluso eleva su autoestima en el tutorado al considerar que si puede cursar su carrera. Y Además de que el tutor guía al tutorado de acuerdo a que si anda mal de forma personal, o no participa en

clases, etc. Se soliciten pláticas de forma grupal para apoyar al tutorado a superar su situación personal. Apoyándose el tutor del diagnóstico obtenido de los formatos y de la tabla 6. A continuación se presentan los resultados de la aplicación de este proyecto a partir del año 2015, mostrados en la tabla 10, de las seis asignaturas que cursan los alumnos de primer semestre se aprecia que en el periodo enero – junio 2015 de 26 tutorados solo desertaron 2 quedando en el grupo 24, de esos 24, en química reprobó 3, en cálculo 9, en Dibujo uno reprobado, en Metrología 10 y en taller de Ética ni en Fundamentos de Investigación no hubo reprobados.

En el periodo agosto- diciembre 2016 de 127 tutorados atendidos desertaron 8, quedando 119 tutorados y si se observa en la columna de color amarillo donde se aprecia el número de tutorados reprobados, en enero – junio 2017 de 24 estudiantes desertaron 4, quedando 20 tutorados que se atendieron y en la columna amarilla se aprecia el número de tutorados que reprobó de acuerdo a las asignaturas cursadas, y en el periodo enero – junio 2018 de 39 tutorados desertaron 6 atendiendo a 33 tutorados apreciando en la columna amarilla cuantos reprobó en cada asignatura cursada. Antes de cualquier número de grupo de tutorados sea grande o no, por ejemplo en la asignatura de cálculo solo aprobaban de 2 a 5 tutorados de 36, en química reprobaban 20, etc. Por lo que se puede apreciar que bajó el índice de reprobación y de acuerdo a los tutorados que desertan se debe a que no se adaptaban al sistema de Tecnológicos, otros que solo experimentaban el primer semestre para ver si era de su agrado la carrera que eligieron, otros que trabajaban y que se les hizo pesado estudiar y trabajar, otros que se fueron a otra escuela.

**Tabla 8.** Resultados del índice de reprobación y deserción de tutorados (Autoría propia)

ASIGNATURAS	ALUMNOS DE PRIMER SEMESTRE PERIODOS							
	E-J 2015	E-J 2016	A-D 2016	A - 2016	E- J 2017	E- J 2018	E- J 2018	E- J 2018
	26	20	127	24	20	17	39	20
	Desertaron 2	Desertaron 8	Desertaron 4	Desertaron 4	Desertaron 4	Desertaron 6	Desertaron 6	Desertaron 6
	Aprobados	Reprobados	Aprobados	Reprobados	Aprobados	Reprobados	Aprobados	Reprobados
Química	21	3	110	7	16	4	29	4
Calculo diferencial	14	9	107	12	15	5	29	4

Taller de Ética	24	0	119	0	20	0	31	2
Dibujo asistido por computadora	23	1	113	6	18	2	31	2
Metrología y Normalización	14	10	112	7	19	1	30	3
Fundamentos de Investigación	24	0	119	0	20	0	30	3

## Conclusiones

El tutor ha venido aplicando de forma exitosa los formatos del 8 al 15 del programa de tutorías, y de acuerdo a los formatos a elaborado el diagnóstico general utilizando la tabla 5, pero para elaborar el diagnóstico es bueno que el tutor se guie con la tabla 7, identificar y posteriormente elabora el diagnóstico de forma individual para entregar al tutorado de acuerdo a la tabla 6, a partir de los formatos auxiliándose de la tabla 8, una vez detectadas las necesidades se utilizó la tabla 7 la cual contiene las áreas de atención identificando a donde se orienta el tutorado, que actividades utilizar del cuaderno con su respectiva página, esta parte es de gran guía para el tutor y que pueda orientar al tutorado para realizar un bien diagnóstico y realizar las actividades que requiere el tutorado. Normalmente este proyecto funciona su atención de forma grupal, y son pocos los casos que se atienden de forma individual. (López, 2011)

El éxito de este proyecto es también atender al tutorados en cuanto a su asesoría académica según la necesidad identificada en el diagnóstico, logrando superar sus situaciones personales mediante la atención especializada, de esta manera se pudo cumplir con el objetivo del programa de tutorías el de bajar el índice de reprobación y deserción.

El programa de tutorías se ha aplicado en el Instituto Tecnológico de Tehuacán desde el año 2006, y se ha tratado de apoyar al tutorado en todo momento, pero el problema era el alto índice de reprobación y deserción, por tal motivo a partir del año 2015 se cambió la dinámica de trabajo, por medio de este proyecto a los alumnos de la carrera de ingeniería Mecatrónica, analizando los formatos de los tutorados e identificando sus necesidades elaborando un buen diagnóstico y aplicando las estrategias de apoyo académico mediante asesoría, atención personal, dinámicas que contribuyan a mejorar sus habilidades básicas del pensamiento (de relación, identificación y comparación) (Hernández, 2016), el desarrollar habilidades matemáticas, subsanar situaciones personales, logrando con el objetivo, cumpliendo con

el objetivo del proyecto el de diseñar e implementar estrategia para el programa de tutorías en el sistema de nivel superior, logrando bajar el índice de reprobación y deserción, lo cual se traduce en un incremento en la motivación del tutorado para continuar y lograr sus objetivos académicos y personales, esta motivación finalmente habrá de contribuir a formar estudiantes con mejores actitudes y aptitudes, es decir mejores seres humanos. (Guerra M.H, 2007)

La función del tutorado es de gran importancia, su cognición (Castro, 1996), ética, valores, disposición, y buena práctica en el programa de tutorías, en su formación profesional. En la actitud y aptitud del tutorado, su pensamiento positivo, la motivación por lograr sus metas, el apoyo familiar, etc. En cuanto al apoyo institucional para realizar el programa de tutorías, permite que se aplique el programa de tutorías de forma exitosa. Con este proyecto *Estrategias y aplicación del programa de tutorías en el sistema educativo de nivel superior* le permite a los tutores adquirir los conocimientos y estrategias al programa de tutorías y el cual puede ser aplicado no nada más a nivel superior si no se puede adaptar a nivel medio superior o incluso a nivel posgrado, ya que se logra cumplir con el objetivo del programa de tutorías, bajar el índice de reprobación y deserción e ir un poco más allá el de formar profesionistas con aptitudes y actitudes, con conocimientos de acuerdo al modelo por competencias, capaces de lograr sus metas, y estar seguros de cursar su carrera.

### **Autorización y Renuncia**

Los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del Saber Edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

### **Referencias**

- 1) López A. R. (2000). Los programas Institucionales de Tutoría. México: ANUIES Capitulo 5.1.
- 2) Drapeau, Ch. (1998). Aprendiendo a aprender. Técnicas de aprendizaje acelerado. México: Editorial Océano.
- 3) Espíndola, J. (1998) Fundamentos de la Cognición. México: Pearson Educación.
- 4) Gardner, H. (1994). Estructuras de la mente. México: Fondo Cultura Económico.
- 5) Gallardo, M. y López, T. (2000). El Proceso de aprendizaje por competencias. México: Universidad de Michoacán
- 6) Guerra, H. y McCluskey, D. (2007). Cómo estudiar hoy. México: Trillas
- 7) Hernández G. J. (2005). Leer a mayor velocidad y con mejores resultados en talento y creatividad. Estrategias prácticas para el desarrollo de habilidades intelectuales. Grupo Editorial Cenzontle
- 8) Michel, G. (2004). Aprende a Aprender Guía de Autoeducación. México: Trillas. pp 45- 48.
- 9) Ostrander, Ch. y otros. (1990). Superaprendizaje: Nuevos métodos de aprendizaje rápido, sin agobios ni tenciones para potenciar su memoria y mejorar su eficacia profesional y deportiva. Madrid: Grijalbo.
- 10) Latapí, P. (1988). La Enseñanza tutorial: elementos para una propuesta orientada a elevar la calidad. Revista de la Educación Superior, Vol XVII, Núm.68, pp.5-19.
- 11) López, A. R. (2011). La tutoría: Una estrategia innovadora en el marco de los programa de atención a estudiantes. México, D.F.: ANUIES.
- 12) Tecnológico Nacional de México. (2013). Manual del tutor del SNIT. México: TecNM.

## PREVALENCIA DE ANEMIA EN ESTUDIANTES DE NUEVO INGRESO ENERO 2018 AL INSTITUTO TECNOLOGICO DE TEHUACAN

*\*Laura García Cadena<sup>1</sup>, Iniria Guevara Ramírez<sup>2</sup>, Juan Manuel Corichi Reyes<sup>3</sup>,  
Antonio Paredes Castañeda<sup>4</sup>, Leo Joab González López<sup>5</sup>*

**Resumen** —En México el número de jóvenes con anemia es desconocido. En esta investigación 3 casos de 105 estudiantes universitarios entre 18 y 32 años fueron estudiados. Se Determinó la prevalencia de anemias en los estudiantes de nuevo ingreso enero 2018 al Instituto Tecnológico de Tehuacán a través del examen médico (EM), que se realiza al inicio de su carrera estudiantil. Un total de 105 expedientes del EM fueron revisados, analizados, y presentaron niveles bajos de hemoglobina indicativos de anemia. La prevalencia de anemia en los estudiantes de nuevo ingreso con el EM fue 2.8%. De acuerdo con el género, el femenino presentó el mayor porcentaje, con 3(100 %) expedientes con niveles bajos de hemoglobina. El predominio de anemia por edad tuvo mayor porcentaje a los 19 años con 2 casos; seguidos de 18 años, con 1 caso. La prevalencia de anemias en los estudiantes de nuevo ingreso en enero de 2018 fue de 2.8 % lo cual indica que no hay evidencia estadística de una condición en salud que deba de tener cuidado. Sin embargo en lo individual es importante corregirlo para mejorar el desempeño académico. Se seguirá revisando la hemoglobina en los EM subsecuentes.

**Palabras Clave:** Anemias, Citometría hemática, Hemoglobina (Hb).

### Introducción

La anemia se define como la disminución en la concentración de la hemoglobina. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido los rangos de referencia normales dependiendo de la edad y sexo.

De acuerdo a estos criterios la anemia está presente cuando la hemoglobina se encuentra debajo de 13g/L en los hombres o 12g/L en las mujeres. Esta regla no aplica para mujeres embarazadas o niños (Hernandez, 2010).

La anemia es un síndrome clínico y de laboratorio caracterizado por palidez de tegumentos, astenia (debilidad o fatiga general que dificulta o impide a una persona realizar tareas que en condiciones normales hace fácilmente) y disnea (ahogo o dificultad en la respiración) con disminución en la hemoglobina en sangre respecto a la edad, sexo y altura sobre el nivel de mar. (López Muñoz, 2006)

La prevalencia mundial de anemia entre mujeres en edad reproductiva, según la Asamblea Mundial de la Salud de 2011, convocada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), fue de 29%, lo que se

tradujo en 533 millones de mujeres con anemia. (OMS, 2016). Este padecimiento tiene graves consecuencias en la salud de la población y en el desarrollo económico de los países, por la presencia de una mayor mortalidad materna, signos de retraso cognitivo y del desarrollo, una respuesta inmune disminuida, una disminución de la productividad, así como un aumento en el riesgo de enfermedades cardiovasculares. (Hua-Shui Hsu, 2013)

De acuerdo con la OMS, la principal causa de anemia es el consumo deficiente de hierro (sobre todo del hierro hem, proveniente de la carne), y, a su vez, la anemia por deficiencia de hierro varía según la edad, el género, la condición de bienestar y el área de residencia (rural-urbana) en el país (UNICEF, 2016) Recientemente (2016), en la Asamblea Mundial de la Salud se anunció el Decenio de Acción sobre Nutrición 2016-2025, cuyo fin es alcanzar las metas globales previamente establecidas para mejorar la nutrición de la madre, el lactante y el niño pequeño.

Entre esas metas destacan: prevenir la anemia entre mujeres en edad reproductiva y reducir la anemia existente en 50%, para alcanzar aquellas fijadas en la

<sup>1</sup> Maestra en Ciencias Forenses y Periciales. Médico Escolar en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán. dra\_lauris@live.com.mx

<sup>2</sup> Maestro en Ciencias en Ingeniería Industrial. Docente de la Maestría en Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, iniriag@hotmail.com

<sup>3</sup> Maestro en Administración. Docente del área de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán. jmcovich@yahoo.com.mx

<sup>4</sup> Ingeniero Mecatrónico. Docente del área de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán. woldy\_26@hotmail.com

<sup>5</sup> Alumno de la Carrera de Ingeniería Industrial. Numero de control: 14360584. leo\_joab@hotmail.com



Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. (OMS, 2016)

Aunque existe este tipo de estudios, no se cuenta con información detallada sobre la prevalencia de anemia en los estudiantes universitarios; por tal motivo, el punto central de esta investigación se enfocó en este objetivo, ya que un alumno que pueda tender a este padecimiento o que tenga este padecimiento, no podrá realizar sus actividades cotidianas para su desempeño universitario.

Este estudio se basó en la clasificación morfológica de anemias, la cual va a tomar como base los índices eritrocitos: volumen globular medio (VGM), concentración media de hemoglobina globular (CMHG) y hemoglobina globular media (HGM). Así, se tiene que, en esta clasificación, la anemia se encontrará en tres grupos:

**Tabla 1.** Clasificación Morfológica de Anemias

Anemia	VGM	CMHG	HGM
Microcítica	Disminuido	Disminuido	Disminuido
Hipocrómica			
Normocítica	normal	normal	normal
Normocrómica			
Macrocítica	aumentado	normal	aumentado
Normocrómica			

#### **Definición por grupo de anemias:**

1. Anemia microcítica-hipocrómica. Se debe principalmente a una alteración en la síntesis de Hb, alteración en la síntesis de globinas y también en la disminución de hierro. Se encuentran los siguientes tipos de anemia:
  - a) Anemia ferropénica
  - b) Anemia de los padecimientos crónicos
  - c) Anemia sideroblástica
  - d) Talasemias.
2. Anemias normocíticas-normocrómicas. Se presentan por una deficiencia en la producción de eritrocitos o por un aumento en la destrucción de éstos. (Rodak, 2014)
3. Anemias macrocíticas-normocrómicas. Este tipo de anemias se debe a una deficiencia en la dieta de ácido fólico o vitamina B12 y se presenta anemia megaloblástica, y también encontraremos anemia no megaloblástica, debido a otras condiciones como alcoholismo crónico u otras patologías. (Ruiz, 2014).

#### **Metodología**

El diseño utilizado para esta investigación fue descriptivo, transversal y retrospectivo.

El muestreo fue no probabilístico. Tomando como población de interés a los estudiantes de nuevo ingreso enero 2018 al Instituto Tecnológico de Tehuacán a través del examen médico (EM), que se realiza al inicio de su carrera estudiantil.

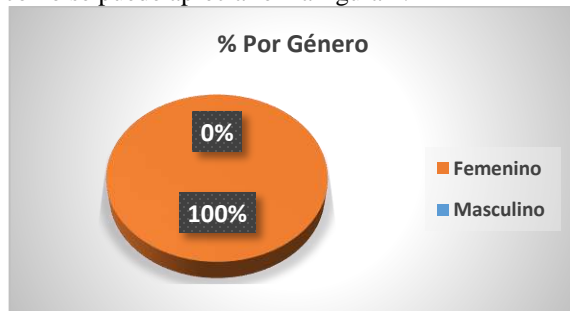
#### **Procedimiento:**

- a. Se diseñó un formato de historia clínica en forma transversal en donde se contempló la obtención de datos generales (edad, residencia, estado civil), antecedentes heredofamiliares (enfermedades en su familia), antecedentes no patológicos (ocupación actual, deportes que practique, alimentos que consume, tipo de vivienda, acceso a agua potable y cloacas), antecedentes personales, (enfermedades que ha padecido, número de gestas, alergias), exploración física (peso, talla, presión arterial, frecuencia cardíaca, temperatura.)
- b. A cada estudiante se le practicó una analítica inicial en ayunas en la que se incluyeron parámetros hematológicos como hematócrito, hemoglobina, cifra de glóbulos rojos, volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media, concentración de hemoglobina corpuscular media, número de leucocitos, fórmula leucocitaria y cifra de plaquetas. Todas las pruebas fueron realizadas en ayunas y según las condiciones requeridas.
- c. Se llevó a cabo la revisión de los archivos clínicos y la base de datos de los estudiantes que acudieron al Examen de Médico (EM) 2018 en el periodo de enero-febrero, contando con la autorización de la Jefatura de Servicio Escolares y del área médica del Instituto Tecnológico de Tehuacán.
- d. Se revisaron un total de 105 expedientes médicos, de los cuales se analizaron aquellos que presentaron valores de Hb <12g/dl en mujeres <13g/dl en hombre ya que de acuerdo a la OMS sugiere anemia respectivamente.
- e. Los datos fueron procesados por métodos estadísticos, con la información de las 105 expedientes médicos, la base de datos se analizó con el programa Statistical Package Social Science (SPSS) versión 11.5, por medio de estadística descriptiva (media, frecuencia, porcentaje) y la prueba de la ji al cuadrado para conocer la relación entre el número de alumnos y la anemia.
- f. Se obtuvieron los resultados de la estadística descriptiva y, una vez determinados los expedientes, se procedió a confeccionar las gráficas correspondientes.

## Resultados

Después de un análisis de los resultados y en respuesta al objetivo general de este estudio, se concluye que la prevalencia de anemias en los estudiantes de nuevo ingreso enero 2018 al Instituto Tecnológico de Tehuacán que acudieron al Examen Médico fue de 2.8% (3 casos), por lo que aunque es un porcentaje bajo, debe darse seguimiento a cada uno de los casos en particular, ya que no se debería tener a ningún universitario en esas condiciones de anemia para un rendimiento exitoso para la formación de un futuro profesionista, que contribuya al desarrollo económico y social del entorno y del país.

De acuerdo con el género, se encontró que el femenino presentó el mayor número de expedientes, con 3 (100%) con niveles de hemoglobina por debajo de lo normal, y el masculino no presentó casos como se puede apreciar en la figura 1.



**Figura 1.** Gráfica porcentaje por género de los 105 expedientes médicos

Realizando un análisis a través del tiempo, y haciendo una revisión de las cifras a nivel nacional (Fuente Instituto Nacional de Salud Pública. Encuesta Nacional de salud y Nutrición 2012) por sexo se sabe que en todas las edades de los y las adolescentes, la prevalencia de anemia en mujeres es más elevada que la de los hombres. La disparidad de género más alta en este indicador se presenta en el grupo de 18 a 19 años.

Es importante comentar que la salud del género femenino consiste en una amplia gama de condiciones, influenciadas por el status socioeconómico, el nivel educativo y la disponibilidad, el costo y la calidad de servicios.

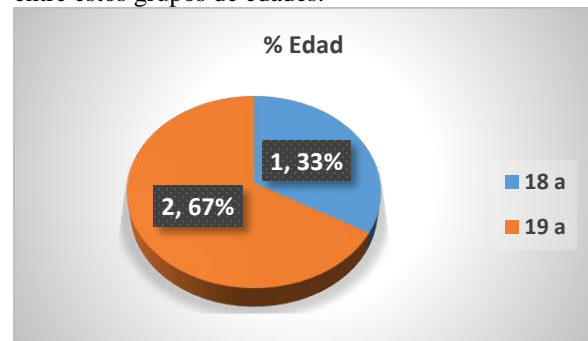
Pueden utilizarse los criterios que a continuación se mencionan para hacer una distinción entre la salud de la mujer y la del hombre. Los asuntos relacionados con la salud de la mujer son:

1. Son exclusivos de todas las mujeres o de algunos grupos de mujeres

2. Tienen más prevalencia entre todas las mujeres o en algunos grupos de mujeres.
3. Tienen consecuencias o repercusiones más graves para toda mujer o para algunos grupos de mujeres.
4. Requieren tratamiento diferente para cada mujer o para cierto grupo de mujeres.

Por lo que se debe dar seguimiento a estos 3 casos encontrados del género femenino, analizando los posibles factores que afectan su salud, y en este caso su rendimiento escolar actual y con gran certeza su rendimiento escolar futuro.

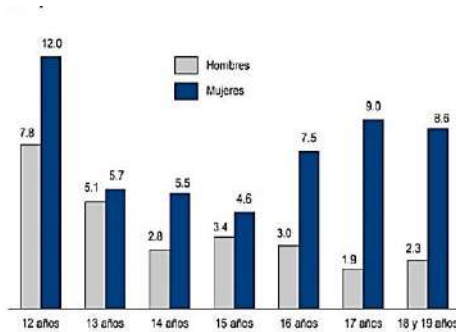
En cuanto al predominio de anemia por edad se puede observar que se encontró el mayor porcentaje en 19 años con 2 casos, seguido de 18 con 1, como se observa en la Figura 2 ya que la mayoría de los estudiantes que ingresan al Instituto Tecnológico de Tehuacán están entre estos grupos de edades.



**Figura 2.** Gráfica por el predominio de anemia por edad.

Cabe hacer mención que existen casos de estudiantes en edades atípicas cursando en este Instituto Tecnológico de Tehuacán y que en este análisis no se encontraron ninguno de los casos en estos rangos.

Es importante hacer hincapié que los adolescentes pueden llegar a presentar una prevalencia de anemia de casi el doble que la de los hombres, proporción que va creciendo conforme aumenta la edad, hasta llegar a ser casi cuatro veces mayor entre los 17 y 19 años de edad.



Nota: La prevalencia de anemia se refiere al número de personas entre 12 y 19 años de edad con anemia respecto a cada cien personas del mismo grupo de edad.

**Figura 3.** Prevalencia de anemia en adolescente por edad desplegada y sexo 2012.

Fuente: Instituto Nacional de Salud Pública. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012

Por encontrarse los casos en un rango de 18 a 19 años, hay que tener presente que la deficiencia de hierro en mujeres de 18 a 49 años continua siendo importante a través de los años, de acuerdo a investigaciones realizadas en diversas áreas del sector salud a pesar de la implementación de programas de fortificación de alimentos y de la distribución de suplementos, aunque la cobertura de esta última intervención fue baja en 2012.

La prevalencia de deficiencia de hierro en mujeres ha sido en general, más alta en algunos años. Esto merece una atención especial para establecer si esto puede tener una tendencia.

El Instituto Tecnológico de Tehuacán cuenta con 10 carreras: 8 ingenierías:

1. Ingeniería Industrial,
2. Ingeniería Bioquímica,
3. Ingeniería Mecatrónica,
4. Ingeniería Electrónica,
5. Ingeniería Civil,
6. Ingeniería en Sistemas Computacionales,
7. Ingeniería en Gestión Empresarial,
8. Ingeniería en Logística,
9. Licenciatura en Administración
10. Licenciatura en Contaduría;

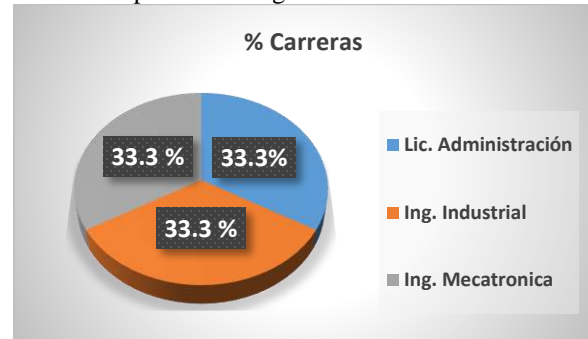
Así como 2 posgrados:

1. Maestría en Ingeniería Industrial
2. Maestría en Administración.

Del total de los expedientes analizados de nuevo ingreso en Enero de 2018 se encontraron 3 expedientes con hemoglobina por debajo de lo normal.

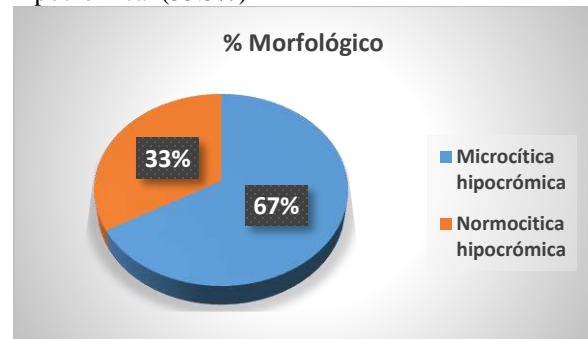
Se obtuvo que en las carreras de Licenciatura en Administración, Ingeniería Industrial e Ingeniería

Mecatrónica ambas presentaron el 33.3% (1 caso) como se explica en la Figura 4.



**Figura 4.** Gráfica por carreras.

En cuanto a la prevalencia de anemias de acuerdo con el tipo morfológico, se encontró en el género femenino (Figura 5) un total de 2 (66.6%) de anemias microcíticas hipocrómicas y 1 normocítica hipocrómica (33.3%)



**Figura 5.** Gráfica del porcentaje morfológico de las anemias.

La anemia microcítica se produce por un nivel de hierro insuficiente para mantener la eritropoyesis normal y se caracteriza por resultados anormales en los estudios de hierro. El desarrollo temprano de una anemia microcítica puede indicar depleción de depósitos de hierro, pero sin desarrollo de una anemia evidente.

Una anemia es normocítica cuando los eritrocitos observados son de tamaño y contenido de hemoglobina normales y el volumen corpuscular medio (VCM) se encuentra entre 80 y 100 fL. Sin embargo constituye un grupo heterogéneo de anemias cuyo estudio es difícil de sistematizar. Dentro de éste tenemos las anemias por sangrado agudo; las secundarias a aplasias medulares, procesos inflamatorios crónicos, infiltración medular, síndromes mielodisplásicos, y algunas anemias hemolíticas.

La mayoría de las veces la anemia tiene una presentación normocítica, aunque en casos graves puede presentarse como microcítica e hipocrómica.

## Conclusiones

La prevalencia general de anemias, en los estudiantes de nuevo ingreso enero 2018 al Instituto Tecnológico de Tehuacán a través del examen médico (EM), que se realiza al inicio de su carrera estudiantil fue 2.8% es decir 3 casos lo cual indica que no es un problema de salud pública que deba ser atendido; sin embargo, se considera importante corregirlo para mejorar el desempeño académico, por lo tanto se continuará revisando las cifras de hemoglobina en los EM subsecuentes.

Hay que tener presente que la anemia acompaña una gran variedad de enfermedades crónicas como:

1. Infecciones de larga duración
2. Artritis reumatoides
3. Cáncer
4. Insuficiencia Renal
5. Trastornos hepáticos

Es importante analizar y dar seguimiento de estos casos, posiblemente el estudiante al tener una alimentación inadecuada para su edad, y el desgaste que tiene a este nivel de estudios no este consumiendo una dieta adecuada.

## Agradecimientos.

Agradecemos al Instituto Tecnológico de Tehuacán el dar la oportunidad de estos foros, para compartir los diferentes avances de investigaciones realizadas en las diversas áreas.

## Autorización y Renuncia

El o los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D = Dinámica del saber edición 2018. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

## Referencias

- 1) González Hernández, J. (2002). Manual de Hematología. Veracruz, México: Universidad Veracruzana.
- 2) Hernandez, M. (2010). Prevención, Diagnostico y Tratamiento de la Anemia por Deficiencia de Hierro en Niños y Adultos. México: Secretaria de Salud.

- 3) Hsu, H. (2013). Iron deficiency is associated with increased risk for cardiovascular disease and all-cause mortality in the elderly living in long-term care facilities. *Nutrition*, 3, 737-743.
- 4) López Muñoz J., Blazquez Morales M., Blázquez Domínguez C. Domínguez Trejo E. (2006). Prevalencia de Anemia en los estudiantes región Xalapa. *Rev. Medica UV*. 6 (2), 6-10.
- 5) Ramsammy, L. (2016, abril). 61<sup>a</sup> Asamblea Mundial de la Salud Resoluciones, decisiones y anexos. Documento presentado en la OMS, Ginebra.
- 6) OMS. (2016). Nutrición de la madre, el lactante y el niño pequeño. Ginebra: Asamblea Mundial de la Salud.
- 7) Rodak, F. (2014). Hematología Fundamentos y Aplicaciones Clínicas. México: Panamericana.
- 8) Ruiz, A. G. (2014). Fundamentos de Hematología. México: Panamericana.
- 9) Contreas Manzano A. (2016). Anemia and iron deficiency in Mexican alderly popualation. Results from the Ensanut 2012 anaemia, assessment, prevention and control: a guide. *Salud Publicade Mexico*, 57(39).
- 10) Alvarez Ballano D., (2012) Anemia y Hemocromatosis: Dieta Controlada en Hierro. Madrid: España. Editorial Díaz de Santos Alva.
- 11) Bellido Guerrero, D., De Luis Román, D., Manual de Nutrición y Metabolismo. Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición. España: Editorial Díaz de los Santos.
- 12) Sardá Vidal P. Diccionario sobre anemia y abreviaturas de la especialidad. España: Editorial Nexus médica.
- 13) Miale M., John B., Hematología. Medicina del laboratorio. Madrid: España. Editorial Reverte.
- 14) Quintero Ramírez G. Anemia y Homeopática. Tratamiento y enfoque homeopático de la anemia y afecciones relacionadas. India. Editorial B. Jain Publishers. .
- 15) Levine R., Glassman A., Schneidman M. La Salud de la mujer en America Latina y el Caribe. Banco interamericano de Desarrollo <http://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/7615/10347>.
- 16) [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvini/egi/productos/nueva\\_estruc/702825075019.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvini/egi/productos/nueva_estruc/702825075019.pdf)
- 17) [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvini/egi/productos/nueva\\_estruc/702825075019.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvini/egi/productos/nueva_estruc/702825075019.pdf)