

I+D= DINÁMICA DEL SABER

REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



Año 6, No. 1. Octubre 2016

DIRECTORIO

M.E. YEYETZIN SANDOVAL GONZÁLEZ
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

PRESIDENTE

M.I.E. BERTHA LETICIA FRANCO SALAZAR
Subdirectora de planeación y vinculación

SECRETARIO TÉCNICO

L.A.G. NORMA GIL MEDRANO
Jefe 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.E. RAMÓN MATÍAS LÓPEZ
Jefe de la división de estudios de posgrado e investigación

M.C. CARLOS ENRIQUE SÁNCHEZ MIRET
Jefe del departamento de recursos materiales y servicios

COMITÉ EDITORIAL

DRA. MIRIAM SILVIA LÓPEZ VIGIL
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Tehuacán

M.C. JUAN CARLOS VÁSQUEZ JIMÉNEZ
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Tehuacán

M.E. MARÍA DE JESÚS OREGAN SILVA

Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Tehuacán

M.I.I. HÉCTOR SANTOS ALVARADO

Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Tehuacán

DR. SOTERO ALEJANDRO GIL ZEPEDA

Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Tehuacán

M.I.E. LETICIA FRANCO SALAZAR

Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Tehuacán

M.E. RAMÓN MATÍAS LÓPEZ

Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Tehuacán

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, Pué. México, tel. (238)3803376, www.ittehuacan.edu.mx. 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 6, No. 1. Octubre 2016, es una publicación 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. Arcos de Belén Núm. 79, Piso 3, Colonia Centro, Delegación Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 06010, Tel. (55)3601-7500 Extensión. 64064, d_vinculacion05@tecnm.mx. 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 en el Instituto Tecnológico de Tehuacán. Libramiento Tecnológico S/N, A.P. 247, C.P.75770, Col. Santo Domingo, Tehuacán, Pué. México, tel. (238)3803376, www.ittehuacan.edu.mx , 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 Instituto Tecnológico de Tehuacán, 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 DINÁMICA DEL SABER" es un instrumento que coadyuva al logro de los objetivos del Instituto Tecnológico de Tehuacán, dentro de los cuales destacan la generación, difusión y aplicación del conocimiento, como fuente para el desarrollo de la investigación e innovación científica y tecnológica. Así, en el año 2011 nuestro Instituto a través de la División de Estudio de Posgrado e Investigación (DEPI) con la intención de contar con una publicación por medio de la cual se difundieran los resultados de proyectos y de experiencias profesionales de investigación de estudiantes y catedráticos de licenciatura y de posgrado, en un espacio multidisciplinario de expresión científica y tecnológica; promueve la creación de una revista electrónica, que más tarde tomaría oficialmente el nombre de "I+D DINÁMICA DEL SABER". No obstante, la información vertida fue en sus primeras apariciones un esbozo de la actual edición, debido a que en ella se difunden artículos básicos de los diferentes tipos de investigación, pero en un afán de mejorar el cauce de los mismos objetivos, nuestro Instituto a través de la DEPI se enfocan con entereza de la mejora revista y al cabo de un sinnúmero de actividades y en consecuencia, en el año 2015 se ofrece el 1er Foro de Investigación Multidisciplinaria de Tehuacán (FIMTEH), ahora fuente de material inédito para su publicación en la revista, el cual a través de su organización crea una cartera de arbitraje, lo que le imprime mayor peso e importancia tanto al evento como a la divulgación y se logra con ello además la formalidad con la obtención de la 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 (INDAUTOR).

La División de Estudios de Posgrado, como es su filosofía natural desea mejorar los logros obtenidos, ahora utiliza el material debidamente arbitrado que conforma el FIMTEH y actualmente está trabajando en un III Foro de Investigación Multidisciplinaria Tehuacán 2017, planeando en el futuro la participación en la organización activa que conlleva un evento de esta categoría a las Instituciones de Nivel Superior de la Región de Tehuacán, razón a la que se debe el nombre de FIMTEH.

La cosecha es buena, pero no es suficiente, estamos complacidos y comprometidos con nuestro trabajo, pero no satisfechos, sabemos que la revista "I+D= DINÁMICA DEL SABER" va en dirección correcta contribuyendo a satisfacer las demandas del entorno de la región tehuacanera. Es un paso pequeño, pero hemos iniciado!

Colaboradores en la edición de esta Revista

Cuerpo Académico en formación

ITTEH-CA-2 - Gestión y Competitividad Empresarial

FRANCO SALAZAR BERTHA LETICIA. francosl@hotmail.com

LÓPEZ VIGÍL MIRIAM SILVIA. misilovi@hotmail.com

MATÍAS LÓPEZ RAMÓN. rmatiaslopez@yahoo.com.mx

SANTOS ALVARADO HÉCTOR. hsalvarado@hotmail.com

Cuerpo Académico en formación

ITTEH-CA-4 - Sistemas de Manufactura

OREGÁN SILVA MARÍA DE JESÚS. maoregansilva@hotmail.com

REYES GARCÍA SERAFIN. sreyes110@hotmail.com

VÁSQUEZ JIMÉNEZ JUAN CARLOS. jcvazquezj@hotmail.com

Contenido

1. Ingeniería y Tecnología

Diseño mecánico aplicado a un sistema de dispensado y sellado para un producto de confitería tipo paleta.

Ing. Abraham Pérez Delgado, T. S. U. Omar Arizmendi Cid, T. S. U. Eduardo Iván Juárez Rosas, T. S. U. Bernardo de Jesús Landero Rosas.

Diseño y simulación de una banda transportadora de contenedores para el manejo de pollo en pie.

Ernesto Montes Luna, M. E. María de Jesús Oregán Silva, Raúl Contreras Flemate, M. C. Juan Carlos Vázquez Jiménez, Ing. Serafín Reyes García.

Estructuración de un control para un sistema didáctico automatizado de bombeo para el análisis de fluidos

Manuel Abdiel Mora Rodríguez, Raúl Contreras Flemate, M. E. María de Jesús Oregán Silva, M. C. Juan Carlos Vázquez Jiménez, M.E. Ramón Matías López.

Estructura y diseño para una batería recargable con aplicaciones de grafeno para vehículos eléctricos.

José Antonio Paredes Castañeda, Iniria Guevara Ramírez, Iván Araoz Baltazar, Juan Manuel Corichi Reyes, Alfredo Lezama Alcázar.

Integración de un control automatizado para su aplicación en hornos de cocción de la industria ladrillera

Raúl Contreras Flemat, Manuel Abdiel Mora Rodríguez, M. E. María de Jesús Oregán Silva, M. C. Juan Carlos, Vázquez Jiménez, M. E. Ramón Matías López.

Interfaz mediante programación en entorno gráfico labview™ para el control de posición angular del módulo didáctico delorenzo® dl3155m33c

Héctor Islas Torres, Martín Toriz Reyes, Ramón Heredia García, Janeth M. Salas Alcántara, Alexi Salgado Paz

Sistema embebido en dispositivo programable fpga para monitoreo de sensores con protocolos de comunicación i2, ps/2 y spi

M. C. Héctor Islas Torres, Ing. S. Esmeralda Sánchez Armas, Ing. Ramón Heredia García, Alexi Salgado Paz, Janeth M. Salas Alcántara.

2. Ingeniería, Tecnología y Tecnologías de la Información y la comunicación

Programa de seguridad y salud en el trabajo conforme a la norma iso 45001

Martín Erick Romero Pérez.

Desempeño energético y ambiental del comportamiento térmico de tienda de autoservicio en bioclimas de México

Luis Alfonso Andrade Maciel, David Morillón Gálvez.

Diseño de entrenador de PLC S7-1200

Cemelli Delfina Armas Hernández, Abraham Pérez Delgado, Manuel Romero García, Jesús Ángel Hernández Márquez.

Modelo de aplicación de tic como estrategia para crear ventajas competitivas en las mipymes artesanales de la región de Tehuacán

Ramón Matías López, Marisol, Mendoza Juárez, Bertha Leticia Franco Salazar, Javier García Mejía, María de Jesús Oregán Silva.

Sistema clasificador de frutas y hortalizas utilizando el índice de color

Israel Jesús Orlando Guerrero, Rene Valerio Pérez.

Diseño de un instrumento de medición para la industria de servicios hoteleros

Andrea Tobón Rodríguez, Héctor Santos Alvarado.

3. Ciencias de la tierra y del medio ambiente

Aprovechamiento de residuos orgánicos para la producción de un biol

Dra, María Myrna Solís Ob, Dra. Miriam Silvia López Vigil, Araceli Cruz Murillo.

Alternativas para el incremento de alumnos de nuevo ingreso de la licenciatura en administración.

Jessica Julieta Fierro Sosa, Javier Martín García Mejía.

Estrategias agroecológicas para maíz almacenado

Areli Idalia Matías Oregán, Betzabeth Cecilia Pérez Torres, Agustín Aragón García, Dionicio Juárez Ramón, Jesús Francisco López Olguín.

Reproducción de candelilla (euphorbia antisiphilitica zucc.) Por medio de rizomas en sistemas semihidropónicos en vivero

M.I.A. Lucila Juárez Mendoza, I.B.Q. Misael González López, M.C. Francisco Ramón Díaz Arriaga.

Personalización del área de recursos humanos, en las pymes de servicios de Tehuacán

L.C. María del Carmen Fuentes Autrán, M.I.E. B. Leticia Franco Salazar, M.C. Senén Juárez León, M.E. Ma. De Jesús Oregán Silva, Dra. Miriam Silvia López Vigil.

DISEÑO MECÁNICO APLICADO A UN SISTEMA DE DISPENSADO Y SELLADO PARA UN PRODUCTO DE CONFITERÍA TIPO PALETA

Ing. Abraham Pérez Delgado¹

T. S. U. Omar Arizmendi Cid²

T. S. U. Eduardo Iván Juárez Rosas³

T. S. U. Bernardo de Jesús Landero Rosas⁴

Ingeniería y tecnología

Resumen

El tema a tratar en este artículo es sobre el diseño de un sistema de dispensado y sellado automatizado para cualquier dulce con ciertas características (sin requerimiento de sellado al vacío, empaquetado por dos cubiertas plásticas (BOPP), cuya viscosidad sea mayor a 300 cps, su masa no superior a 13 grs. con una densidad de $.404\text{g/cm}^3$, temperatura promedio de 80°C y de forma en general esférica) solicitado por una empresa cuyo nombre los autores se dan el derecho de reservar. La composición general del dulce en este caso es pulpa; los señalamientos marcados anteriormente la definen.

De forma introductoria es preciso mencionar que la automatización de los procesos industriales en la sociedad moderna es uno de los ejes principales en el desarrollo tecnológico de la misma pues soluciona muchos problemas que plantean retos que deben ser superados con el único fin de optimizar la producción y su calidad, que en este caso se ha elaborado de forma manual desde el principio de su fabricación. Lo anterior da paso a señalar que objetivo general para el equipo diseñador del sistema tiene como la solución al problema que se indica en la sección pertinente.

Con base a lo anteriormente indicado se procede a dar un trato superficial de distintos temas relacionados al diseño de este sistema en <<marco teórico>>, así como definición de ciertos conceptos importantes para la adecuada interpretación de este artículo. Así se puede describir brevemente la metodología llevada a cabo para la realización del diseño de dicho sistema.

Palabras claves: Diseño mecánico, transportador helicoidal, potencia.

Introducción

En el mundo de la industria de la actualidad, no existe un proceso que no traiga consigo una parte de automatización, la automatización de procesos industriales se ha convertido en algo prioritario para la sociedad de nuestros días.

La automatización se compone de todas las teorías y tecnologías encaminadas de alguna forma a sustituir el trabajo del hombre por el de una máquina. El presente trabajo nos dará una visión más amplia de lo mucho que la automatización para los procesos industriales puede aportar a una empresa.

Planteamiento del problema

La fabricación del tipo de dulce que se menciona en el resumen de este documento ha sido manual desde el comienzo de su producción, por lo tanto se ha visto afectada

¹ Ingeniero Electrónico y Estudiante de la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, abraham.perez@uttehuacan.edu.mx.

² Técnico Superior Universitario en Mecatrónica y Estudiante de Ingeniería mecatrónica área de sistemas de manufactura flexible en la Universidad Tecnológica de Tehuacán, omar.arizmendi589@gmail.com.

³ Técnico Superior Universitario en Mecatrónica y Estudiante de Ingeniería mecatrónica área de sistemas de manufactura flexible en la Universidad Tecnológica de Tehuacán, laloivan_juarez@hotmail.com.

⁴ Técnico Superior Universitario en Mecatrónica y Estudiante de Ingeniería mecatrónica área de sistemas de manufactura flexible en la Universidad Tecnológica de Tehuacán, chess_bernardo1@hotmail.com.

negativamente por distintos factores que abarcan: la posible inexperiencia del personal que recién ingresa a laborar a la empresa. Las ausencias no predecibles por parte de algunos miembros del personal elaborador de este producto. Lesiones que podrían afectar el desempeño de los operadores y otras tantas limitantes relacionadas, esto al final lleva a la deficiencia en la uniformidad de la producción del objeto a empaquetar (en cuanto a la cantidad de producto final elaborado). Por tanto, esta deficiencia en la uniformidad de la producción debe ser erradicada.

Objetivo

Diseñar y analizar mecánicamente los componentes de un sistema de dispensado y sellado para un producto de confitería tipo paleta de pulpa.

Marco teórico

Sistema para el proceso de sellado

A continuación, se explican algunos conceptos y temas sobresalientes referidos al diseño del SDSA.

Ley de movimiento trapezoidal o triangular: Acorde a *Selección de un servomotor y transmisión por el método de las potencias transitorias* de los ingenieros Héctor Fabio Quintero R, Gabriel Calle T y Alexander Díaz A el análisis del desplazamiento de un sistema guiado por un servomotor puede ser evaluado conforme a estas leyes, ya que ambas leyes deben cumplir con la condición del desplazamiento total, la cual se obtiene cuando el área bajo la curva de velocidad sea igual a d_L (desplazamiento total) (Fabio, Calle T. y Díaz A., 2006), esto último es necesario para el desarrollo del proyecto.

Torsión: El momento de una fuerza, torsión o torque (M_0), se define como la capacidad que tiene una fuerza al actuar sobre un brazo de palanca, de generar un movimiento de rotación con dirección perpendicular al plano en el cual se encuentran. (García Goiz, 2008)

En virtud de que la tendencia de la fuerza F a hacer girar al cuerpo rígido alrededor de un eje fijo perpendicular a la fuerza depende tanto de la distancia de F a dicho eje como de la magnitud de F , se observa que la magnitud de M_0 mide la tendencia de la fuerza F a hacer rotar al cuerpo rígido alrededor de un eje fijo dirigido a lo largo de M_0 . (Beer Ferdinand, Johnston E., & Eisenberg R. Elliot, 2007)

Método de flexión por pequeñas aproximaciones: Este método puede ser utilizado para determinar el material de una viga en voladizo (Sólido Rígido, n.d.) y por lo tanto mediante su uso, es factible calcular también, el grado de flexión de dicha viga con un mínimo margen de error.

Engranaje: mecanismo utilizado para la transmisión de potencia mecánica entre las distintas partes de una máquina. (Definición, 2016)

AGMA (American Gears Manufacturers Association): Es una asociación voluntaria de compañías, consultantes y académicos con un interés directo en el diseño, manufactura, y aplicación de engranes, acoplamientos, y demás componentes y equipo de transmisión de poder relacionados. (About us, 2016)

Picadura (engrane): Es una función de los esfuerzos de contacto Hertziano (compresivo) entre dos cilindros y es proporcional a la raíz cuadrada de la carga del diente aplicada. (Criteria for tooth capacity, 2004)

Esfuerzo de flexión (engrane): Medida en términos del esfuerzo de tensión en un plato en voladizo y es directamente proporcional a la misma carga. (Criteria for tooth capacity, 2004)

Rodamiento: Un rodamiento es un componente de precisión y de alta ingeniería que habilita maquinaria para movimientos a una elevada velocidad y soporte de cargas con facilidad y eficiencia. (What are Bearings, 2016)

ATmega8: Es un microcontrolador de 8 bits del tipo CMOS de bajo poder basado en la arquitectura RISC AVR.

AISI 4340 (normalizado): Es una aleación de acero baja y tratable por calor, contiene cromo, níquel y molibdeno. Tiene alta dureza y resistencia al tratarse por calor.

AISI A2: Acero grado herramienta de media aleación (medio carbón, medio cromo), de temple al aire que alcanza durezas de 60-62 HRC.

BOPP (Polipropileno bioorientado): El polipropileno se obtiene a partir del propileno, un gas obtenido de los procesos de cracking del petróleo. Este gas, sometido a ciertas condiciones de temperatura y presión, en presencia de catalizador produce como resultado un polímero compuesto por miles de unidades "propileno" unidas entre sí de forma lineal. A comienzos de los 70's, Montecatini en Italia desarrolló el proceso para convertir este polímero en una película biorientada. (QuimiNet.com, 2008).

Sistema de dispensado por medio de un transportador helicoidal

La tecnología moderna ha hecho del transportador de tornillo sin fin uno de los métodos más ideales para el movimiento continuo de materiales al granel a cortas distancias. (Rodríguez Galbarro, 2010)

El transportador de paso estándar tiene un paso igual al diámetro, se utilizan para todas las aplicaciones comunes de transporte continuo de materiales.

El transportador de cinta es ideal para transportar materiales pegajosos y viscosos. El espacio abierto entre el borde interior de la espiral y el tubo, evita la acumulación del material conducido. (Delgado & Socorro, 1996).

El diámetro de la hélice suele ser inferior en unos 2 cm al de la carcasa, ya que no deberá rozar las paredes de la misma cuando el eje del tornillo gire. Las paredes metálicas que cierran y envuelven forman la carcasa del tornillo, y sirve para contener el material y separarlo del ambiente exterior (Rodríguez Galbarro, 2010). En general, la dimensión para el paso de los transportadores de tornillo suele estar comprendido entre 0,5 y 1 veces el diámetro del mismo, siendo mayor cuanto más ligera sea la carga que se vaya a transportar con el tornillo. En cuanto al diámetro de la hélice del tornillo, su dimensión es inversamente proporcional a la velocidad de giro del eje, es decir, para velocidades de giro más elevadas supondrá un tornillo de hélices más estrechas. (Miravate & Larrodé, 1996)

Metodología

Sistema de transporte de película de BOPP (STPBOPP)

El procedimiento para la elaboración del producto se expone a como sigue:

Los contenedores con forma de paleta (7) se van colocando, mediante los operarios, de manera equidistante en un disco que con movimientos pausados pasa desde el llenado simultáneo (*sistema de dispensado por medio de un transportador helicoidal*) de los mismos con el dulce hasta el sellado independiente (*STPBOPP y sistema de sellado*) de cada producto. Posteriormente, en la última etapa, se dejan caer dentro de un recipiente adecuado para una cantidad específica.

Para el diseño de esta parte del sistema de dispensado y sellado automatizado, primero se toma en cuenta las dimensiones físicas de rollos de BOPP ocupados para el sellamiento de las golosinas. Posteriormente se considera la torsión generada por el mismo, esto entrega una fuerza resultante necesaria para mover los cilindros sobre los que giran dichos rollos.

Con base a esta fuerza se puede determinar por igual el grosor y el largo del eje necesarios para soportar el peso del rollo.

Lo anterior a su vez da paso al cálculo del engranaje que desplazará los STPBOPP (pues la idea es que el producto se empaquetado con dos caras de distintas películas de BOPP, una cara en la parte inferior y otra en la superior).

Finalmente, esto conlleva al cálculo de los rodamientos para cada eje sobre el que

descanse un rollo.

En forma resumida se proporcionan los datos y los resultados necesarios de los cálculos para esta parte del sistema.

Dimensiones del rollo.

El rollo tiene un largo de 0.13 m, y su masa es de 4.52 Kg.

La torsión resultante de cuatro ejes (portadores de los rollos de BOPP) llega a valer 0.0044951 N·m. La simulación en SolidWorks indica que las dimensiones especificadas para los ejes (17.4 cm de largo y 3 mm de diámetro) es aceptable para las cargas que soporta, incluida la torsión. Véase las figuras 1 y 2.

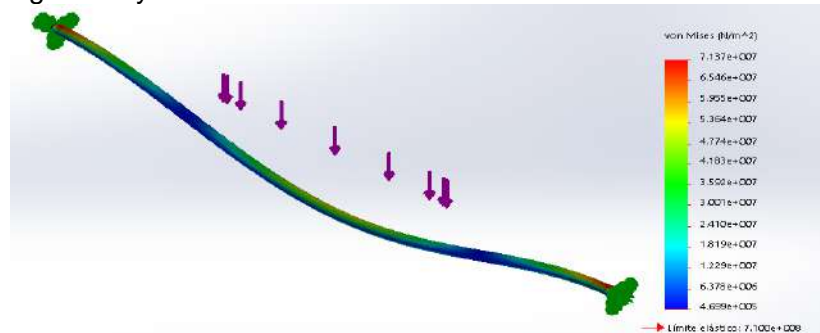


Figura 1. Tensión de Von Mises en eje.

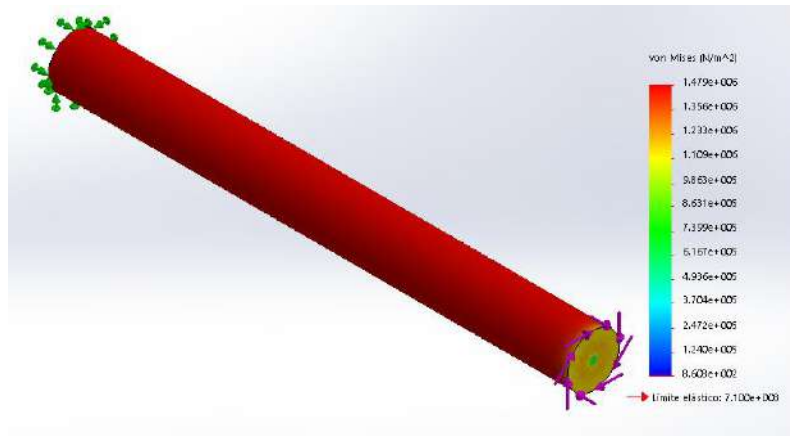


Figura 2. Torsión en eje.

Para este diseño se considera un engranaje recto con geometría de cara involuta para los dientes (esto asegura una relación constante de velocidad angular), de 0.044 m de diámetro de paso o diámetro primitivo; según el sistema ANSI métrico el número de dientes para un módulo de 2 que se adecue al diámetro ya mencionado es de 22, lo que supera el número de dientes mínimos para evitar interferencia en los engranajes para un ángulo de presión de 20° de profundidad total. El material para el engranaje es Acero SISA A2 (through hardened). Estos datos y las cargas estimadas sugieren los siguientes resultados según AGMA:

El esfuerzo de contacto permisible es $103,160 \text{ lb/in}^2$ y el factor de seguridad es de 29.750.

El esfuerzo de flexión permisible es $30,579 \text{ lb/in}^2$ y el factor de seguridad es de 1,497.

El tiempo mínimo de vida para uno de estos engranes al ritmo de uso desempeñado por la empresa que requiere dicho sistema es de 3 años.

El rodamiento por asignación es el 61800 de SKF; de acuerdo a distintos factores que afectan su vida y mediante el uso de la herramienta de calculador de SKF dicha duración de

trabajo abarca más de 10 millones de horas de vida.

Sistema de sellado

Para el sistema de sellado también se consideran cargas, la suma de los componentes que el respectivo servomotor impulsará, no sobrepasen los 2 Kg.

Para el desplazamiento vertical del sellador (pues el sellador actúa como una prensa sobre el producto) se incorpora el mecanismo piñón cremallera.

El sellador requiere de poco más de 40 amperios para funcionar adecuadamente.

Los tiempos que se asignan para el proceso de transporte y sellado operan en conjunto con un sistema de sensores y así, se garantiza un adecuado funcionamiento del sistema en general.

Los motores indicados para la operación en esta máquina junto con sus complementos, así como su etapa de control son:

- BN34HS-25AF-01LSD de Silencer® Series de MOOG
- BDO-Q2-50-40 (Etapa de control por señal analógica de los motores).
- SE-450-24 de Mean Well (Fuente de poder para cada motor).
- TLC 5618A (Convertidor digital a analógico).
- ATmega8 (Controlador de sistema).

Sistema de dispensado por medio de un transportador helicoidal

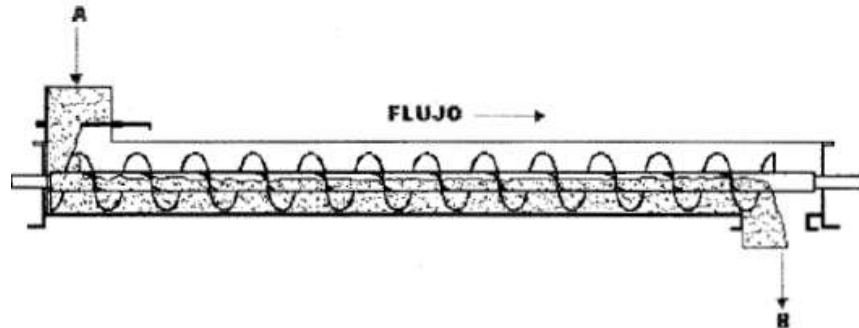


Figura 3. Diagrama de función de un transportador helicoidal

Para materiales Heterogéneos, el diámetro del tornillo será 4 veces mayor que el mayor diámetro de los pedazos a transportar. Diámetro del hueso = 3cm

$$(D.h)(4) = 12\text{cm}$$

Diámetro del tornillo = 12 cm.

Paso de la Hélice = 12cm.

(Rodríguez Galbarro, 2010)

La velocidad de giro (n) de los transportadores depende, entre otros factores, de la naturaleza del material a transportar, la velocidad de giro del tornillo suele estar comprendida, con buena aproximación, entre los siguientes rangos:

- Para materiales Pesados \longrightarrow $n=50$ r.p.m.
- Para materiales ligeros \longrightarrow $n = 150$ r.p.m.

En la tabla 1 se indica la velocidad de giro recomendada para un transportador de tornillo en función de la clase de material y del diámetro del tornillo:

Tabla 1. Velocidad de giro de la hélice.

Diámetro del tornillo (mm.)	Velocidad máxima (r.p.m.) según la clase de material (*)				
	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase V
100	180	120	90	70	30
200	160	110	80	65	30
300	140	100	70	60	25
400	120	90	60	55	25

(Castillo, 2010)

El área de relleno (S) del canalón que ocupa el material que mueve el transportador, se puede obtener mediante la siguiente expresión:

$$S = \lambda \frac{\pi D^2}{4}$$

En la tabla 2 se indican los valores del coeficiente de relleno (λ) en función del tipo de carga que transporta el tornillo: (Castillo, 2010)

Tabla 2. Valores del coeficiente del relleno

Tipo de carga	Coefficiente de relleno, λ
Pesada y abrasiva	0,125
Pesada y poco abrasiva	0,25
Ligera y poco abrasiva	0,32
Ligera y no abrasiva	0,4

(Castillo, 2010)

La velocidad de desplazamiento (v) es la velocidad con la que desplaza el material en la dirección longitudinal del eje del tornillo. Depende tanto del paso del tornillo como de su velocidad del giro, la siguiente expresión permite conocer la velocidad de desplazamiento.

$$v = \frac{p \cdot n}{60}$$

p = paso del tornillo, en m.

n = velocidad de giro del eje del tornillo, en r.p.m.

(Chávez, 2004)

Por lo tanto, la operación matemática quedaría de la siguiente manera:

La capacidad de transporte viene determinada por la siguiente expresión que calcula el flujo de material transportado:

$$Q = 3600 \cdot S \cdot v \cdot \rho \cdot i$$

ρ = densidad del material transportado, en t/m³.

i = coeficiente de disminución del flujo de material (inclinación del transportador).

Por lo tanto, la operación matemática queda de la siguiente manera:

$$Q = 3600 (19.25)(0.14)(851) = 8256.402 \frac{t}{h}$$

(Miravate & Larrodé, 1996)

La potencia de accionamiento (P) de un transportador de tornillo sin fin se compone de la suma de tres componentes principales, según se refleja en la siguiente expresión:

$$P = P_H + P_N + P_i$$

P_H = potencia para el desplazamiento del material.

P_N = potencia para el accionamiento del tornillo en vacío.

P_i = potencia para el caso de un tornillo sin fin inclinado.

(Chávez, 2004)

La potencia necesaria para realizar el desplazamiento horizontal del material se calcula mediante la siguiente expresión:

$$P_H (kW) = c_0 \cdot \frac{Q \cdot L}{367}$$

Q = flujo de material, en t/h

L = longitud del transportador, en m

c_0 = coeficiente de resistencia del material transportado.

Para conocer el valor de este coeficiente, se puede emplear la tabla 3 obtenida empíricamente a partir del ensayo con materiales de distinta naturaleza:

Tabla 3. Valores de coeficiente de Resistencia del material

Tipo de material	Valor de c_0
Harina, serrín, productos granulados	1,2
Turba, sosa, polvo de carbón	1,6
Antracita, carbón, sal de roca	2,5
Yeso, arcilla seca, tierra fina, cemento, cal, arena	4

(Castillo, 2010)

$$P_H (kW) = 0.359 \text{ hp}$$

La potencia necesaria para el accionamiento del tornillo en vacío se puede calcular con bastante aproximación mediante la siguiente expresión:

$$P_N (kW) = \frac{D \cdot L}{20}$$

Normalmente, el valor nominal de esta potencia es muy pequeño en comparación con la potencia necesaria para el desplazamiento del material del punto anterior.

Por lo tanto, la operación matemática queda de la siguiente manera:

$$P_N (kW) = 0.28 \text{ hp}$$

Ahora se calcula la potencia total necesaria.

$$P = 0.359 + 0.28$$

P= 0.639 hp

Conclusión

Como conclusión el equipo puede señalar que se dieron múltiples propuestas a la empresa y finalmente se logró que ellos avalarán una y esta tomó como nombre “Sistema de dispensado y sellado automatizado para la línea de producción”. Cabe destacar, que el proceso de diseño llevó poco más de dos meses y con ello también se puede determinar que se ha generado un diseño adecuado que puede ser implementado dentro de poco, en un lapso planteado por la empresa. El sistema como ya se mencionó fue desarrollándose más y fue contando con aprobaciones periódicas de la empresa, así que este objetivo por tanto también ha sido cumplido.

Ya que este proyecto fue avalado, se dividió en tres partes (generación de propuestas, selección de propuesta y desarrollo) que debían ser cumplidas a fin de verificar el carácter de adecuación del proyecto para la empresa; así que si estos tres puntos eran verificados y también aprobados esto indicaba que el proyecto en general había cumplido su propósito en cuanto al diseño, pues este debe ser adecuado para su implementación

Ya en la etapa de desarrollo, el primer punto a tratar, era la generación de un sistema adecuado y este sistema consto de dos partes a nivel general que es dispensado, cuyo principal componente es un tornillo sinfín que es el que transporta el producto hasta el empaquetado de la golosina y su envoltura. En cuanto al dispensado, la empresa aprobó el uso de un tornillo específico mediante revisiones continuas de otros sistemas parecidos al propuesto

El segundo punto a verificar consiste en el sellado, para el sistema de sellado también se logró generar una configuración de sistema capaz de producir lo que la empresa demanda; en cuánto a este logro siendo un más específico el sistema de sellado puede dispensar 7 golosinas cada 3 segundos y sellarlas en un lapso equivalente a 2 - 3 segundos. El sistema de sellado se compone de una parte individual para cada cuchara consistente de su propio sellado y corte para su posterior reubicación en contenedores. Así que esa fue la solución para resolver el problema de la producción de 7 golosinas cada 7 segundos que es el promedio de generación de productos por parte de los operarios de la empresa. En cuanto al dispensado también es un llenado simultáneo por parte del transportador helicoidal así que está también es la solución a esta problemática. Es así como se logró solucionar los anteriores problemas en cuanto al diseño.

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 2016. 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

- AGMA (2016). *About us*. Obtenido de: <https://www.agma.org/about-us/history> y consultado el 21-julio-2016.
- Beer Ferdinand, P., Johnston E., R., & Eisenberg R. Elliot. (2007). *Mecánica vectorial para ingenieros. Estática* (Octava edición). México D.F.: McGraw Hill/Interamericana Editores, S.A. DE C.V.
- Borbo, A. (16 de Abril de 2014). *Transporte de sólidos*. Obtenido de Transportadores mecánicos: Recuperado de: <http://transportedesolidos.blogspot.mx/2014/04/transportadores-mecanicos.html>. el día 20 de mayo de 2016
- Castillo, N. (2010). *Ingeniería de procesos y de operación de una planta de alimento para*

- masco*tas. En <http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/biblioteca/tesis/2081.pdf>. Consultado el día 17 de mayo de 2016
- Chávez, E. (2004). *Optimización del transporte de café pergamino de la bodega a la planta de transformación empleando un transportador helicoidal de canal*. En http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0273_MI.pdf. Consultado el día 25 de mayo de 2016
- AGMA (2004). *Criteria for tooth capacity*. Obtenido de Fundamental Rating Factors and Calculation Methods for Involute Spur and Helical Gear Teeth: <http://wp.kntu.ac.ir/asgari/AGMA%202001-D04.pdf>. Consultado el 05 de julio de 2016.
- Definición*. (2016). Obtenido de Capítulo 6 Engranajes. Consultado el 07 de julio de 2016.
- Delgado, L., y Socorro, M. (1996). *Transportes Industriales*. Obtenido de Academia meca. Consultado el 22-mayo-2016.
- Fabio, H., Calle T., G., & Díaz A., A. (2006). *Selección de un servomotor y transmisión por el método de las potencias transitorias*. Recuperado de: <https://dialnet.uniroja.es/descarga/articulo/4832259.pdf>, el día 25 de junio de 2016
- García, F. (2008). *Temas de física*. México D.F.: CFE, SEP, DGETI. Consultado el 25-mayo-2016
- Miravate, A., y Larrodé, E. (1996). *Transportador Helicoidal*. Obtenido de Transportadores por rosca: Recuperado de: <http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/elementos%20completa%20transporte.htm>. Consultado el 25-mayo-2016
- QuimiNet.com (2008). En *El polipropileno biorientado (BOPP) y sus aplicaciones*. Recuperado de: <https://www.quiminet.com/articulos/el-polipropileno-biorientado-bopp-y-sus-aplicaciones-31039.htm>. Consultado el 27-julio-2016.
- Rodríguez Galbarro, H. (2010). *Transportador de tornillo sinfín*. Obtenido de Tutorial Núm. 143 - Cálculo de transportadores de tornillo sinfín: Recuperado de: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn143.html>. Consultado el día 03 de junio de 2016.
- Universidad del País Vasco. (s.f.). *Sólido Rígido*. Obtenido de Flexión de una viga en voladizo: Recuperado de: http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/solido/din_rotacion/viga/viga.htm. Consultado el 08 de julio de 2016.
- AGMA. *What are Bearings*. (2016). Obtenido de http://www.americanbearings.org/?page=what_are_bearings. Consultado el 08 de julio de 2016.

DISEÑO Y SIMULACION DE UNA BANDA TRANSPORTADORA DE CONTENEDORES PARA EL MANEJO DE POLLO EN PIE

Ernesto Montes Luna¹
M. E. María de Jesús Oregán Silva²
Raúl Contreras Flemate³
M. C. Juan Carlos Vázquez Jiménez⁴
Ing. Serafín Reyes García⁵

Ingeniería y Tecnología

Resumen

Este proyecto se realizó para la empresa avícola en el cual se aplicaron conocimientos sobre software de diseño asistido por computadora, mecánica de materiales, instrumentación, control, para el desarrollo del mismo, dicho proyecto tuvo un impacto cuantitativo y cualitativo. Los beneficios técnicos cuantitativos del proyecto son el incremento en la velocidad de llenado de las jaulas contenedoras de aves, así como la eficiencia en dicho proceso en cuanto al uso de tecnologías modernas como el uso de variadores de frecuencia, el uso de elementos mecánicos como ejemplo en el diseño e implementación de una caja reductora, y un sistema electrohidráulico; optimizando así por completo el sistema mecatrónico. Por tal motivo se logró cumplir con el objetivo general del proyecto y la empresa avícola, diseñando y simulando un sistema de banda transportadora para pollo en pie para su manejo en jaulas y mejorar la calidad del producto en la empresa avícola.

Palabras clave—Simulación, banda transportadora, contenedores.

Introducción

La empresa se dedica a la realización de proyectos de equipamiento a la industria por lo que este proyecto está enfocado a la empresa líder en la industria avícola en México y una de las diez empresas avícola más grande del mundo. Por lo que el proyecto está enfocado al planteamiento de propuestas de solución de problemática en esta empresa en lo que se refiera al transporte de los pollos y el depósito de los mismos en los contenedores donde los transportan, existen pérdidas en el momento en que son depositados en el contenedor debido a que se realiza de forma manual. Actualmente se utiliza el método tradicional para la captura de las aves, este consiste en tomar las aves por las patas e inmovilizarlas hasta que se transporten en los contenedores, por lo que es necesario llevar en cada mano 2 o 3 unidades de aves y esto depende de su peso, posteriormente son depositadas en las jaulas a través de un embudo y tapadas para evitar que se escapen. Es por eso que se menciona el uso y la implementación de una banda para el transporte de los pollos a los contenedores y así evitar la menor pérdida.

Para que la empresa avícola sea más competitiva y esté de acuerdo con las expectativas ambientales del mundo actual, se requiere de metodologías de producción más limpias y más eficientes. Por lo que es necesario mejorar la eficiencia de la empresa industrial en cuanto al transporte de materiales dentro de la factoría, debido a la variedad de sistemas que existen y a la precisión con la cual estos mecanismos deben realizar su trabajo.

¹Estudiante de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán mora_vo_88@hotmail.com

²Estudiante de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán raul_c_flemate@hotmail.com

³Maestra en Educación. Docente de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica en el Departamento de Metal – Mecánica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, maoregansilva@hotmail.com.

⁴Candidato al Grado de Doctor en Sistemas Integrados de Manufactura y Estrategias de Calidad y Maestro en Ciencias en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional, Docente de la Maestría en Ingeniería Industrial en la División de Estudios de Posgrado e Investigación y de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica en el Departamento de Metal Mecánica de del Instituto Tecnológico de Tehuacán, jvazquezj@hotmail.com.

⁵Candidato al Grado de Maestría en Ingeniería Mecánica, Docente de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, sreyes110@hotmail.com

El proyecto está basado en un diseño de sistema mecánico, que cubra el depósito de 25 000 pollos en 128 jaulas metálicas, a mayor velocidad, pero con el menor daño posible a los pollos de engorda.

El uso de bandas transportadoras y el control de velocidad del motor que genera su movimiento, es el inicio de dicho proceso para pequeñas y grandes industrias, por lo que se creó un diseño propio, tomando como base conceptos que poseen diferentes empresas en el ámbito mundial, para ajustarlo a las necesidades y al desarrollo del país, dependiendo del enfoque que se le dé en la industria.

A través de este proyecto se presenta el diseño de una banda transportadora y de su control de velocidad, como una alternativa que ofrece mejores características de funcionamiento y de eficiencia respecto a las bandas transportadoras tradicionales. Se incluye además de una descripción general de todo el sistema de transporte y de cada uno de sus elementos constitutivos, a fin de que este proyecto proporcione información completa a quienes puedan interesarse en este tema.

Desde el punto de vista ingenieril se hará la integración de varios sistemas para lo cual se aplicará varias ramas que la ingeniería Mecatrónica abarca. Algunas de ellas serían el manejo de diseño de estructuras, manejo de motores para el control de la misma, circuitos electrohidráulicos entre otras. Logrando solucionar el problema mediante este proyecto, cubrir con los 25 000 pollos en 128 jaulas en tiempo y forma con el mínimo esfuerzo, evitando dañar el producto, y así incrementar la producción para la planta procesadora de aves

Planteamiento del problema

La problemática que presentaba la planta de la empresa, que se ha detectado en la planta productora de pollo en la ciudad de Celaya Guanajuato el transporte del pollo en pie y el depósito de los mismos en contenedores que se utilizan para el transporte, ocasionando que esta operación se lleve mucho tiempo y tedioso para realizarla, ya que se realiza de forma tradicional, esto es se capturan las aves de forma impráctica ya que son tomados por sus patas para inmovilizarlas hasta que se transporten en los contenedores, transportando de dos o tres unidades por cada mano, dependiendo del peso, posteriormente son depositadas en las jaulas a través de un embudo y para evitar que se salgan.

La captura de las aves de forma manual explicada anteriormente, implica llevarse mucho tiempo en su captura, haciendo que se retrase el viaje, y por consiguiente aumentando el costo del producto al ocupar más trabajadores.

La recolección de los pollos es un momento fundamental y una de las etapas más difíciles del proceso, la cual requiere mayor cantidad de mano de obra debido a los problemas que se generan durante la captura de las aves y el depósito en los contenedores.

La empresa avícola cuenta actualmente con diez empresas avícola es la más grande del mundo, uno de los principales productos que genera es la línea de la producción del pollo. Actualmente la producción se ha elevado grandemente por el aumento de clientes al grado que ya es necesario contar con tres turnos al día.

Objetivo general

Diseñar y simular un sistema de banda transportadora de contenedores para el manejo de pollos de engorda en pie para la mejora de las condiciones de manipulación del producto en una empresa avícola.

Objetivos específicos

- Analizar el proceso de producción de pollo
- Identificar el problema de llenado de los contenedores
- Identificar las normas de diseño para la banda transportadora
- Diseñar la banda transportadora por medio del software de Dibujo Asistido por Computadora (CAD).
- Implementar un sistema de control adecuado para el manejo de la banda transportadora
- Simulación del sistema

Marco Teórico

Manejo de aves

La captura de las aves es una de las operaciones más duradera desde algunas horas hasta todo el día y depende, de la forma como se realice esta labor. La recolección de los pollos es un momento fundamental y una de las etapas más difíciles del proceso, la cual requiere mayor cantidad de mano de obra debido a los problemas que se generan durante la captura de las aves. Para una adecuada recolección de las aves después del retiro del alimento, se debe comenzar por implementar un sistema o división de corrales que faciliten encerrar grupos pequeños de pollos, para maniobrar cuidadosamente los animales durante la captura con el objetivo de reducir los movimientos sobre los demás pollos lo cual ocasiona hematomas en la piel del animal. “Una vez elaborados los encierros, se debe tener en cuenta si la recolección se realiza parcial o totalmente durante la noche para considerar el uso de la iluminación azul con el objetivo de disminuir o anular la capacidad visual de las aves y poder mantenerlas tranquilas durante su captura”.

Componentes de un sistema de manejo de las aves en contenedores por banda

Banda transportadora: Las bandas transportadoras se emplean cuando los materiales deben ser desplazados en cantidades relativamente grandes entre posiciones específicas de una ruta fija. La mayoría de estos sistemas son impulsados mecánicamente; algunos emplean la gravedad para trasladar la carga entre puntos de diferente altura. (Pirelly, 1992)

Control de cinta automático: El control de cinta automático puede solucionar incluso los problemas más serios de guiado de la cinta. Sin embargo, resulta una opción muy cara en comparación, por lo que se utiliza en los casos en los que el comportamiento de la cinta al guiado es muy crítico u otros métodos de guiado de la cinta han resultado ser inefectivos, por ejemplo, en los casos críticos de acumulación de suciedad en rodillos/tambores. El control de cinta automático funciona detectando los bordes de la cinta, bien mediante sensores sin contacto o mediante medios mecánicos.

Se recomienda que el tambor de cola sea cilíndrico. Con un tambor de cola cilíndrico-cónico, podría surgir un conflicto entre los dos sistemas de regulación, lo que posiblemente conllevaría a un funcionamiento de la cinta bastante inestable,

- Escáner óptico (fotocélula, barrera de luz)
- Sensor neumático (chorro de aire)
- Sensor eléctrico (sensor capacitivo)
- Sensor mecánico (microinterruptor, aguja)
- Mecanismo de control: eléctrico (servoaccionamiento), neumático o hidráulico (cilindro de presión)
- Rodillo guía

Unidades de accionamiento: Generalmente, el accionamiento comprende un motor eléctrico, un elemento de transmisión de la potencia (reductor o correa) y el tambor motriz. Son preferibles los motores trifásicos estándar con rotor de jaula y conexión estrella-triángulo. El arranque suele ser suave. La velocidad de la cinta se suele controlar con un variador de frecuencia electrónico. Los índices de potencia de accionamiento de las cintas transportadoras textiles suelen ser relativamente pequeños (típicamente entre 0,5 – 5 kW).

La conversión de la velocidad del motor para alcanzar la velocidad requerida de transportador suele realizarse mediante un reductor o una correa de transmisión combinándolos con un tambor. A menudo, el reductor se combina directamente en un diseño compacto (motorreductor). Las opciones posibles son: engranaje cilíndrico de dientes rectos, engranaje cónico o engranaje helicoidal. Si se utilizan correas de transmisión, se recomienda que sean planas ya que ahorran espacio, son económicas, no requieren mantenimiento y son altamente eficientes. (Habasit, 2010)

Motorreductor: Debe tomarse en cuenta que clase de motor lleva nuestra máquina: motor eléctrico, de combustión, o cualquier otro; la máquina que se va a mover; las horas diarias a operar; la velocidad de entrada al reductor; la velocidad de salida y el par de torsión requeridos.

Las cifras indicadas en la tabla de capacidad de los reductores son consideradas con factor de servicio=1.0, lo cual significa que el trabajo del reductor será de 8-10 horas diarias, con movimiento uniforme, sin choques ni arranques frecuentes. Cuando la unidad opere en otras condiciones, hay que aplicar el factor de servicio adecuado al trabajo, según indique la tabla respectiva.

Sistema electrohidráulico: Un sistema electrohidráulico es un conjunto de elementos que, dispuestos en forma adecuada y conveniente, produce energía electrohidráulica partiendo de otra fuente, que normalmente es electromecánica (motor eléctrico) o termo mecánica (motor de combustión interna). La energía entregada por los medios mencionados es receptada por los elementos de sistema, conducida, controlada y por último transformada en energía mecánica por los actuadores. El fluido transmisor de esta energía es principalmente aceite, evidentemente no cualquier aceite, ya que debe poseer algunas características particulares.

La energía electrohidráulica se genera de la siguiente manera: Se recibe energía electromecánica a través de la bomba de instalación, está la impulsa obligándola a pasar por el circuito hasta llegar a los puntos de utilización, ósea hasta los actuadores, encargados de transformar dicha energía en mecánica.

Se puede evidenciar tres grupos perfectamente localizados, a detallar:

- Sistema de impulso y bombeo
- Sistema intermedio compuesto por elementos de control, comando y conexiones
- Actuadores y consumidores

Tanque: Además de almacenar el líquido, el tanque es un disipador de calor. El tanque tiene unas láminas llamadas bafles, para evitar que el aceite caliente pase directamente a la salida. Evitan el flujo turbulento lo cual mezclaría el aceite con aire

Filtros de oposición de impurezas: Cumplen la importante función de evitar que penetren contaminantes dentro de los elementos del sistema. Las partículas son atrapadas en el elemento filtrante. Normalmente tienen una válvula de desvío (by pass) incorporada, para

permitir el paso de aceite si el elemento se satura. Cumple la importante función de evitar que penetren contaminantes dentro de los elementos del sistema. Los filtros se valoran de acuerdo con el flujo que pueden soportar. La presión que pueden soportar y el tamaño de partículas que pueden atrapar. El mantenimiento adecuado de los filtros es el factor más importante para una larga vida de un sistema hidráulico.

Bomba: La bomba recibe el aceite del tanque y lo empuja hacia el sistema hidráulico. Hay varios tipos de bombas, la de la figura es una bomba de engranajes.

Acumuladores: Son una ayuda a la bomba en sistema donde hay variaciones súbitas de carga (ej. Martillos hidráulicos). Actúan como amortiguadores o como suplemento a la bomba.

Cuando la carga aumenta, la presión generada llena el acumulador (vence el resorte). En este caso actúa como amortiguador si la carga baja, baja la presión y el acumulador ayuda a enviar aceite hacia la carga. (Suplemento de bomba).

Válvulas: Se utilizan para controlar el flujo de aceite. Para ilustrar su función, imagine un sistema de bomba-cilindro con válvulas convencionales de compuerta. Se requerirá 5 válvulas de compuerta para controlar el flujo. Con el cilindro quieto, la válvula 1 está abierta permitiendo el paso de aceite de la bomba-tanque-bomba, las otras están cerradas.

Cilindros: El trabajo fundamental que cumple este es convertir la presión de un fluido en fuerza mecánica para realizar trabajo. Los cilindros se clasifican en dos tipos o categorías:

- *De simple acción:* Se caracteriza por tener una sola lumbrera para admisión y escape del fluido; el movimiento de retorno del pistón a la posición inicial, lo realiza el propio peso de la carga cuando cesa el flujo a presión y se permite la salida del fluido
- *De doble acción:* Tiene 2 lumbreras, una de admisión y otra de escape del fluido. El pistón se desplaza movido por la presión del fluido y no por acción de la carga. La lumbrera pueden en un caso admitir fluido a presión y en otro salir el fluido. (Hugo, 1989)

Metodología

Diseño del sistema de transportador

Para realizar el diseño de la banda transportadora y del control de velocidad del motor, se divide en tres etapas las cuales se mencionan a continuación, y las cuales son representadas en el diagrama de bloques

Etapas 1: Mecánica: Motor y banda transportadora.

Etapas 2: Circuito de control: Electrohidráulica

Etapas 3: Sensor: Fotoeléctrico.

Primera Etapa: Sistema mecánico

Motor y banda transportadora

En el proceso del diseño de la banda transportadora se debe tomar en cuenta los elementos mecánicos principales.

- a) Soporte estructural: el soportante estructural de una banda transportadora está compuesta por perfiles tubulares o angulares, formando en algunos casos verdaderos puentes que se fijan a su vez, en soportes o torres estructurales apertadas o soldadas en una base sólida.
- b) Elementos deslizantes: Son los elementos sobre los cuales se apoya la carga, ya sea en forma directa o indirecta, perteneciendo a estos los siguientes:
 - a. Correa o banda: La correa o banda, que le da el nombre a estos equipos, tendrá una gran variedad de características, y su elección depende en gran parte del

material a transportar, velocidad, esfuerzo o tensión a la que sea sometida, capacidad de carga a transportar, etc.

- c) Elementos motrices: El elemento motriz de mayor uso en las bandas transportadoras es el del tipo eléctrico, variando sus características según la exigencia a la cual sea sometido. Además, el motorreductor, las poleas, los engranajes, son otros de los elementos que componen el sistema motriz.
- d) Elementos tensores: Son los elementos que permiten mantener la tensión en la correa o banda, asegurando el buen funcionamiento del sistema.
- e) Tambor motriz y de retorno: La función de los tambores es actuar como poleas, las que se ubicaran en el comienzo, centro y fin de la banda transportadora. Para su selección se tuvieron en cuenta factores como: potencia, velocidad, ancho de banda, entre otros.

La banda transportadora tendrá una dimensión de 9m de longitud por 1.2 m de altura con una anchura de 43.18cm².

Tabla 1. Propiedades de material de fabricación acero inoxidable 304

Descripción:	Resistencia a la Corrosión:
Acero inoxidable austenítico básico 18/8 de uso más extendido. Posee buenas propiedades de resistencia a la corrosión, conformabilidad y soldabilidad.	El ACX 120 presenta buena presentación de resistencia a la corrosión en un gran número de aplicaciones. Como ejemplo, el ACX 120 presenta velocidades de corrosión inferiores a 0,10 mm/año en los ácidos, como el acético, fórmico, nítrico, sulfúrico, etc.

Selección de tambor

Para el diseño del tambor tendrá un ancho de banda de $b_o = 390$ mm y la longitud de la parte cilíndrica b_c es de 175 mm

Altura de abombado h

Utilizarán 2 tambores uno motriz y uno para la transmisión con diámetros de:

Tambor 1: $d = 101.6$ mm

Tambor 2: $d = 55.625$ mm

Motorreductor

Se usará un motorreductor con potencia de 2 hp modelo Hypoid de eje hueco con ángulo recto con relación 31:1 para la banda transportadora tipo túnel con inclinación/declinación tipo z y para el sistema de posicionamiento mecánico y la banda transportadora con sistema mecánico se usará un motorreductor con potencia de ½ hp modelo Hypoid de eje hueco con ángulo recto con relación 31:1.

Se instalará el motorreductor junto con el rodillo motriz y con un variador de frecuencia para poder manipular los rpm en ambas bandas transportadoras y en el sistema de posicionamiento mecánico 3,41 Acernox. (2013). manual ACX 120 Acero Inoxidable ausentico.(RAISA, 2010)

Segunda Etapa: Sistema de control electrohidráulico

Se seleccionó el sistema hidráulico debido a que se consideraron las siguientes propiedades del sistema para una adecuada aplicación al proyecto:

- *Regulación:* las fuerzas pueden regularse de manera continua.
- *Sobrecargas:* se puede llegar en los elementos hidráulicos de trabajo hasta su total parada, sin riesgos de sobrecarga o tendencia al calentamiento.
- *Flexibilidad:* el aceite se adapta a las tuberías y transmite fuerza como si fuera una barra de acero.

- *Elementos:* los elementos son reversibles además de que se pueden frenar en marcha.
- *Simplicidad:* hay pocas piezas en movimiento: bombas, motores y cilindros.
- *Multiplicación de fuerzas:* visto en prensas hidráulicas.

Tercera etapa: Sensor fotoeléctrico

La selección del sensor fotoeléctrico fue basada en una serie de ventajas ya que detectan objetos a distancia sin necesidad de contacto físico, suelen poseer únicamente capacidad de detección y no son a la vez elementos de corte de corriente, son versátiles en sus características de uso, pudiendo dar información directa o indirecta de varias magnitudes físicas y pueden ofrecer ventajas selectivas de funcionamiento con ciertos materiales sin verse afectados por otros.

Responde al cambio en la intensidad de la luz cuando detecta cada pollo que se deposita en los contenedores de la jaula. Estos sensores requieren de un componente emisor que genera la luz, y un componente receptor que percibe la luz generada por el emisor, y así enviar una señal directa al sistema de control automático.,

Ensamble y Diseño del sistema de transportador

En la Figura 1 se muestra el ensamblaje de los componentes que se diseñaron para la banda transportadora tipo túnel con inclinación/declinación tipo z 5, 6

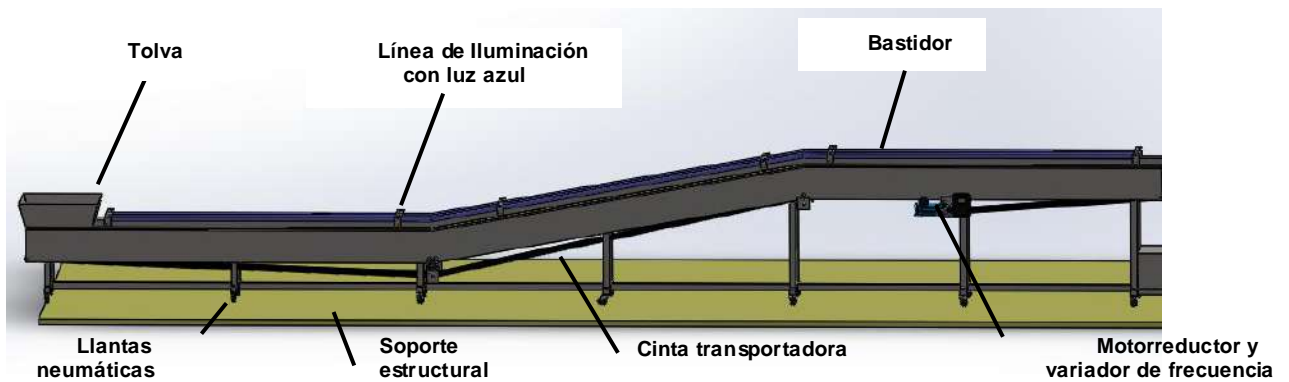


Figura 1. Diseño y simulación del ensamblaje de la banda transportadora tipo túnel

Simulación de la Banda Transportadora para aves

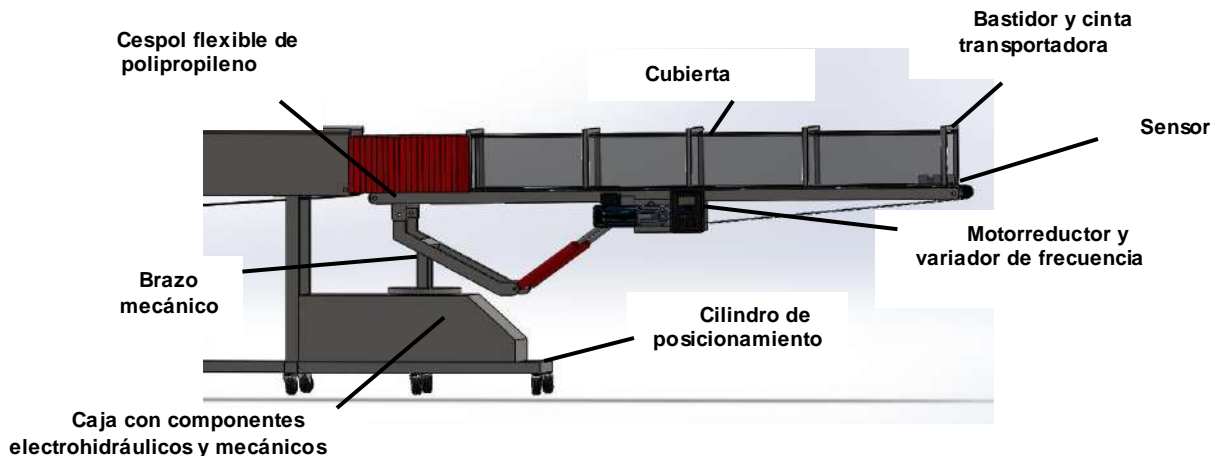


Figura 2 Ensamblaje general del sistema finalizado de las 2 bandas clasificadas. Incluyendo el sistema mecánico.

Simulación del transportador y traslado

El desplazamiento sobre las coordenadas X, Z el cual tiene un grado de libertad de 180°.

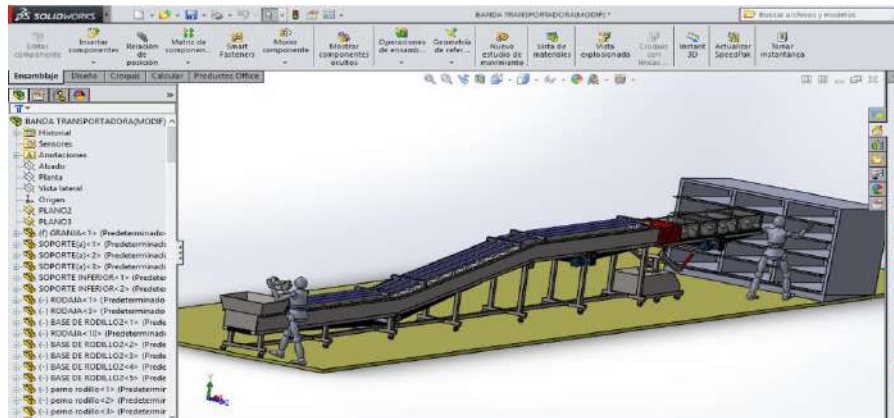


Figura 3 Diseño y Simulación de ensamble de la banda transportadora de traslado con sistema mecánico

Contendrá el proyecto un sistema para operar la apertura y cierre de puertas de los contenedores de la jaula, también contendrá un depósito de los pollos en la tova para ser trasladadas a los contenedores de la jaula, donde se realizará el traslado del pollo inclinado y declinado en la banda transportadora con estructura tipo z, con una declinación de 170°. En la Figura 4 se muestra el sistema de traslado con 2 operadores quienes se encargarán del depósito y del control

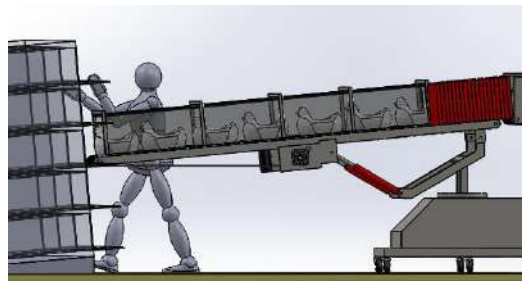


Figura. 4. Simulación del proceso final del traslado de los pollos para ser depositados en los contenedores de la jaula.

Secuencia de operación

1. Al presionar el botón de marcha general se accionará el motor banda tipo túnel y motorreductor de la banda transportadora con sistema mecánico.
2. Se contará el botón manual tanto para los pistones como para el motor de posicionamiento con giros independientes (anti-horario, horario), los cuales servirán para colocarlos en la 1ra posición inicial del proceso.
3. Al llegar a la 1ra posición el sensor ubicado en la banda transportadora con sistema mecánico empezara con el conteo, de los 13 pollos que serán depositados en cada contenedor de la jaula.
4. Cuando el sensor detecte el último pollo el motor de la banda tipo túnel y la banda transportadora con sistema mecánico, se detendrán y el motor de posicionamiento girará

- con sentido anti-horario hasta llegar a la segunda posición lo cual tardará 2s en el traslado.
5. Al llegar a la segunda posición el sensor empezará el conteo de los 13 pollos y al detectar el último pollo el motor de la banda tipo túnel y la banda transportadora con sistema mecánico se detendrán y el motor de posicionamiento girará en el sentido contrario al reloj, hasta llegar a la tercera posición, lo cual tardará 2s, en el traslado.
 6. Al llegar a la 3ra posición el sensor empezará el conteo hasta llegar a los 13 pollos y al detectar el último pollo el motor de la banda tipo túnel y la banda transportadora con sistema mecánico se detendrán y los pistones de posicionamiento bajará hasta llegar a la 4ta posición lo cual debe tardar 2s. en el traslado.
 7. Al llegar a la 4ta posición el sensor empezará el conteo hasta llegar a los 13 pollos y al detectar el último pollo, el motor de la banda tipo túnel y la banda transportadora con sistema mecánico se detendrán y el motor de posicionamiento girará con sentido de las manecillas del reloj hasta llegar a la 5ta posición lo cual debe tardar 2 s. en el traslado.
 8. Al llegar a la 5ta posición el sensor empezará el conteo hasta llegar a los 13 pollos y al detectar el último pollo el motor de la banda tipo túnel y la banda transportadora con sistema mecánico se detendrán y el motor de posicionamiento girará con sentido horario hasta llegar a la 6ta posición lo cual debe tardar 2s. en el traslado.
 9. Al llegar a la 6ta posición el sensor empezara el conteo hasta llegar a los 13 pollos y al detectar el ultimo pollo el motor de la banda tipo túnel y la banda transportadora con sistema mecánico se detendrán y los pistones de posicionamiento bajara hasta llegar a la 7ma posición lo cual debe tardar 2s. en el traslado.
 10. Se realizará el mismo procedimiento desde el paso 4 hasta el paso 9 en las siguientes posiciones hasta llegar a la 15ta posición.
 11. Al llegar a la 15ta posición, empezará el conteo, y al detectar el último pollo se detendrá los motor de la banda tipo túnel y la banda transportadora con sistema mecánico y presionaremos los botones manuales tanto de los pistones y del motor de Posicionamiento con el sentido contrario al giro del reloj para colocarlo en inicio y empezará con el llenado de la siguiente jaula.

Resultados

La empresa Inprome, S.A. de C.V. propone la realización de este proyecto que contribuirá directamente en reducir los tiempos de transporte, eliminando los movimientos innecesarios, aumentando la movilidad en cada contenedor y aumentar la producción además de reducir el maltrato de pollos por el mal manejo.

De igual manera se pretende que el proyecto se convierta en un camino para plantear futuros proyectos, estudios y posibles soluciones a problemas comunes en el transporte de materiales en casos como los siguientes:

- Aplicaciones donde sea indispensable o preferible que el material transportado no haga contacto con la banda o máquina de transporte.
- Transporte de carga a grandes distancias con requerimientos de grandes velocidades.
- Transporte de materiales donde se requiera la manipulación de la velocidad y de la posición del material.

Conclusiones

Con el diseño de este sistema, de una banda transportadora incluyendo su control de velocidad, se busca facilitar el llenado de los contenedores cuando los pollos son transportados directamente, permitiendo que sean llenados de una forma fácil y rápida, sin dañar el producto. Utilizando la tecnología se realizó el diseño de forma total de la banda transportadora para aves aplicando: el sistema hidráulico, implementación de motores, la banda transportadora, control

de velocidad del motor para generar su movimiento, es decir se entregará el diseño de la banda y del control de velocidad, el software de diseño asistido por computadora, circuito de control y potencia.

Una característica de esta forma de diseño es la facilidad de interpretar los cálculos y la elección de los tipos de materiales más eficientes para la implementación de una banda transportadora y su sistema de control de velocidad.

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 2016. 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 bibliográficas

- Acerinox. (2013). *Manual ACX 120 Acero Inoxidable ausentico* . Obtenido de <http://www.acerinox.com/es/productos/tipos-de-acero/tsacxtipoacero/EN-1.4301---AISI-304/>.
- Solidworks. (2014). *CAD Solutions*. Obtenido de <http://www.solidworks.es/>
- Festo. (2014). *Manual FluidSIM5. Festo Didactic*, 20-668. Obtenido de www.fluidsim.de
- Habasit. (2010). *Cinta Transportadoras con estructuras de tejido*. Guia de Ingenieria, 47-64. Recuperado de <http://www.habasit.com/es/bandas-transportadoras.htm>.
- Hugo, B. (1989). *Memorias Curso de oleo hidraulica*. Medellin: Limusa.
- Reductores y Articulos para la Industria. S. A de C. V. (2010). *Catalogo reductores de velocidad*. Mexico: RAISA, 6-75. Obtenido de <http://www.raisaslp.com.mx/reductores.html>, el 11 de marzo de 2010
- Pirelly, W. (1992). *Manual de fabricación de bandas y rodillos transportadores*. Madrid, España: McGraw Hill.

Estructura y diseño para una batería recargable con aplicaciones de grafeno para vehículos eléctricos.

*José Antonio Paredes Castañeda.¹
Iniria Guevara Ramírez.²
Iván Araoz Baltazar.³
Juan Manuel Corichi Reyes.⁴
Alfredo Lezama Alcázar.⁵

Ingeniería y Tecnología.

Resumen

Las propiedades estructurales de la batería de iones de litio, determinan la energía y la carga específica un vehículo eléctrico, se ha atraído muchas investigaciones, porque se cree, estas serán las sucesoras del combustible actual. Innovaciones e investigaciones en el sistema de la batería, depende de las propiedades de la estructura, de las cuales las **estructuras de grafeno** y su porcentaje de concentración, se hacen cada vez más posible. A medida que el rendimiento de la estructura se relaciona estrechamente con el rendimiento de la batería y el avance de las tecnologías de baterías, el presente documento, basado en el trabajo de investigación de laboratorio, habla sobre el diseño modelado del sistema de energía y analiza la evolución de las baterías de litio para proporcionar conocimientos científicos y para el desarrollo de baterías con aplicaciones de **grafeno** para hacer más eficientes vehículos de energía renovable.

El grafeno es un material que se obtiene a partir del grafito. Se descubrió en 1930 pero se dejó de trabajar con él por su inestabilidad. Ahora se encuentra en ladrillos o en las minas de los lápices. En 2004, los científicos rusos Novoselov y Geim consiguieron aislarlo a temperatura ambiente, un descubrimiento que les valió el Premio Nobel en 2010.

La revisión muestra que los modelos de grafeno, con sus correspondientes sistemas de energía, mejoran significativamente el rendimiento de las baterías de litio, lo que apoya al kilometraje y el servicio de vida, mientras que proporciona nuevas ideas para el diseño de vehículos de energía eléctrica. En comparación con otras baterías automotrices, las baterías de iones de litio son ventajosas para abordar las necesidades planteadas por los vehículos eléctricos modernos y sus necesidades, tales como, el extenso kilometraje, la carga de gran intensidad y la seguridad. Por lo tanto, las baterías de litio son confiables y viables para el despliegue de los vehículos eléctricos y con ayuda del grafeno, potencializaremos estas cualidades y lograremos en un futuro deshacernos del uso los combustibles fósiles que tanto contaminan.

- ¹ Ingeniero en Mecatrónica con Maestría en Desarrollo sustentable en la industria Automotriz. Docente e investigador de la Universidad Tecnológica de Tehuacán. antonio.paredes@uttehuacan.edu.mx
- ² Maestra en Ciencias en Ingeniería Industrial. Docente de Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Tehuacán. iniriag@hotmail.com
- ³ Maestro en Ciencias en Ingeniería Industrial. Docente de Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Tehuacán. araoz25@hotmail.com
- ⁴ Maestro en Administración y docente de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Tehuacán. jmcorichi@yahoo.com.mx
- ⁵ Alumno de la carrera de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Tehuacán. alfredolezamaotmail.com

Introducción

El total del petróleo en el mundo entero se prevé que llegará a 1500 toneladas por año en 2030, formando una notable contradicción entre el mercado y la demanda. Los vehículos con energías renovables son productos estratégicos, para ayudar a resolver los problemas de emisiones. Si el 30% de todos los vehículos fueran transformados a uso de energía renovable, en todo el mundo se guardaría el 22% de toda la demanda de combustibles. La atención de los vehículos eléctricos se centra en las baterías, (que representan aproximadamente la mitad del costo total) que se requiere para poseer altas densidades de energía y potencia con capacidad de carga rápida a bajo costo y larga vida útil. La densidad de energía permite un kilometraje más largo mientras que el poder de la densidad, afecta el rendimiento de aceleración y el precio monetario de los vehículos.

Para asegurar la eficiencia de conversión de energía, la batería necesita ser cargada y descargada con frecuencia, dando lugar a alteraciones específicas tanto en voltaje y corriente. Pero todo vehículo de energía eléctrica requiere baterías para mantener la densidad de potencia, eficiencia de carga, y la estabilidad.

Como las baterías tradicionales no pueden proporcionar densidad de energía adecuada y la densidad de potencia, más y más vehículos están utilizando baterías de litio, debido a su alta tensión de trabajo (3 veces mayor a la batería tradicional) y su alta densidad de energía (hasta 165 Wh / kg, 5 veces de mayor a la batería tradicional).

Conocida como " la batería verde " la batería de litio es capaz de permanecer estable en la sobrecarga, con tasa de capacidad de retención superior al 93 % después de 1500 ciclos, la esperanza de vida de 5-7 años, y la tasa mensual de auto-descarga de menos de 5 %.

La batería de grafeno consistiría de dos electrodos y un separador, los cuales tienen un impacto significativo en el rendimiento. Basado en la técnica e indicadores económicos, las baterías de iones de litio- grafeno son la elección primaria para vehículos de energía renovable y juegan un papel clave en la seguridad nacional y en seguridad energética.

Planteamiento del Problema.

El uso de gasolina como fuente principal de energía de los automóviles representa el 34% de la contaminación ambiental, repercutiendo en cambio climático, daños para la salud, además de no ser una fuente de energía renovable y un costo económico elevado, por lo que el propósito del presente trabajo es el estudio y modificación de los automóviles de combustión interna a eléctricos mostrando su eficiencia y viabilidad así como de reciclar vehículos para minorar la contaminación de chatarra.

El uso de energías renovables y limpias como fuente principal para el impulso de automóviles, se vuelve una opción viable ante el consumo de combustibles fósiles.

El proyecto consta de dos etapas, la primera en la que se debe definir los parámetros de funcionamiento del carro eléctrico para demostrar la viabilidad económica y ambiental; la segunda, el desarrollo del prototipo en donde se debe elaborar y adaptar los dispositivos de generación de energía para su uso aquí entraría la batería de litio grafeno con todas sus propiedades.

Objetivo.

Realizar el estudio necesario para la fabricación de una batería de litio con aplicaciones de grafeno para aumentar la autonomía de automóviles eléctricos, aumentando la duración de carga y reducir tiempo de descarga, con la suficiente energía para optimizar la potencia de cualquier automóvil.

Preguntas de investigación.

¿Cómo es el grafeno?

¿Qué características tiene el grafeno para fomentar su uso?

¿Cuáles son los precios actuales de vehículos eléctricos en el mercado?

Marco Teórico

El grafeno es una sustancia formada por carbono puro, con átomos dispuestos en patrón regular hexagonal, similar al grafito, pero en una hoja de un átomo de espesor. Se considera 100 veces más fuerte que el acero y su densidad es aproximadamente la misma que la de la fibra de carbono, y es aproximadamente cinco veces más ligero que el aluminio, una lámina de 1 metro cuadrado pesa tan solo 0,77 miligramos.

El Premio Nobel de Física de 2010 se les otorgó a los científicos Andréy Gueim y Konstantín Novosiólov por sus revolucionarios descubrimientos acerca de este

material.

El nombre proviene de intercambio –en el vocablo grafito– de sufijos: «ito» por «eno»: propio de los carbonos con enlaces dobles. En realidad, la estructura del grafito puede considerarse una pila de gran cantidad de láminas de grafeno superpuestas.

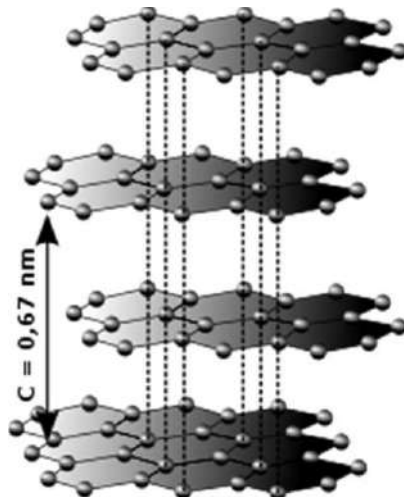


Ilustración 1 Estructura cristalina del grafito

En el grafeno la longitud de los enlaces carbono-carbono es de aproximadamente 142 pm (picómetros). Es el componente estructural básico de todos los demás elementos gráfiticos, incluidos el propio grafito, los nanotubos de carbono.

A esta estructura también se le puede considerar una molécula aromática extremadamente extensa en las dos direcciones espaciales. Es decir, sería el caso límite de una familia de moléculas planas de hidrocarburos aromáticos policíclicos denominada grafenos.

Entre las propiedades destacadas de este material se incluyen:

- Es extremadamente duro: 100 veces más resistente que una hipotética lámina de acero del mismo espesor.

- Es muy flexible y elástico.
- Es transparente.
- Autoenfriamiento (según algunos científicos de la Universidad de Illinois).
- Conductividad térmica y eléctrica altas.
- Hace reacción química con otras sustancias para producir compuestos de diferentes propiedades. Esto lo dota de gran potencial de desarrollo.
- Sirve de soporte de radiación ionizante.
- Tiene gran ligereza, como la fibra de carbono, pero más flexible.
- Menor efecto Joule: se calienta menos al conducir los electrones.
- Para una misma tarea que el silicio, tiene un menor consumo de electricidad.
- Genera electricidad al ser alcanzado por la luz.
- Razón superficie/volumen muy alta que le otorga un buen futuro en el mercado de los supercondensadores.
- Se puede dopar introduciendo impurezas para cambiar su comportamiento primigenio de manera que, por ejemplo, no repela el agua o que incluso cobre mayor conductividad.
- Se autorrepara; cuando una lámina de grafeno sufre daño y se quiebra su estructura, se genera un 'agujero' que 'atrae' átomos de carbono vecinos para así tapar los huecos.
- En su forma óxida absorbe residuos radiactivos.

El grafeno es de los materiales más duros y fuertes existentes, incluso supera la dureza del diamante y es doscientas veces más resistente que el acero. Es altamente rígido, de hecho, tiene un módulo de Young de 1 TPa. Por lo tanto soporta grandes fuerzas sin apenas deformarse. Se trata de un material ligero con una densidad de tan solo 0,77 miligramos por metro cuadrado (densidad indicada en unidades de superficie como causa de su estructura laminar). También cabe destacar que soporta grandes fuerzas de flexión, es decir, se puede doblar sin que se rompa. Para hacerse una idea de la capacidad de estas propiedades mecánicas, el premio Nobel hizo una comparación con una hamaca de grafeno de un metro cuadrado de superficie y un solo átomo de

espesor. Esta hamaca de grafeno podría soportar hasta 4 kg antes de romperse (equivalente al peso de un gato). En total esta hamaca pesaría lo mismo que uno de los pelos del bigote del gato, menos de un miligramo.

Quizás uno de los descubrimientos más emocionantes es el relacionado al campo de los acumuladores eléctricos, donde hoy en día la tecnología permite dispositivos que funcionan durante pocas horas hasta requerir de una carga eléctrica que puede durar otras varias horas, degradando la experiencia de uso en teléfonos móviles, tabletas y computadoras portátiles.

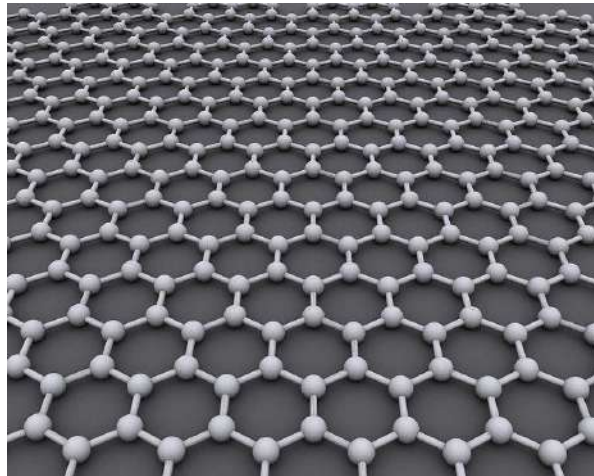


Ilustración 2 Estructura atómica del grafeno

Metodología

Hablaremos sobre el diseño, su modelo de estructura y el sistema de energía para analizar la evolución de las baterías de litio para proporcionar conocimientos científicos y consejos técnicos para el desarrollo de vehículos de energía renovable. La revisión muestra que los modelos de aplicación de grafeno, con sus correspondientes sistemas de energía, mejoran significativamente el rendimiento de las baterías de litio, lo que apoya mejorar el kilometraje y el ciclo de vida, mientras que proporciona nuevas ideas para el diseño de vehículos de energía renovables.

ACIDO		CARACTERÍSTICAS DE DIFERENTES ACUMULADORES						
Tipos de Acumuladores		DENSIDAD ENERGÉTICA	EFICIENCIA	PERIODO DE RECARGA	VOLTAJE	CORRIENTE MÁXIMA	CAPACIDAD DE RESERVA	ESQUEMA
		40 Wh/kg	82.50%	entre 8 y 10 horas	12.8Volts	25 Amp	175 min	
		50 Wh/kg	72.50%	Entre 10y 12horas	12.8Volts	35 Amp	14hrs	
		120 Wh/kg	90%	Entre 60 y 120 min	12.8Volts	30 A amp	500 min	
		200 Wh/kg	90%	Entre 2 y 3 hrs	12.8Volts	25 Amp	35hrs	
		60 Wh/kg	85.00%	entre 2 y 4horas	12.8Volts	25 Amp	180 min	
		525 Wh/kg	98%	Entre 8 y 20min	12.8Volts	60 Amp	550 min	

Ilustración 3 Tabla de comparación según características funcionales de diferentes tipos de batería.

En comparación con otras baterías de energía, las baterías de iones de litio son ventajosas para abordar las necesidades planteadas por los vehículos eléctricos de baterías, tales como, el kilometraje de largo, la carga de gran intensidad, y la seguridad. Por lo tanto, las baterías de litio son confiables y viables para el despliegue de los vehículos eléctricos de batería.

Como una de las tecnologías más intensamente investigadas en el campo de almacenamiento de energía electroquímica, las baterías de litio-azufre (Li-S) se han

observado mejoras rápidas en sus propiedades en los últimos años. Recientes trabajos experimentales dieron cuenta de la capacidad específica teórica de 1,672 mAh g⁻¹ utilizando elementales hexagonales S₆ como el material de cátodo.

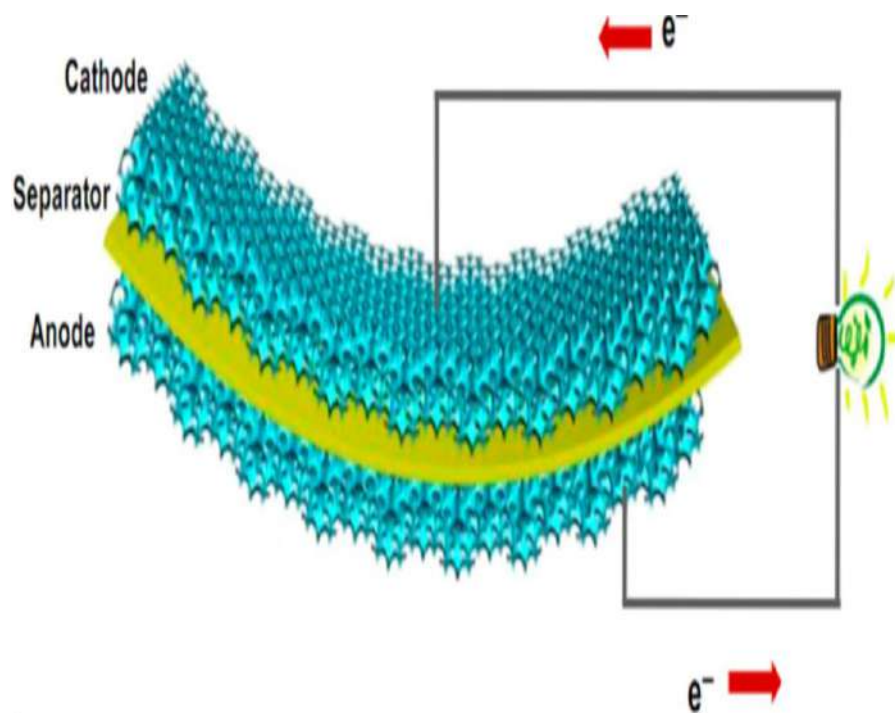


Ilustración 4 Modelo de estructura de la película flexible y sistema de diseño de energía.

Trabajos previos han demostrado que, debido a la naturaleza de aislamiento inherente de azufre elemental y los Li_2S de productos de reducción, existe un equilibrio entre el rendimiento de la tasa de densidad de energía.

Baterías eléctricas portátiles de Li-S han alcanzado altas densidades de energía en el rango de 350-450 kg^{-1} Wh. Aunque la estabilidad de ciclos de ánodos Li sigue siendo un problema importante para abordar, el rendimiento del estado de la técnica debería, en principio, permitir aplicaciones requieren particularmente largos tiempos de ciclos.



Ilustración 5 Baterías de litio a las cuales se les implementará grafeno en su cátodo, para volverlas hasta 70% más eficientes.

Estructuras de cátodo de coacción basada en nanomateriales de carbono que se pueden montar directamente en las células sin necesidad de utilizar un colector de corriente de metal o de pasta de carbono como un agente de conducción han informado en una gama de otros trabajos. Los nuevos beneficios de cátodo de un enfoque de diseño integral, dando un cátodo con altas densidades de energía, tiempos de vida de ciclo largo, y excelentes actuaciones de tasas.

Debido a que no se necesita de carbono conductor, sin aglutinante, ni colector de corriente de metal para el cátodo de película delgada independiente, el electrodo compuesto tiene una alta carga de azufre efectivo, 48% de contenido de azufre en toda la estructura del cátodo. Esta carga efectiva es mucho mayor que en S / compuestos cátodos basados material activo típico C.

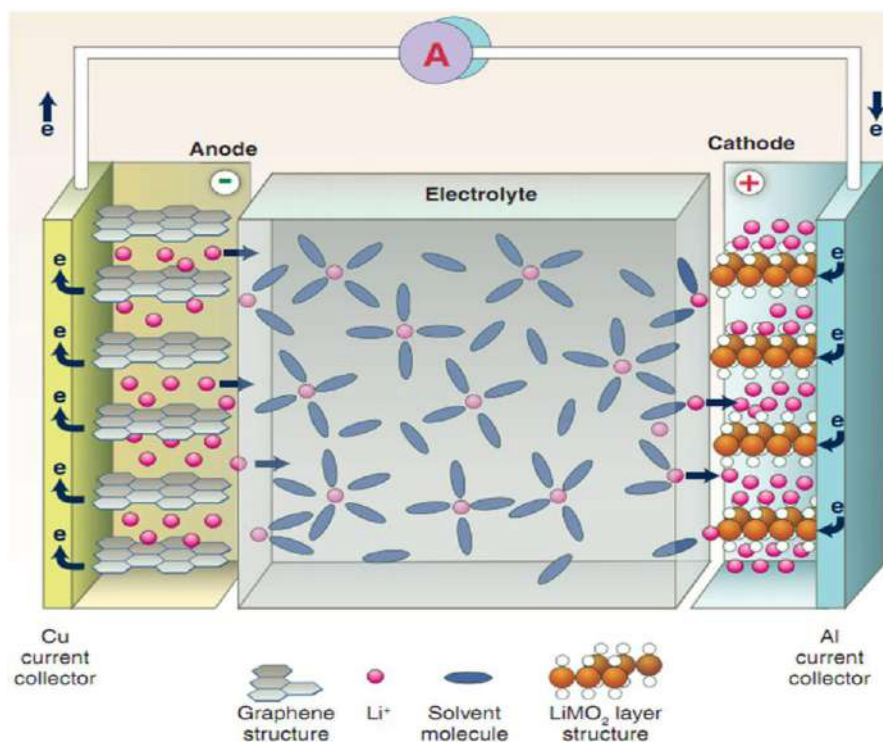


Ilustración 6 Estructura del modelo y sistema de diseño de energía de la batería de iones de litio de grafeno.

Creemos que el enfoque de diseño holístico dirigido no sólo la capacidad específica y ciclo de vida, sino también calificamos desempeño es un paso esencial para la aplicación práctica de la tecnología Li-S.

Resultados

Para el estudio de obtención del grafeno se requirió de un equipo especializado de laboratorio este lo encontramos únicamente en el laboratorio de semiconductores en la facultad de electrónica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Existen varios métodos para la obtención de este material y a continuación los mencionamos.

El grafeno en sí es un material muy fácil de encontrar, tanto es así, que incluso de las minas de los lápices se puede obtener.

El problema que se tiene es que para poder aprovechar las virtudes de este material al máximo, éste, debe ser lo más puro posible, y en las minas de los lápices, se han encontrado minerales varios que se mezclan con el grafeno, lo que disminuye bastante su pureza.

El método más normal y casero, es éste, usando celo, y pegando el grafito a este durante varias veces, hasta conseguir una capa.

Para poder obtenerlo con mayor pureza y mediante método casero, para generar pequeñas cantidades, se suele usar una piedra de grafito, y realizando el mismo proceso que con una mina de un lápiz. Ahora la mayor dificultad es producirlo a gran escala, para la empresa y su estudio.

Para un obtención de grafeno lamina se usa un reactor CVD donde se introduce un gas con carbono, entonces, aplicando una cantidad de energía se depositan los átomos de carbono sobre un substrato metálico, donde posteriormente se transfieren las láminas de grafeno al substrato final que dependerá del uso que se le quiera dar al grafeno (vidrio, silicio,...).

Este proceso se realizó en un periodo de dos meses de experimentación en las instalaciones de la Buap. Con ayuda de doctores de la facultad de Electrónica y un servidor.

Nota: el CVD (Chemical Vapor Deposition) utiliza gas metano que se transforma mediante deposición química en fase vapor, en moléculas de carbono, oxígeno e hidrógeno.

Los métodos existentes para la fabricación de grafeno requieren un equipo costoso, especializado y con complejos procedimientos de fabricación, como expliqué en el caso anterior. En el nuevo método propuesto, la máquina más compleja para producir láminas de grafeno es un limpiador ultrasónico, un equipo común en muchos laboratorios.

Según explican los científicos, a nivel molecular, el grafito se asemeja a un sándwich compuesto de muchos estratos de grafeno. Estos estratos son difícilmente separables. Para debilitar las interacciones entre ellos, oxidaron el grafito. El polvo obtenido de este modo - óxido de grafito - se suspendió en agua posteriormente y se colocó en un limpiador ultrasónico. Los ultrasonidos separaron las láminas oxidadas de grafeno unas de otras y se obtuvieron escamas de óxido de grafeno con un espesor de aproximadamente 300 nanómetros.

Los investigadores tuvieron que superar algunas dificultades, como la presencia de oxígeno en los compuestos, que cambiaba las propiedades físico-químicas del material de conductor a aislante.

El grafeno en polvo se utiliza en aplicaciones que requieren un material más barato, como material para la construcción. Lo más frecuente es mezclarlo con otros materiales. El proceso de producción de grafeno en polvo básicamente parte del grafito como materia prima y consiste en realizar una oxidación y un proceso de ultrasonificación para separar las pequeñas láminas de grafeno que componen el grafito. (Explicado en el apartado anterior.) Sus propiedades no son tan buenas como el grafeno en lámina y conduce peor la electricidad.

Este nuevo material es fabricado colocando y moviendo moléculas de óxido de carbono sobre una superficie de cobre, y aunque es más costoso de producir, permite manipular las propiedades del grafeno con mayor precisión, ya que éste cuenta con mayor pureza que la que se obtiene en el grafeno original.



Ilustración 7 Obtención de grafeno mediante el método de CVT.

Conclusiones.

Los resultados demuestran que el grafeno es un elemento superconductor, que tiene una eficiencia absoluta y no pierde energía con respecto al efecto Joule.

Gracias a esto los estudios que se le han realizado no dan una imagen clara de que el superconductor a base de grafeno, se puede implantar en la parte del cátodo de una batería de litio, haciendo que esta aumente su capacidad de almacenamiento y frene su descarga.

El principal problema al que nos enfrentaremos en posibles investigaciones será la falta de equipo industrial para la generación de grafeno en mayor cantidad. El costo de producirlo es excesivo ahora, pero teniendo el método asegurado, el grafeno será un componente de fácil obtención ya que el Carbono que es su principal fuente,

Recomendaciones

Los investigadores interesados en continuar esta investigación podrían concentrarse enfocarse a métodos de impresión del grafeno a metales con cargas positivas, para hacer la siguientes pruebas que serán los tiempo de carga y descarga que esta cátodo introducido en una batería mejorara considerablemente la función del dispositivo.

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 2016. 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] Jain PK, Huang X, El-Sayed IH, El-Sayed MA. Noble metals on the nanoscale: optical and photothermal properties and some applications in imaging, sensing, biology, and medicine. *Accounts Chem. Res.* 41 (2008), 1578-1586.
- [2] Campelo JM, Luna D, Luque R, Marinas JM, Romero AA. Sustainable preparation of supported metal nanoparticles and their applications in catalysis. *ChemSusChem* 2 (2009), 18-45.
- [3] Sau TK, Rogach AL. Nonspherical noble metal nanoparticles: colloid-chemical *Artículo VI* 238 synthesis and morphology control. *Adv. Mater.* 22 (2010), 1781-1804.
- [4] Sau TK, Rogach AL, Jäckel F, Klar TA, Feldmann J. Properties and applications of colloidal nonspherical noble metal nanoparticles. *Adv. Mater.* 22 (2010), 1805-1825.
- [6] F. Bonaccorso , Z. Sun , T. Hasan , A. C. Ferrari , *Nat. Photon.* **2010** , 4 , 611 .
- [7] M. Razeghi , A. Rogalski , *J. Appl. Phys.* **1996** , 79 , 7433 .
- [8] S. A. McDonald , G. Konstantatos , S. Zhang , P. W. Cyr , E. J. D. Klem , L. Levina , E. H. Sargent , *Nat. Mater.* **2005** , 4 , 138 .
- [9] L. Vicarelli , M. S. Vitiello , D. Coquillat , A. Lombardo , A. C. Ferrari , W. Knap , M. Polini , V. Pellegrini , A. Tredicucci , *Nat. Mater.* **2012** , 11 , 865 .
- [10] R. W. Boyd , *Radiometry and the Detection of Optical Radiation* , John Wiley & Sons , Hoboken **1983** .
- [11] S. M. Sze , *Physics of Semiconductor Devices* , 2nd Edition , Wiley , New York **1981** .
- [12] G. Konstantatos , E. H. Sargent , *Nat. Nanotechnol.* **2010** , 5 , 391 .
- [13] T. Mueller , F. Xia , P. Avouris , *Nat. Photon.* **2010** , 4 , 297 .
- [14] S. M. Mok , F. Yan , H. L. W. Chan , *Appl. Phys. Lett.* **2008** , 93 , 023310.
- [15] Z. Sun , J. Li , C. Liu , S. Yang , F. Yan , *Adv. Mater.* **2011** , 23 , 3648 .
- [16] F. Yan , J. Li , S. M. Mok , *J. Appl. Phys.* **2009** , 106 , 074501 .
- [17] Guest Editorial. Nomenclature of sp² carbon nanoforms. *Carbon* **2012**, 50,741–747.
- [18] Wan, X.; Huang, Y.; Chen, Y. Focusing on energy and optoelectronic applications: A

journey for graphene and graphene oxide at large scale. *Acc. Chem. Res.* **2012**, *45*, 598–607.

[19] Compton, O.C.; Nguyen, S.T. Graphene oxide, highly reduced graphene oxide, and graphene:

Versatile building blocks for carbon-based materials. *Small* **2010**, *6*, 711–723.

ESTRUCTURACIÓN DE UN CONTROL PARA UN SISTEMA DIDÁCTICO AUTOMATIZADO DE BOMBEO PARA EL ANÁLISIS DE FLUIDOS

Manuel Abdiel Mora Rodríguez¹
Raúl Contreras Flemate²
M. E. María de Jesús Oregán Silva³
M. C. Juan Carlos Vásquez Jiménez⁴
M.E. Ramón Matías López⁵

Ingeniería y Tecnología

Resumen

El estudiante de ingeniería mecatrónica requiere que durante su formación profesional se esté adquiriendo las competencias para tener un mejor desempeño en el campo laboral, por lo que es necesario que desarrolle prácticas con sistemas industriales que lo ayuden a adquirir la práctica junto con el conocimiento, por tal motivo se ideó la forma de desarrollar un prototipo didáctico para realizar prácticas en el área de la física con respecto a la térmica y el análisis de fluido. El prototipo es un ahorrador de la energía eléctrica, ya que utiliza motores pequeños, también utiliza una mínima cantidad de agua para su operación, logrando reutilizarla. También se aplicó la automatización al sistema ya que contiene sensores para un manejo adecuado de la energía eléctrica y el manejo del agua. Su propósito fundamental de su desarrollo va desde el pensamiento autocrítico y la solución de posibles problemas en la vida cotidiana hasta la elaboración de un minucioso sistema de análisis, la conformación e integración de cada parte, pasando desde la investigación, el diseño, la utilización de programas y la nueva obtención del conocimiento que se obtiene bajo experiencias ajenas a la Institución; encaminado a la meta que es el equipo de automatización.

Palabras clave: Control automatizado, Sistema de bombeo, Fluidos.

Introducción

En el Instituto Tecnológico de Tehuacán se imparte la carrera de ingeniería mecatrónica considerando en esta carrera varias áreas que el estudiante tiene que dominar y alcanzar el conocimiento y la práctica tales como: la electrónica, eléctrica, sistemas computacionales, mecánica, sistemas automatizados, etc.

Por lo que es necesario que el futuro Ingeniero Mecatrónico cuente con prácticas utilizando equipo automatizado y que pueda proyectarse al campo laboral adquiriendo la práctica y conocimiento, para la solución de problemas reales.

Por lo que se tuvo la oportunidad de desarrollar un proyecto para el manejo de fluidos y de sustancias térmica, esto es para acelerar el proceso de verificación, estudio y desarrollo de estrategias en el manejo de sustancias. Los resultados se obtendrán mediante hojas, tablas y calculadora, aunado a no conocer cada sustancia físicamente, le será ahora más sencillo obtener un resultado correcto del estudio, al mismo tiempo que es llevado a la práctica.

¹ Estudiante de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán mora_yo_88@hotmail.com

² Estudiante de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán raul_c_flemate@hotmail.com.

³ Maestra en Educación. Docente de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica en el Departamento de Metal – Mecánica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, maoregansilva@hotmail.com

⁴ Candidato al Grado de Doctor en Sistemas Integrados de Manufactura y Estrategias de Calidad y Maestro en Ciencias en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional, Docente de la Maestría en Ingeniería Industrial en la División de Estudios de Posgrado e Investigación y de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica en el Departamento de Metal Mecánica de del Instituto Tecnológico de Tehuacán, jcvazquez@hotmail.com.

⁵ Maestro en Educación y Docente de la Maestría en Administración en la División de Estudios de Posgrado del Instituto Tecnológico de Tehuacán, matiaslopez@hotmail.com.

La idea fundamental de realizar este proyecto fue en base a las asignaturas de Análisis de Fluidos, y valores que se originen durante su operación, con la finalidad de que el estudiante obtenga

Esto es, se pueden analizar diversas cantidades de sustancias en un ambiente seguro, bajo ambientes distintos y sin gastar un solo centavo en el estudio de fluidos. Se pueden obtener los datos del estudio de manera fácil y entendible para el usuario ya que contará con un sistema de comparación, obtención de datos e interpretación de los mismos.

La información obtenida son temperaturas, flujos másicos, viscosidades, velocidad, densidad; temperatura, etc., solamente apretando un botón y el resultado podrá ser mostrado mediante una pantalla que traducirá cada fenómeno y dará a conocer la información de lo que sucede físicamente con el fluido analizado.

Planteamiento del problema.

El sistema educativo a nivel superior tiene que contar con equipo didáctico que contribuya a que los estudiantes adquieran los conocimientos en el área de la física. Por lo que se ha detectado que normalmente en los laboratorios casi no existen equipos automatizados para realizar prácticas.

Una de las asignaturas que requieren reforzarse para su manejo adecuado es la asignatura de física, en la que se pueden manejar variables como: la distancia, la viscosidad, la masa, la temperatura, el flujo másico, el tiempo de operación, la velocidad, etc.

Con este tipo de sistemas el futuro ingeniero mecatrónico podrá interactuar con fluidos líquidos, calculando inclusive la potencia de la bomba a utilizar en el sistema, la energía cinética y potencial y la entropía, proyectándose de esta manera la experiencia adicional de conocimiento y sea de mayor aplicación al trabajo.

Objetivos

Objetivo General:

Estructurar un control de un sistema didáctico automatizado de bombeo para el análisis de fluidos, para estudiar las variables físicas que se presentan en los fluidos al ser transportados en una tubería.

Objetivos Específicos:

- Analizar el sistema de bombeo para detectar las necesidades.
- Planear las estrategias para desarrollar el proyecto.
- Diseñar el sistema hidráulico.
- Seleccionar los materiales.
- Estructurar la tarjeta de circuito impreso.
- Realizar el programa de operación del sistema.
- Programar el sistema equipo de bombeo.

Marco Teórico

Fluidos

Un fluido es todo cuerpo que tiene la propiedad de fluir, y carece de rigidez y elasticidad, y en consecuencia cede inmediatamente a cualquier fuerzatendente a alterar su forma y

adoptando así la forma del recipiente que lo contiene. Los fluidos pueden ser líquidos o gases según la diferente intensidad de las fuerzas de cohesión existentes entre sus moléculas.

En los líquidos, las fuerzas intermoleculares permiten que las partículas se muevan libremente, aunque mantienen enlaces latentes que hacen que las sustancias en este estado presenten volumen constante o fijo. Cuando se vierte un líquido a un recipiente, el líquido ocupará el volumen parcial o igual al volumen del recipiente sin importar la forma de este último.

Los líquidos son incompresibles debido a que su volumen no disminuye al ejercerle fuerzas muy grandes. Otra de sus propiedades es que ejercen presión sobre los cuerpos sumergidos en ellos o sobre las paredes del recipiente que los contiene. Esta presión se llama presión hidrostática. (Venemedia, 2014)

Bomba Hidráulica

Una bomba hidráulica es una máquina generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada en energía del fluido incompresible que mueve. El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos como puede ser el hormigón antes de fraguar o la pasta de papel. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según el principio de Bernoulli. En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud.

Bombas

Cuando se selecciona el tipo o tamaño de bomba, se debe tener en cuenta que la bomba por sí sola debe ser capaz de abastecer la demanda máxima dentro de los rangos de presiones y caudales, existiendo siempre una bomba adicional para alternancia con la (o las) otra (s) y cubrir entre todas, por lo menos el 140% de la demanda máxima probable. Además, debe trabajar por lo menos contra una carga igual a la presión máxima del tanque.

Automatización

Cuando un proceso de automatización se realiza sin la intervención humana decimos que se trata de un proceso automatizado. La automatización permite la eliminación "total" o parcial de la intervención del hombre. Los automatismos son dispositivos de realizar tareas sin la intervención humana. Algunas maquinarias como las lavadoras tienen programadores y los órdenes que proporcionan se llaman programas. (*Automatización, 1998*).

Elementos componentes del sistema de control

Microprocesador

El microprocesador (o simplemente procesador) es el circuito integrado central y más complejo de un sistema informático; a modo de ilustración, se le suele llamar por analogía el «cerebro» de un computador. Es un circuito integrado conformado por millones de componentes electrónicos. Constituye la unidad central de procesamiento (CPU) de un PC catalogado como microcomputador.

Es el encargado de ejecutar los programas; desde el sistema operativo hasta las aplicaciones de usuario; sólo ejecuta instrucciones programadas en lenguaje de bajo nivel, realizando operaciones aritméticas y lógicas simples, tales como sumar, restar, multiplicar, dividir, las lógicas y accesos a memoria.

Esta unidad central de procesamiento está constituida, esencialmente, por registros, una unidad de control, una unidad aritmética lógica (ALU) y una unidad de cálculo en coma flotante (conocida antiguamente como co-procesador matemático).

La medición del rendimiento de un microprocesador es una tarea compleja, dado que existen diferentes tipos de "cargas" que pueden ser procesadas con diferente efectividad por procesadores de la misma gama.(Wikimedia, Moprocesadores, 2016) co

Display

Llamado visualizador, *display* en inglés, a un dispositivo de ciertos aparatos electrónicos que permite mostrar información al usuario de manera visual. Un visualizador de una señal de video se lo llama más comúnmente pantalla; los dos ejemplos más comunes son el televisor y el Monitor de computadora. Un visualizador es un tipo de dispositivo de salida.(Wikimedia, 2016)

Fuente de alimentación

En electrónica, la fuente de alimentación o fuente de poder es el dispositivo que convierte la corriente alterna (CA), en una o varias corrientes continuas (CC), que alimentan los distintos circuitos del aparato electrónico al que se conecta (computadora, televisor, impresora, *router*, etc.). En inglés se conoce como *power supply unit* (PSU), que literalmente traducido significa: unidad de fuente de alimentación, refiriéndose a la fuente de energía eléctrica.

Las lineales tienen un diseño relativamente simple, que puede llegar a ser más complejo cuanto mayor es la corriente que deben suministrar, sin embargo, su regulación de tensión es poco eficiente. Una fuente conmutada, de la misma potencia que una lineal, será más pequeña y normalmente más eficiente, pero será más compleja y por tanto más susceptible a averías.(l., Wikipedia, 2016)

Sensor de temperatura LM35

El LM35 es un sensor de temperatura con una precisión calibrada de 1°C. Su rango de medición abarca desde -55 °C hasta 150 °C. La salida es lineal y cada grado Celsius equivale a 10 mV, por lo tanto:

$$\begin{aligned} 150^{\circ}\text{C} &= 1500 \text{ mV} \\ -55^{\circ}\text{C} &= -550 \text{ mV} \end{aligned}$$

El LM35 no requiere de circuitos adicionales para calibrarlo externamente. La baja impedancia de salida, su salida lineal y su precisa calibración hace posible que esté integrado sea instalado fácilmente en un circuito de control. Debido a su baja corriente de alimentación se produce un efecto de auto calentamiento muy reducido. Se encuentra en diferentes tipos de encapsulado, el más común es el TO-92, utilizada por transistores de baja potencia.(National, 2000)

Policloruro de Vinilo

El policloruro de vinilo (PVC) es un moderno, importante y conocido miembro de la familia de los termoplásticos. Es un polímero obtenido de dos materias primas naturales cloruro de sodio o sal común (ClNa) (57%) y petróleo o gas natural (43%), siendo por lo tanto menos dependiente de recursos no renovables que otros plásticos. (Textoscientifico.com, 2005)

Electroválvula sencilla

Las electroválvulas de tipo directo pueden ser cerradas en reposo o normalmente cerradas lo cual quiere decir que cuando falla la alimentación eléctrica quedan cerradas o bien pueden ser del tipo abiertas en reposo o normalmente abiertas que quedan abiertas cuando no

hay alimentación. Este tipo de válvulas se utilizan muy comúnmente en lavadoras, lavaplatos, riegos y otros usos similares. (Wikimedia, Electroválvula, 2014)

Motor de corriente continua

El motor de corriente continua (denominado también motor de corriente directa, motor CC o motor DC) es una máquina que convierte la energía eléctrica en mecánica, provocando un movimiento rotatorio, gracias a la acción que se genera del campo magnético.

Una máquina de corriente continua (generador o motor) se compone principalmente de dos partes. El estator da soporte mecánico al aparato y contiene los devanados principales de la máquina, conocidos también con el nombre de polos, que pueden ser de imanes permanentes o devanados con hilo de cobre sobre un núcleo de hierro. El rotor es generalmente de forma cilíndrica, también devanado y con núcleo, alimentado con corriente directa mediante escobillas fijas (conocidas también como carbones).

Sensor

Un sensor es un objeto capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser, por ejemplo: intensidad lumínica, temperatura, distancia, aceleración, inclinación, presión, desplazamiento, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc. Los sensores pueden estar conectados a un computador para obtener ventajas como son el acceso a la toma de valores desde el sensor, una base de datos, etc. (I., Wikipedia, 2016)

Resistencia eléctrica

La resistencia eléctrica de un objeto es una medida de su oposición al paso de corriente. Descubierta por Georg Ohm en 1827, la resistencia eléctrica tiene un parecido conceptual a la fricción en la física mecánica. La unidad de la resistencia en el Sistema Internacional de Unidades es el ohmio (Ω). Para su medición en la práctica existen diversos métodos, entre los que se encuentra el uso de un ohmímetro. Además, su cantidad recíproca es la conductancia, medida en Siemens. (Luis, 1987)

Sensor de fuerza o celda de carga

La celda de carga es una estructura diseñada para soportar cargas de compresión, tensión y flexión, en cuyo interior se encuentra uno o varios sensores de deformación llamados *StrainGages* que detectan los valores de deformación.

La celda de carga digital produce esta deformación mediante circuitos *Wheatstone*, que actúan en las bases de la máquina o sistemas de pesaje para encontrar reacciones, una vez obtenida la resistencia, se produce la transducción y se puede obtener el valor que la máquina resiste. (Moisés, 1995)

Módulo Conversor Analógico/Digital Con HX711

El módulo se basa en el integrado HX711, es sencillo de usar, proporciona un excelente rendimiento, alta sensibilidad con una muy buena velocidad de medición, cuyo principio de funcionamiento es convertir los niveles de tensión medidos (variaciones) de la carga, a datos digitales. Este módulo se comunica con PC, microcontroladores o Arduino a través de la interfaz de comunicación TTL 232. Este dispositivo es ampliamente utilizado en la industria aeroespacial, mecánica, eléctrica, química, construcción, medicina y muchos otros campos,

donde se utiliza para medir la fuerza, presión, desplazamiento, presión, par, aceleración entre otros. (Mega, 2014)

Relevador

El relé (en francés, relais, “relevo”) o relevador es un dispositivo electromagnético. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Fue inventado por Joseph Henry en 1835.

Relés electromecánicos

Relés de tipo armadura: pese a ser los más antiguos siguen siendo los más utilizados en multitud de aplicaciones. Un electro imán provoca la basculación de una armadura al ser activado, cerrando o abriendo los contactos dependiendo de si es NA (normalmente abierto) o NC (normalmente cerrado). (Mariano, 2006)

Metodología

Estructurar la tarjeta de circuito impreso.

Lo que se realizó primeramente es el diseño por medio de software e incluso se podrá hacer físicamente, en primer lugar, para verificar un correcto orden, sin cruce de líneas que puedan ocasionar un corto circuito y en segundo lugar la colocación de dichos componentes de manera sistemática, que no ocupen más lugar del que se le puede asignar, porque si recordamos, la placa en la que queremos soldar todas estas piezas es de 10 cm por 10 cm.

Por lo que se procede a ordenar los componentes sobre una placa de pruebas, o bien, llamada *protoboard*; incluyendo los relevadores, transistores, clemas, diodos, resistores, pines hembra y cables que realizan la conexión de algunos componentes con otros.

El fin de este diseño se basa en la necesidad de accionar relevadores de manera automática, es decir, mediante pulsos eléctricos y que éstos a su vez manden la alimentación necesaria a cada elemento de potencia por así decirlo, es entonces que se utilizan los transistores 2N2222 ya que su trabajo es mandar permitir el flujo de corriente hacia el relevador, única y exclusivamente cuando al transistor se le ceba o se le mande la señal de activación, por ejemplo un *switch*, pero de forma eléctrica. Es muy conveniente utilizar un tipo de sistema en el que los componentes sean económicos, entendibles, y fáciles de manejar.

El programa que se utilizó, lleva intrínsecamente una opción que nos manda directamente al diseño de una placa para soldar, lo cual dicho sea de paso, nos facilita el trabajo de hacerlo manualmente o con dibujos sobre la placa; sin embargo, esto no quiere decir que el sistema haga toda la organización de las piezas y los cables que se utilicen, al contrario sólo nos pone los elementos y nos deja a nuestro criterio la forma en cómo queramos hacer nuestras líneas, ordenar cada componente para que quepan todos dentro de la placa.

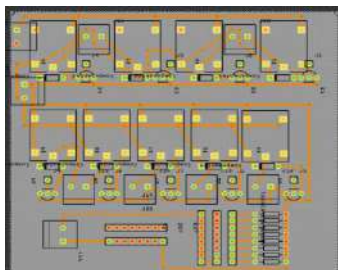


Figura 1 Tarjeta de circuito impreso

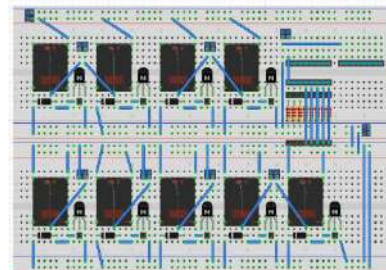


Figura 2. Tarjeta con organización componentes

Una vez terminado la organización de las componentes, las vías y la medición correcta del plano de trabajo, se procede a realizar la impresión de dicho diseño, para la elaboración física de la placa.

Cabe mencionar que, en algunos casos, es necesario realizar la serigrafía a mano ya que no se cuenta con el equipo adecuado de trabajo, o bien, el planchado para revelar las vías y los bornes de conexión.

Resultados

La plataforma de operación para la realización de todo el programa encargado de ejecutar las operaciones del proyecto, así también como el código realizado, utilizando Arduino. Cuenta con una amplia gama para realizar códigos de programación por medio del Lenguaje de programación C# o C++ el cual permite entender y realizar códigos de manera entendible, amigable y accesible a cualquier persona que tenga conocimientos en programación. El objetivo de realizar el código mediante esta plataforma, es que no necesita de mucha herramienta, sólo de librerías y de un buen uso de lógica sistemática. Esta plataforma permite almacenar la cantidad suficiente de información, así como sea capaz de procesarla un Arduino, además cuenta con diferentes tipos de microprocesadores, ya sean para trabajos sencillos o que no requieran de muchas operaciones, hasta microprocesadores de mayor amplitud, permitiendo controlar máquina de mayor alimentación, tamaño y funciones.

Una vez adquirido el código, recopilando las funciones que debe realizar, las posibles acciones que puedan surgir sin aviso previo y la anticipación a fallas es cuando almacenamos toda esta información en el banco de memoria dentro del procesador y se procede a hacer la conexión de todos los componentes, así como de las alimentaciones previas considerando los consumos de cada carga.

Se procede a conectar todo el trabajo hacia el panel de control, el cual sostendrá tanto el microprocesador, el visualizador, la placa de componentes encargados del trabajo de potencia y el teclado matricial, a fin de realizar las últimas pruebas para recabar toda la información entregada por el sistema y de esta forma realizar las conclusiones, comparaciones y resultados que se esperan del equipo.



Figura 3. Panel de control con las vías de circulación de los fluidos.

Como se menciona en la figura 3 donde se cuenta con las vías de circulación de los fluidos, los depósitos calentadores del fluido, además de la tubería suministradora, las electroválvulas, mirillas, la estructura que sujeta al mismo tiempo a la base de madera que se ha asignado para sostener toda la tubería. Cabe mencionar que en la parte superior del equipo, se encuentra montado el panel de control, desde el cual se podrán seleccionar los niveles, la vía de flujo, accionamiento de la bomba y la entrega de resultados; se ha colocado, según la imagen, a la derecha del sistema, esto para evitar algún percance, ya que en el lado izquierdo

se encuentran la báscula y el depósito de fluido, de haberse colocado en ese lugar, no sólo se vería afectado el usuario, sino que se podrían dañar de igual manera los componentes integrantes del panel de control.



Figura 4. Prototipo didáctico

Se tiene por objeto el realizar un panel que sea automático, capaz de realizar diversas funciones sin la intervención mucho recurso humano, de bajo costo y aplicable a no sólo un tipo de fluido, sino que se pueden extender a una variedad de ellos, evitando el contacto directo, en caso de que llegaran a ser nocivas; obteniendo solamente los resultados de manera directa y visibles mediante una pantalla que indicará cada propiedad y el valor resultante después de someterla a un proceso cualquiera que maneje el panel.

Conclusiones

Con este proyecto se cumplió el objetivo general del proyecto el de desarrollar un equipo hidráulico automatizado para analizar variables que se presentan en los fluidos al ser transportados en una tubería, considerando: el diseño, la planeación y la simulación detectando variables físicas para un mejor control del sistema.

Tendrá un impacto en el sector educativo como en la un impacto positivo para la sociedad, así como la industria y que su operación es muy práctica al estar automatizado y a las funciones que le fueron otorgadas durante el programa, podrá hacer muchas operaciones sin necesidad de que el mismo operario lo esté haciendo; es decir, la máquina se encargará de hacer todo el trabajo que antes los estudiantes se dedicaban horas para poder calcular los datos de sus propiedades físicas, el equipo vendrá a solucionar todo este detalle y optimizará el aprendizaje de manera entendible y práctica.

Con este proyecto se ahorrará energía y materia prima para su operación ya que inclusive se podrán manejar sustancias tóxicas e identificar su comportamiento físico mediante resultados precisos obtenidos mediante sensores adecuados para cada fenómeno que queramos observar. El sistema es de segura operación, sin causar daños al operario.

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 2016. 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 bibliográficas

- Gottlieb, I. (1994). *Electric Motors & Control Techniques*. USA: McGraw-Hill Education - TAB Books.
- Urquia, J. y Urquia, S. (1984). *Energía hidráulica y eólica práctica*. España: Pamiela.

Galan, J. L. (1987). *Sistemas de Unidades Físicas*. Barcelona: Reverté S.A.

Roldan, J. (2006). *Automatismos y cuadros eléctricos*. España: Thomson - Paraninfo.

Mega, E. (2014). *Modulo converso analógico/digital con HX711*. Obtenido de <http://www.electrotekmega.com/tienda/modulo-conversor-analogicodigital-con-hx711/>

Espinoza, M. (1995). *Diseño y construcción de una celda de carga*. Universidad Autónoma de Nuevo Leon, Nuevo León. Tesis de Maestria, México. Obtenido de cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020074697.pdf

National Instruments. (13 de Noviembre de 2000). *LM35*. Obtenido de <http://web.archive.org/web/2011110911504J2/http://www.national.com/ds/LM/LM35.pdf>

Textoscientifico.com. (23 de Marzo de 2005). *Material primas de PVC*. Obtenido de <http://www.textoscientificos.com/polimeros/pvc>.

Venemedia. (9 de Septiembre de 2014). *Definición de fluido*. Obtenido de <http://conceptodefinicion.de/fluido/>

Whitehurst, J. (1775). *Philosophical Transactions of the Royal Society*. Inglaterra.

Wikimedia. (14 de Octubre de 2014). *Electroválvula*. Obtenido de Valvulas hidráulicas: <https://es.wikipedia.org/wiki/Electrov%C3%A1lvula>.

Wikimedia. (Febrero 22 de 2016). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Visualizador>

Wikimedia. (Agosto de 2016). *Microprocesadores*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Microprocesador>

INTEGRACIÓN DE UN CONTROL AUTOMATIZADO PARA SU APLICACIÓN EN HORNOS DE COCCIÓN DE LA INDUSTRIA LADRILLERA

Raúl Contreras Flemate¹
Manuel Abdiel Mora Rodríguez²
M. E. María de Jesús Oregán Silva³
M. C. Juan Carlos Vásquez Jiménez⁴
M. E. Ramón Matías López⁵

Ingeniería y Tecnología

Resumen

La industria ladrillera genera un gran problema de contaminación al medio ambiente en toda la república mexicana, afectando la capa de ozono y la salud del ser humano. Este tipo de empresa no controla la temperatura durante su proceso de cocción causando de esta manera mucho desperdicio de su producto. Por lo que se procedió a diseñar un horno prototipo con material reciclado y térmico, por lo que gracias a su proceso constructivo es posible minimizar pérdidas de calor optimizando el combustible suministrado, aumentando la producción de forma ecológica hacia el medio ambiente y a la sociedad, cumpliendo con la normatividad de seguridad e higiene y aumentando las ganancias con un producto final de calidad. Pero para que funcionara de forma adecuada el sistema térmico era necesario implementar el proceso de automatización para aumentar su rendimiento en el sistema de encendido, la chimenea, la puerta y el manejo del producto.

Palabras claves: Control automatizado, Hornos, Industria ladrillera,

Introducción

Tanto en México como en otros países en desarrollo, la industria ladrillera tradicional es una fuente importante de contaminación del aire, y, por lo tanto, tiene directa responsabilidad en los problemas de calidad del aire por la contaminación atmosférica en las ciudades cercanas. La manufactura de ladrillos a pequeña escala también denominada artesanal es una actividad económica importante en varias localidades de México y de otros países en vías de desarrollo, aunque provee de oportunidades de empleo a cientos de personas y también generando grandes oportunidades para la creación de empresas que impulsen el desarrollo manufacturero para la fabricación de ladrillos, con ello incrementando e impulsando la economía de familias en la región, estado y país. Sin embargo, esta actividad enfrenta riesgos de sobrevivencia, ya que se ha desempeñado sin cambios sustanciales desde épocas ancestrales. Lo que ha provocado que en el proceso productivo se generen ineficiencias y efectos nocivos para las personas que participan en la fabricación de los ladrillos y de las poblaciones aledañas. Implementando medidas con el fin de que los ladrilleros accedan a ser reubicados y adopten tecnologías más ecológicas. Toda esta situación pone en peligro la sobrevivencia de las ladrilleras, porque las zonas urbanas de México se van extendiendo y hay más restricciones para la adquisición de algunos combustibles como la leña y también los bancos de tierra son más escasos

¹ Estudiante de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán. mora_yo_88@hotmail.com

² Estudiante de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán raul_c_flemate@hotmail.com

³ Maestra en Educación. Docente de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica en el Departamento de Metal Mecánica del Instituto Tecnológico de Tehuacán, maoregansilva@hotmail.com

⁴ Candidato al Grado de Doctor en Sistemas Integrados de Manufactura y Estrategias de Calidad y Maestro en Ciencias en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional, Docente de la Maestría en Ingeniería Industrial en la División de Estudios de Posgrado e Investigación y de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica en el Departamento de Metal Mecánica de del Instituto Tecnológico de Tehuacán, jc.vazquez@hotmail.com

⁵ Maestro en Educación y Docente de la Maestría en Administración en la División de Estudios de Posgrado del Instituto Tecnológico de Tehuacán, matiaslopez@hotmail.com

Las zonas geográficas donde se ubican ladrilleras artesanales, siempre han generado problemas por la emisión de contaminantes, por lo que es necesario que gobiernos locales.

Las ladrilleras normalmente en México son empresas pequeñas que generan un producto artesanal, el cual es horneado con una amplia variedad de combustibles baratos, altamente contaminante que generan grandes cantidades de contaminantes.

La creación del horno para ladrillos se desarrolla con la finalidad de aprovechar el poder calorífico con base al conocimiento prehispánicos en la utilización de materiales reciclados, que le ayuden a alcanzar las elevadas temperaturas y que gracias a su diseño innovador sea ecológico, económico en la producción y sostenible, para aprovechar el poder calorífico y evitar pérdidas de calor al medio ambiente, evitando la contaminación. Por lo que es necesario considerar la automatización en puertas, suministro del combustible y por la chimenea. Además, permitirá un práctico manejo del producto para lograr una mayor eficiencia y permitiendo elevar la producción en menos tiempo y contribuir al cuidado del medio ambiente.

Planteamiento de problema

Los hornos que se utilizan para ladrilleras, utilizan combustibles como la basura, leña, gas, etc., normalmente son grandes generadores de la contaminación al medio ambiente y el suelo, ya que normalmente generan en gran escala el gas del dióxido de carbono y monóxido de carbono, además de partículas de otros metales pesados. Durante la quema del combustible normalmente se genera un humo negro, debido a que no existe el suministro de aire adecuado durante el encendido del horno.

Al inicio del encendido del horno se quema gran cantidad de combustible debido a que el horno debe alcanzar un rango de temperatura de 500°C a 800°C considerando un precalentamiento del horno antes de suministrar la materia prima. En esta etapa se consume mucho combustible considerando un gasto fuerte para el empresario y generando contaminación.

El control del fuego no es regulado y esto ocasiona que la flama se le suministre directamente a la materia prima principalmente a la de la parte inferior de la materia prima, sobrepasando el cocimiento de los ladrillos, causando desperdicio de materia prima.

Los hornos para las ladrilleras no son automatizados, haciendo más difícil el suministro del combustible y por consiguiente la quema del mismo combustible, generando contaminación al medio ambiente y provocando el efecto invernadero y al no contar con ésta hace difícil el trabajo del operador al estar llenando el horno con la materia prima o bien al retirar el ladrillo cuando ya esté cocido.

Objetivo general

Integrar un sistema de control automatizado para los hornos de cocción del ladrillo, controlando la combustión, el manejo de la materia prima y regulando la temperatura para evitar desperdicios y la contaminación.

Objetivos específicos

- Selección del material
- Diseñar el encendido automático de la flama del horno
- Diseñar el sistema para el suministro de gas
- Diseñar el control para la extracción de excesos de gases de combustión

- Diseñar la placa electrónica de control
- Diseñar la automatización del horno para una mejor operación

Marco teórico

Industria ladrillera

La fabricación de ladrillos, tejas y otros productos de arcilla cocidos de forma artesanal, se ha convertido en un problema ecológico en muchas ciudades de nuestro país, éste es el caso de las ladrilleras artesanales, debido al tipo de combustibles que se utilizan para la cocción de esos productos: leña, llantas, madera, plástico y textiles, entre otros, al ser quemados, emiten una gran cantidad de gases a la atmósfera, como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y partículas sólidas. Por ello es prioritario atender el problema de las fuentes emisoras de estos gases y, a la vez, mejorar las condiciones de fabricación de los fabricantes, ya que de esta actividad dependen numerosas familias. Se requieren, pues, otros combustibles que puedan cubrir los requerimientos de energía necesarios para la cocción de los productos y que sustituyan a los que hasta ahora se han empleado para la elaboración de ladrillos.

La gran mayoría de ladrilleras de micro y pequeño tamaño presentan un alto grado de informalidad y utilizan técnicas artesanales para la fabricación de sus productos. La planta de fabricación está representada básicamente por el horno y un espacio de terreno como patio de labranza. Las ladrilleras artesanales emplean hornos fijos de fuego directo, techo abierto y tiro ascendente para la cocción también denominada quemado o simplemente quema de ladrillos. (Eva, 2014)

La automatización

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- La parte operativa es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores. Y los captadores como fotodiodos, finales de carrera.
- La parte de mando suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómata programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

Objetivos de la automatización

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción. (Victor, 2016)

Metodología

Material utilizado en el proyecto

El motor a pasos es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos, lo que significa que es capaz de avanzar una serie de grados (paso) dependiendo de sus entradas de control. El motor paso a paso se comporta de la misma manera que un conversor digital-analógico (D/A) y puede ser gobernado por impulsos procedentes de sistemas lógicos.

La conmutación se debe manejar de manera externa con un controlador electrónico y, típicamente, los motores y sus controladores se diseñan de manera que el motor se pueda mantener en una posición fija y también para que se lo pueda hacer girar en un sentido y en el otro. La mayoría de los motores paso a paso conocidos se pueden hacer avanzar a frecuencias de audio, lo que les permite girar muy velozmente. Con un controlador apropiado, se los puede hacer arrancar y detenerse en un instante en posiciones controladas.(Carletti, s.f.)

Pantalla LCD. Es una pantalla delgada y plana, formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. Los displays LCD diseñados para interactuar con circuitos integrados, de entrada, de 4/8 bits en paralelo, basados en el controlador Hitachi HD44780.(Panamahitek, 2016)

Teclado matricial. El sistema en el que se basa el funcionamiento de un teclado matricial es el multiplexado. Se configuran cuatro pines de nuestro microprocesador como entradas y otros cuatro como salidas. Se conectan las entradas a las columnas y las salidas a las filas (o viceversa porque el funcionamiento sería el mismo). Se empieza con las cuatro salidas en nivel bajo. Se activa la salida de la primera fila y leemos las cuatro entradas. Cada una de ellas informará el estado de los cuatro pulsadores de esa fila. La entrada 1 el pulsador de la columna 1, la entrada 2 el pulsador de la columna 2 y así sucesivamente. A continuación, desactivamos la salida 1 y activamos la 2. En este momento en las cuatro entradas se puede leer el estado de los pulsadores situados en la segunda fila. Se hará lo mismo con las salidas 3 y 4 para obtener el estado de los pulsadores situados en las filas 3 y 4.(Prormetec.net, 2015)

Circuito integrado UNL2003. Esta placa tiene como corazón el chip ULN2003. Este chip permite amplificar las señales PWM y digitales del Arduino a voltajes y corrientes que si se pusieran directamente al Arduino se incendiaría. El ULN2003A puede manejar hasta 25V y 0.5A por cada salida.

Particularmente estos módulos son utilizados para controlar motores de paso a paso o *steppermotors* unipolares y bipolares. Este está formado por siete pares de transistores NPN Darlington es de uso general para controlar relés, motores, lámparas LED, y otras aplicaciones de corriente de alta tensión. Se compone de diodos de fijación cátodo comunes para cada par Darlington NPN lo que hace a este Clútil para la conmutación.(Hernández, 2013)

Controlar un relé con un transistor. Se procede a analizar la función de cada componente asociado, el cálculo de las resistencias en base a las tensiones de trabajo y a la potencia del relé usado.

El modo más sencillo para activar un relé con un circuito electrónico de control es a través de un transistor NPN conectado como se ve en la figura. El transistor, conectado de este modo, cierra el circuito poniendo a masa el terminal de la bobina mientras que el otro terminal se encuentra conectado a positivo.

Esta modalidad de conexión (contacto hacia masa) tiene la ventaja de permitir el uso de relés con tensiones de alimentación de la bobina diferentes respecto a la tensión de trabajo del circuito de control como explicaré a lo largo de este artículo. Por ahora les digo que el recuadro en el dibujo representa el hipotético circuito de control. Puede estar hecho con componentes lógicos discretos o con microcontroladores. Los nombres indicados (TTL, CMOS, LVTTTL y LVCMOS) son las siglas que representaban las distintas tecnologías de los circuitos lógicos. A continuación, se indica las tensiones de trabajo de ellas. TTL: 5V, CMOS: entre 5V y 15V, LVTTTL: 3,3V, LVCMOS: 3,3V, 2,5V o 1,8V. (EducaChip, 2014)

Como proteger el transistor de la extra-tensión. Cuando a través del transistor se desactiva el relé, interrumpiendo la corriente que pasa por la bobina, el campo magnético presente en ella induce en la misma, por un breve momento, una tensión muy elevada de polaridad opuesta en sus terminales. Este pico de tensión conocido como "extra tensión de apertura" (o "extra corriente de apertura") puede dañar el transistor de control.

Para resolver este problema, la solución más simple es la de conectar en paralelo con la bobina un diodo rectificador inversamente polarizado en modo tal que este absorba estos picos de tensión de polaridad opuesta. Generalmente yo uso diodos rectificadores comunes como por ejemplo el 1N4007 (o 1N4004/1N4005/1N4006).

Agregando un led indicador. Los leds indicadores siempre son muy válidos, no solo por motivos estéticos sino porque nos permiten de verificar "al vuelo" el funcionamiento del circuito. En el caso de nuestro relé, el lugar mejor donde colocarlo es en paralelo con la bobina agregando su respectiva resistencia. Los leds indicadores de 3mm se iluminan bien con corrientes entre 3mA y 10mA. Por lo tanto, si trabajamos con 12V podemos usar una resistencia de 1,8K. Con 5V podemos usar 1K.

Corriente de la bobina y tipo de transistor, la gama de relés es inmensa. Con corrientes pequeñas, por debajo de los 100mA, podemos usar cualquier tipo de transistor NPN común, por ejemplo, el BC547 o el BC548 (encapsulado TO-92 o SOT-54). Sinceramente yo prefiero el BC337 (igual encapsulado) porque tiene una buena ganancia (HFE), es económico y es capaz de controlar corrientes de hasta 600mA (0,6A) y por lo tanto sirve para la mayor parte de los relés comunes. Otro transistor indicado es el 2N2222, también con buena corriente de colector.

Si la tensión de trabajo de la bobina es baja, por ejemplo, 5V, la corriente que el relé necesitará será mayor mientras que con tensiones más altas como 12V o más aun, la corriente será mucho menor. Vale la siguiente regla: mayor es la tensión de trabajo de la bobina, menor será la corriente necesaria para activarla. Por ejemplo, un relé de 24V con la misma capacidad de conmutación de uno de 12V necesitará una corriente aproximadamente de la mitad respecto al de 12V. Por el contrario, un relé de 5V necesitará más del doble de la corriente respecto al de 12V.

Cálculo de la resistencia de la base, para controlar un relé es necesario conocer solamente que la base del transistor debe superar los 0,6V para que este entre en conducción y que la corriente que el transistor dejará pasar entre emisor y colector puede depender de la corriente que entra por la base multiplicada por la ganancia en continua característica del transistor (HFE). Esta sería la fórmula para obtener la resistencia de base: Como ya descripto, la ganancia en continua de un transistor (HFE) depende del modelo de transistor y puede ser entre 50 y 300. Existen transistores con ganancias más bajas (generalmente los de alta potencia) y con ganancias muy altas (conocidos como *Darlington*). Si se usan transistores comunes se pueden considerar razonable una ganancia de 100. Por lo tanto, idealmente, si la

bobina del relé consume 50mA y el transistor gana 100, la corriente que entrará por la base será de $50\text{mA} / 100 = 0,5\text{mA}$. Esta será la corriente que deberá entregar nuestro circuito lógico para controlar el relé.

La resistencia a masa. En ocasiones es necesario agregar una resistencia entre la base del transistor y masa ya que sirve fundamentalmente para evitar que el transistor pueda activar en modo errático el relé si nuestra entrada de control se encuentra en un estado indefinido. Esta situación se puede crear cuando un microcontrolador está en fase de inicialización y sus salidas no se encuentran todavía mapeadas (y por lo tanto en alta impedancia). Esto es cuando se enciende el equipo con un microcontrolador, este empieza a ejecutar el programa que se encuentra grabado en su memoria (*firmware*).

La primera parte de este programa configura todas las partes internas del micro para su funcionamiento. En este trabajo de configuración, el programa debe indicar cuales son las patitas (*pins*) que serán usadas como entradas y cuales como salidas. Hasta que no termina, estos *pins* se encuentran "desconectados" y por lo tanto la base de nuestro transistor también lo será. Esto puede provocar activaciones erráticas del relé. Con una resistencia a masa logramos garantizar que la base del transistor se encuentra siempre con un nivel de tensión bien definido. Su valor no es crítico, pero conviene que sea bastante grande para no alterar el cálculo de la resistencia de base. Podemos usar por ejemplo, valores de 47K o 100K.

Diseño del encendido automático de la flama del horno.

El mecanismo se basa en un transformador que genera una tensión del orden de los 6000 V a partir de la red. Al cerrar el interruptor se genera un arco eléctrico entre la bujía y el quemador, el cual está conectado a masa. Las resistencias tienen como misión limitar la intensidad del secundario de forma que no pueda destruirse el transformador por un exceso de corriente y protejan el usuario en el caso de un contacto fortuito con la bujía. Al igual que en los dispositivos de encendido por chispa de alta frecuencia, éstos tienen una vida elevada, pero necesitan una fuente externa de energía para su funcionamiento.

Diseño del sistema para el suministro de gas

Este dispositivo regulará la entrada de gas al horno, y el flujo de combustible.
Características: Válvula solenoide 2 vías, normalmente cerrada de $\frac{1}{4}$ ", presión diferencial 0".
La regulación de la flama del horno o de la potencia del gas es muy precisa ya que la válvula fue adaptada a un motor a pasos el cual permite el desplazamiento de la llave en un sentido rotativo y por medio de un riel permite el desplazamiento longitudinal, teniendo como resultado un control preciso en la apertura y cierre del flujo del gas de 0.4 mm por cada paso del motor. El control de la apertura de la electroválvula del gas depende de los requerimientos del usuario podrá aumentar y disminuir proporcionalmente la potencia de la flama manualmente por medio del tablero de control o por funciones específicas con las que cuenta el horno. El diseño del plano, la estructura, los componentes mecánicos y electrónicos se realizaron en AutoCAD, Sketchup, Solid Works y Proteus.

Diseño del control para la extracción de excesos de gases de combustión

El extractor tendrá la función de retirar el exceso del gas, generado por la combustión y también contribuirá a extraer el calor del horno. Se ubica en la parte superior de la chimenea y su activación la determina un sensor de gas que manda una señal al microcontrolador Arduino, el cual procesa la señal y dependiendo de la cantidad de gas que se encuentre en la cámara del horno determinara si se activa o no el ventilador por medio de un relevador.

Características del extractor: rotor de palas planas o curvadas inclinadas hacia atrás. Es de alto rendimiento y auto limitador de potencia. Puede girar a velocidades altas. Se emplea para ventilación, calefacción y aire acondicionado. También puede ser usado en aplicaciones industriales, con ambientes corrosivos y/o bajos contenidos de polvo.

El ventilador estará ubicado en la parte frontal del horno y por la parte inferior del mismo, montado sobre la puerta del horno para cumplir una doble función, la primera función se encarga de suministrar aire a la flama para generar una buena combustión, generando solamente dióxido de carbono y evitando que se genere monóxido de carbono por falta de aire. El control del ventilador se llevó a cabo por medio de una fotorresistencia la cual detecta la flama generada en el horno y manda una señal al microcontrolador que activara un relevador para permitir el flujo de corriente y generar la activación del ventilador. La segunda función con la que cuenta se encarga de ayudar en el proceso de enfriamiento del producto y esto dependerá de los requerimientos que el usuario necesite, la activación de esta función se puede llevar a cabo con la puerta cerrada o con la charola extraída. La potencia del ventilador puede ser regulada por el usuario en cualquiera de las dos funciones dependiendo de los requerimientos que necesite. Las características del ventilador son similares a las de extractor, su diferencia es que funciona en sentido inverso mandando la corriente de aire en dirección opuesta.

En la parte superior de la chimenea se ubicará una compuerta que regula la salida del calor en la chimenea, su función será la siguiente, cuando se inicia el proceso de encendido del horno esta compuerta deberá estar cerrada para la eficiencia del proceso de calentamiento del horno, una vez alcanzada la presión máxima del gas generado por la combustión esta compuerta se abrirá automáticamente permitiendo la salida del gas CO_2 . El control de la puerta depende de la temperatura que programe el usuario o de la cantidad de gas que se encuentre en el horno, el sensor mandará una señal de entrada al microcontrolador que determinará si se activa el servomotor que abre y cierra la compuerta de la chimenea. En este momento funcionará el extractor para sacar la acumulación del gas.

La chimenea quedará en la parte superior del horno la cual contendrá en la salida un extractor por tal motivo es necesario que la chimenea tenga una forma de Z para evitar que el calor del horno choque con el extractor y pueda dañarlo, su tubería es de fierro colado con la adaptación de un codo conduit enroscado a una pieza condulet RL. Para la extracción del humo se utilizó un ventilador de CD y un servomotor de 0.5 kg, en la parte superior de la chimenea cuenta con un sensor de humo que, al detectar una gran cantidad de gas en el interior de la cámara, activa el ventilador y el servomotor abre una compuerta que bloquea la salida de la chimenea permitiendo la correcta extracción de los gases. La chimenea también cuenta con un filtro a base de cal el cual se encarga de eliminar la mayor parte del CO_2 , se ubica en un compartimiento que es de fácil acceso para su remplazo y la posición antes del ventilador de extracción protege al ventilador del monóxido de carbono.

Diseño de la placa electrónica de control

El diseño de placa se realizó en Fritzing 9.2 la cual es una plataforma libre que tiene una interfaz muy dinámica ya que el área de trabajo consiste en una *proto-board* donde se colocan los componentes electrónicos, se muestra el esquema y el diseño en PCB. Las placas que se requieren para controlar el sistema de automatizado del horno térmico son tres: la primera placa es para la etapa de potencia que controla la velocidad del motor para la apertura y cierre de la puerta del horno, la regulación del motor para el suministro de combustible y la activación de los ventiladores.

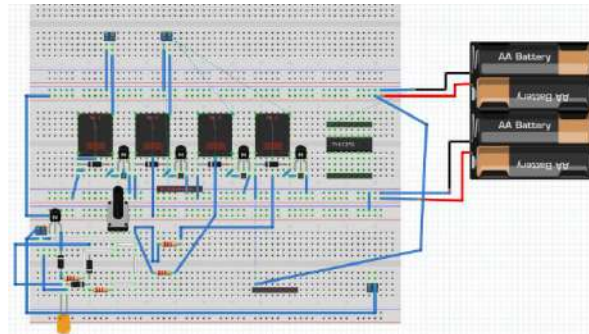


Figura 1. Diseño de la placa en protoboard.

La segunda placa consiste en dos relés que controlarán el seguro para la activación de la apertura de la puerta. La tercera placa se encargará de contener a los pulsadores y sensores que se instalarán en el horno.

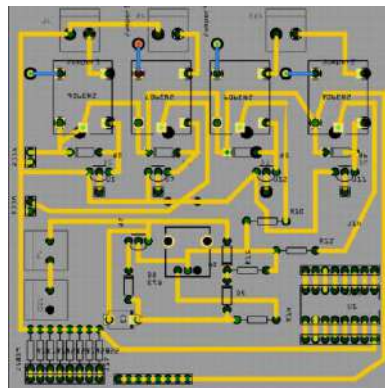


Figura 2. Diseño de la placa en Fritzing (PCB).

Una vez con el diseño en formato digital se procede a imprimir la placa en papel couche con tinta laser, posteriormente por medio del empleo de temperatura a 80°C sobre el papel y la placa por un tiempo de 5 min se transfiere la tinta a la placa de baquelita. Terminado este proceso y verificando que la tinta cubra toda la zona deseada se sumerge la placa en una solución de ácido clorhídrico con un 20% de agua para contrarrestar los efectos del ácido, se deja reposar alrededor de 20 min y una vez que el ácido desprendió toda la zona sin tinta se procede a extraer la placa con unas pinzas o alguna tela y se enjuaga abundantemente con agua. Para concluir con el proceso del revelado de la placa se remueve la tinta de las líneas de cobre con solvente que puede ser thinner o 10- 500. Las placas se muestran a continuación:

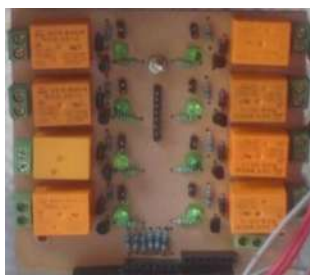


Figura 3. Circuito de la placa



Figura 4. Placa de relevadores

Diseño del sistema automatizado del horno

La programación del microcontrolador para el horno se realizó en la plataforma de Arduino basado en el entorno de *Processing* y lenguaje de programación basado en *Wiring*, así como en el cargador de arranque (*bootloader*) que es ejecutado en la placa. Cuenta con las librerías necesarias para el funcionamiento de cada uno de los sensores implementados en el horno y se declaran las funciones y condiciones necesarias para el correcto funcionamiento del horno térmico. Por lo que se elaboró el Código de programación

Resultados

Se logró diseñar la automatización de parámetros que controlan el horno para ladrillos. Para el encendido del horno se accionará un ventilador para el suministro del aire al combustible y pueda generar una combustión libre de humo. Al mismo tiempo se accionará un extractor en la parte superior de la chimenea para que se retiren los gases generados por la combustión, no sin antes pasar por un filtro que evite que se propague el dióxido de carbono al medio ambiente y provoque el efecto invernadero.

Cuando en el horno requiera llenarse de la materia prima, esta se puede hacer de forma fácil a sacar un sistema de reja de forma automática, facilitando al operario el manejo de la materia prima. Una vez lleno el horno la puerta se cerrará de forma automática. En la parte interior del horno tendrá un sistema para el control de la temperatura del horno evitando pérdidas del producto por sobre cocimiento. Este tipo de sistema tendrá el impacto de mejorar la eficiencia de operación del sistema, aumentará la producción y el rendimiento en sus ganancias de los empresarios, así como se bajarían los costos del producto.

Conclusiones.

En conclusión, con el horno automatizado se puede disminuir las emisiones contaminantes al medio ambiente, bajar el consumo de combustible en la producción del producto, elevar el poder calorífico del horno durante su operación, bajar el costo del producto (ladrillos, tejas, etc.), generar empleos en las localidades donde se produzca el producto y la reutilización de material que hasta cierto punto son considerados como basura. Se generará un proceso con las condiciones estables que se requiere para venderse al mercado, cumpliendo en lo ecológico, económico y social. Logrando obtener un producto de mayor calidad disminuyendo en el porcentaje de mermas que existen en hornos tradicionales, gracias a su proceso constructivo es posible minimizar pérdidas de calor optimizando el combustible suministrado, aumentando la producción de forma ecológica hacia el medio ambiente y a la sociedad, cumpliendo con las normatividades de seguridad e higiene y aumentando las ganancias con un producto final de calidad.

Debido a lo anterior la empresa hace que sea más competitiva en la demanda del mercado, beneficiando a la industria constructora, al usuario, al trabajador y a la localidad, de igual forma, cubre la necesidad ecológica que tiene la producción artesanal de ladrillos, es decir la disminución de gases contaminantes emitidos por la cocción de dichos artículos, mejorando la calidad de vida de la localidad, trayendo consigo una sustentabilidad económica, ecológica y social.

Con este proyecto se cumplen los objetivos de la empresa generadora de hornos térmicos, ya que se logró automatizar el sistema de forma integral, tanto en chimenea para evitar la contaminación, suministro del combustible para un buen encendido, para optimizar la energía calorífica y lograr una mayor eficiencia, permitiendo elevar la producción en menos tiempo y contribuir al cuidado del medio ambiente.

Autorización y Renuncia

Los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista 1+D=Dinámica del saber edición 2016. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresa en el escrito.

Referencias

- Androide, T. R. (9 de Septiembre de 2014). *http://www.todorobot.com.ar/tutorial-sobre-motores-paso-a-paso-stepper-motors/*. Obtenido de Tecnología, Android y aplicaciones populares: *http://www.todorobot.com.ar/tutorial-sobre-motores-paso-a-paso-stepper-motors/*.
- Carletti, E. J. (s.f.). *robots-argentina*. Recuperado el 5 de marzo de 2016, de (*http://robots-argentina.com.ar/MotorPP_basico.htm*)
- Inventable.eu. (9 de Septiembre de 2015). *Como controlar un relé con un transistor*. Obtenido de *http://www.inventable.eu/controlar-rele-con-transistor/*
- EducaChip. (10 de Diciembre de 2014). *Tutoriales Arduino*. Obtenido de *http://www.educachip.com/como-conectar-un-rele-con-arduino/*
- Estecha* . (s.f.). Recuperado de (*www.estecha.com/piedra-natural-volcanica.pdf*)el día 29 de enero de 2016
- Gutierrez, E. (9 de sep de 2014). *Hornos para la quema de ladrillos*. Obtenido de monografías.com: *http://www.monografias.com/trabajos101/contaminacion-ambiental-ladrillos-artesanales-departamento-puno/contaminacion-ambiental-ladrillos-artesanales-departamento-puno.shtml*.
- Hernández, E. (17 de Marzo de 2013). *Electrónica*. Obtenido de *https://plus.google.com/108250612542617275436/posts/9baKcgGN8RZ*.
- Labs, T. (s.f.). *patagoniatec.blog*. Recuperado el 20 de febrero de 2016, de *http://saber.patagoniatec.com/unl2003-arduino-argentina-ptec/*
- Panamahitek. (9 de Septiembre de 2016). *Pantalla LCD HD44780 + Arduino*. Obtenido de *http://panamahitek.com/pantalla-lcd-hd44780-arduino/*
- Prormetec.net. (9 de Septiembre de 2015). *Teclados matriciales*. Obtenido de *http://www.prometec.net/teclados-matriciales/*
- Rincon del vago*. (s.f.). Recuperado de (*http://html.rincondelvago.com/transferecia-de-calor_1.html*)el día 20 de febrero de 2016,
- Victor. (9 de Septiembre de 2016). *Que es un sistema automatizado* . Obtenido de *https://es.scribd.com/doc/51656086/Que-es-un-sistema-automatizado*
- Wikipedia*. (s.f.). Recuperado el 2 de febrero de 2016, de *https://es.wikipedia.org/wiki/Aislante_t%C3%A9rmico*

INTERFAZ MEDIANTE PROGRAMACIÓN EN ENTORNO GRÁFICO LABVIEW™ PARA EL CONTROL DE POSICIÓN ANGULAR DEL MODULO DIDÁCTICO DeLORENZO® DL3155M33C

Héctor Islas Torres¹
Martín Toriz Reyes²
Ramón Heredia García³
*Janeth M. Salas Alcántara⁴
Alexi Salgado Paz⁵

Ingeniería y Tecnología.

Resumen

El presente artículo es el resultado del desarrollo de un control de posición angular, utilizando el módulo didáctico DeLORENZO® DL3155M33C™, así como la tarjeta PCIe-6321 de *National Instruments*. Este control es implementado debido a la necesidad la automatización de procesos industriales de precisión.

El objetivo es realizar el sistema de control mediante el software LabVIEW™, resaltando la gran cantidad de herramientas que nos ofrece y la facilidad de desarrollar comunicación visual atractiva mediante las ventanas que actúan como la interfaz del usuario, haciendo más óptimo el manejo de este control de posición angular.

Los resultados obtenidos son la simplicidad y al mismo tiempo la gran capacidad de utilidad de la interfaz realizada gracias a las posibilidades ofrecidas por el software LabVIEW™, así como de la tarjeta empleada, ya que se hace perceptible que con base en estas dos herramientas podemos solventar las necesidades de un proceso industrial que requiera de cualidades como la velocidad, precisión y sobre todo de la amabilidad de la interfaz con el operador de dicho proceso.

Palabras claves: Interfaz, LabVIEW™, Control, Posición angular.

Introducción

Actualmente el control de sistemas físicos mediante las tarjetas DAQ (*Data Acquisition System*) y la programación en el entorno gráfico LabVIEW™ son de gran importancia en la Industria e Instituciones de Investigación por ser una herramienta fácil de utilizar y por el ahorro de tiempo en el desarrollo de proyectos, a continuación se enlistan algunas de las principales ventajas al utilizar LabVIEW™ y las tarjetas DAQ de National Instruments:

- Ahorro en tiempo de programación
- Menos espacio al implementar el sistema físico
- Interfaz gráfica amigable
- Fácil realización de cambios en el programa

Estas ventajas son las principales razones por las que se eligió la programación en lenguaje gráfico, así como la implementación del control de un sistema físico, como es el control de posición apoyándonos en el módulo DeLORENZO® DL3155M33C™.

¹ Maestro en Ciencias en Enseñanza de las Ciencias, Docente del Instituto Tecnológico de Tehuacán, hecislata@yahoo.com.mx.

² Ingeniero Electrónico, Docente del Instituto Tecnológico de Tehuacán, martintoriz@gmail.com.

³ Ingeniero Industrial, Docente del Instituto Tecnológico de Tehuacán, ramhg2004@yahoo.com.mx.

⁴ Estudiante de la Licenciatura de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Tehuacán, monisal1101@gmail.com.

⁵ Estudiante de la Licenciatura de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Tehuacán, alexikacy@gmail.com

Para la adquisición de datos en este sistema de control se configuro la tarjeta PCIe-6321™, haciendo uso de sus entradas y salidas analógicas. En la figura 1 se muestra esta tarjeta.



Figura 1. Tarjeta de Adquisición de Datos NI PCIe-6321
Fuente: National Instruments, productos y servicios.

El diseño de la interfaz fue hecho en su totalidad en LabVIEW™, podemos resaltar que tanto la programación como el diseño de la interfaz son más accesibles y con menor grado de dificultad, esto le permite al programador plasmar sus ideas de forma completa y ordenada, que para el usuario se traduce como una manera sencilla de operar el proceso que se lleva a cabo, ofreciéndole opciones de configuración y personalización, además de que un nuevo usuario se acopla fácilmente a la interfaz y como resultado el proceso se puede completar de manera más rápida.

Planteamiento del problema

En la actualidad, los sistemas de control y de adquisición de datos necesitan de algunas características como la fidelidad de los datos adquiridos, el manejo a distancia de dichos sistemas, y por tanto, una aplicación que sea simple de manejar y a la que cualquier operador pueda adaptarse.

El módulo didáctico de posición DeLORENZO® DL3155M33C™, es usado en modelos educativos de nivel superior, ayudando así a entender procesos industriales desde las aulas estudiantiles hasta que son aplicados y controlados en el campo laboral. La tarjeta PCIe-6321™ es el medio por el cual se realizara la adquisición de datos mediante la programación en LabVIEW™, de esta forma se fomenta la enseñanza de nuevas tecnologías de control que cumplen con las características de rendimiento que se necesitan para diferentes sistemas y aplicaciones.

Objetivo

Diseñar e integrar una interfaz mediante programación en entorno grafico LabVIEW™ para el control de posición angular para el módulo didáctico de DeLORENZO® DL3155M33C™.

Preguntas de Investigación

1. ¿De qué forma se puede controlar la posición angular del módulo didáctico

Delorenzo?

2. ¿Existe algún soporte informático que pueda sustentar de manera simplificada el control de variables analógicas y el diseño de interfaces gráficas?

Marco Teórico

LabVIEW™ es el acrónimo de *Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*. Es un lenguaje y a la vez un entorno de programación gráfica en el que se pueden crear aplicaciones de una forma rápida y sencilla. Originalmente este programa estaba orientado a aplicaciones de control de instrumentos electrónicos usadas en el desarrollo de sistemas de instrumentación, lo que se conoce como instrumentación virtual. Por este motivo los programas creados en LabVIEW™ se guardarán en ficheros llamados VI y con la misma extensión, que significa instrumento virtual (*Virtual Instruments*).

En LabVIEW™ la programación se realiza mediante el Diagrama de bloques. Un programa habitualmente está formado por:

1. Controles: Sirven de entrada para los datos.
2. Funciones, VIs y estructuras: Realizan una o varias operaciones con esos datos.
3. Indicadores: Sirven de salida para los datos.

Adquisición de datos

Hay varios tipos de adquisición de datos. Los *Data Loggers* son sistemas que operan de forma independiente (*stand-alone*), la única función del ordenador es el volcado de los datos adquiridos. Las tarjetas DAQ no operan de forma independiente sino que necesitan un ordenador para gobernarlas, las hay internas que usan como interfaces más habituales PCI, PXI o PCI Express y estrenas como USB o RS-232.

Las capacidades comunes que suelen tener las DAQ son:

- Adquisición de señales analógicas.
- Generación de señales analógicas.
- Generación y adquisición de señales digitales.
- Contadores y timers.
- Triggers (pre-trigger y post-trigger).
- Autocalibración, sensores, etc.

En la figura 2 se muestra el esquema básico de una DAQ.

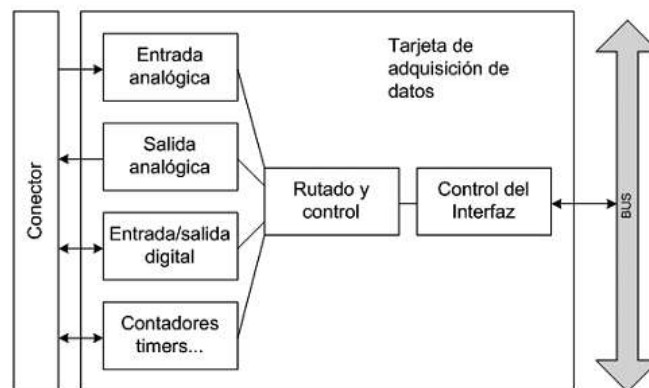


Figura 2. Esquema de bloques de una tarjeta DAQ.

Fuente: LabVIEW™ entorno grafico de programación.

Tarjeta de adquisición de datos NI PCIe-6321™

Los dispositivos de la Serie X de NI para USB, PCI Express y PXI Express son los dispositivos más avanzados de adquisición de datos diseñados por National Instruments. Cuentan con mejoras significativas y optimizaciones para su uso con ordenadores multinúcleo. Los dispositivos de la Serie X integran funcionalidad analógica, digital y contadores/temporizadores de alto rendimiento en un único dispositivo, haciéndolos muy adecuados para una amplia gama de aplicaciones, tales como el registro de datos básicos para el control y la automatización de pruebas.

Con la tarjeta PCIe-6321™ de National Instruments posee 16 entradas analógicas a una frecuencia de 250 kS/s con una resolución de 16 bits, cuenta también con dos salidas analógicas que alcanzan una frecuencia de muestreo de 900 kS/s, así como 24 líneas de E/S digitales (8 temporizadas por hardware hasta a 1 MHz). Además, tiene cuatro contadores/temporizadores de 32 bits para PWM, codificador, contador de eventos y temporización y disparo avanzados con la tecnología NI-STC3 de temporización y sincronización.

Estas características convierten a la PCIe-6321™ de National Instruments, en ideal para ser usada en una amplia gama de aplicaciones, como pueden ser el registro de datos básicos para el control y la automatización de pruebas. Este dispositivo puede ser configurado para ser utilizado en sistemas operativos como Windows 7/Vista/XP/2000. En la tabla 1 podemos ver la comparación de esta tarjeta con otros dispositivos también fabricados por National Instruments.

Tabla 1. Tabla comparativa de dispositivos fabricados por National Instruments.

Bus	Model Number	Analog Inputs (AI)	Max AI Sampling Rate (1-channel)	Max Total AI Throughput	Analog Outputs (AO)	Max AO Update Rate	Digital I/O Lines	Max Digital I/O Rate	Triggering
PCI Express	6320	16	250 kS/s	250 kS/s	0	-	24	1 MHz	Digital
PCI Express	6321	16	250 kS/s	250 kS/s	2	900 kS/s	24	1 MHz	Digital
PCI Express	6323	32	250 kS/s	250 kS/s	4	900 kS/s	48	1 MHz	Digital
USB, PCI Express, PXI Express	6341	16	500 kS/s	500 kS/s	2	900 kS/s	24	1 MHz	Digital
USB, PCI Express	6343	32	500 kS/s	500 kS/s	4	900 kS/s	48	1 MHz	Digital
USB, PCI Express	6351	16	1.25 MS/s	1.25 MS/s	2	2.86 MS/s	24	10 MHz	Analog, Digital
USB, PCI Express	6353	32	1.25 MS/s	1.25 MS/s	4	2.86 MS/s	48	10 MHz	Analog, Digital
USB, PCI Express, PXI Express	6361	16	2 MS/s	2 MS/s	2	2.86 MS/s	24	10 MHz	Analog, Digital
USB, PCI Express, PXI Express	6363	32	2 MS/s	2 MS/s	4	2.86 MS/s	48	10 MHz	Analog, Digital
USB, PXI Express	6356	8 simultaneous	1.25 MS/s/channel	10 MS/s	2	3.33 MS/s	24	10 MHz	Analog, Digital
PXI Express	6358	16 simultaneous	1.25 MS/s/channel	20 MS/s	4	3.33 MS/s	48	10 MHz	Analog, Digital
USB, PXI Express	6366	8 simultaneous	2 MS/s/channel	16 MS/s	2	3.33 MS/s	24	10 MHz	Analog, Digital
PXI Express	6368	16 simultaneous	2 MS/s/channel	32 MS/s	4	3.33 MS/s	48	10 MHz	Analog, Digital

Fuente: Hoja de especificaciones de la Serie X de National Instruments.

Las tarjetas NI PCI de 68 pines tienen un conector como el que se observa en la figura 3. Las líneas son:

- AI: Entradas analógicas. Permiten medidas DIFF, RSE y NRSE. Los canales están multiplexados, constan de un control para seleccionar la configuración de los terminales, un amplificador de ganancia programable, un filtro pasa bajo, conversor analógico-digital y una FIFO que almacena medidas.
- AIGND: Es la referencia para medidas RSE y el retorno de corrientes para DIFF.
- AISENSE: Es la diferencia para medidas NRSE.
- AO: Salidas analógicas. Constan de una FIFO donde se almacenan las muestras que deben escribirse y conversores digital-analógico.
- AOGND: Referencia para las salidas analógicas.
- PO: Canales digitales, sirven como entrada y también como salida.
- DGND: Referencia para las salidas digitales.

Las tres referencias AIGND, AOGND y DGND estas conectadas internamente en la tarjeta.

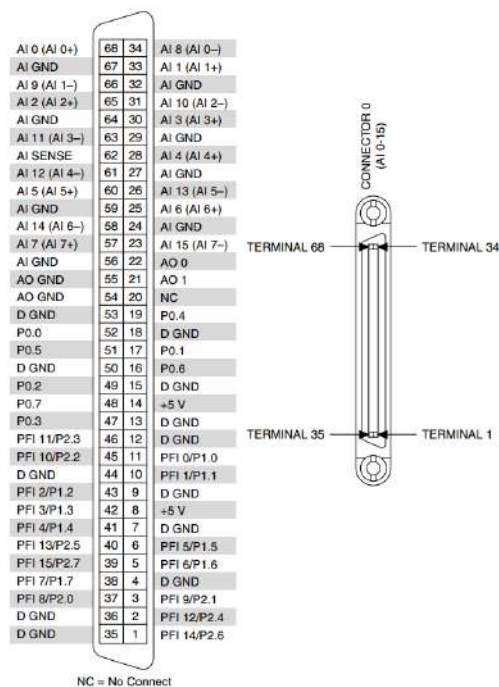


Figura 3. Pines de entrada y salida en la NI PCIe-6321™.
Fuente: Device specifications NI PCIe-6321™.

Sistema de posición angular DeLORENZO® DL3155M33C™

Este sistema consta de un motor-reductor como actuador y un potenciómetro lineal de 10kΩ para determinar la posición del sistema. La relación entre el engrane primario y el secundario es 1:1.

Para facilitar la lectura de este sistema por medio de la tarjeta NI USB-6216 se realizó el siguiente ajuste, para tener una caída de voltaje máxima de 9 Volts en la resistencia BQ (Potenciómetro lineal), se gira la perilla de la resistencia R1 hasta observar que la caída en BQ sea igual a 9 Volts. El sistema de posición DL3155M33C™ es el que se aprecia en la figura 4.

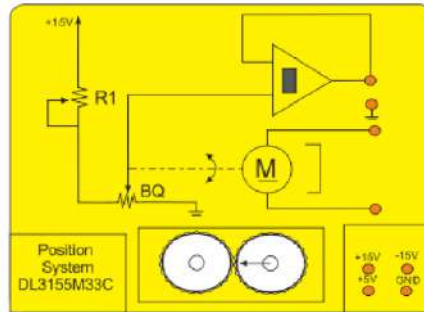


Figura 4. Sistema de posición DL3155M33C™.
 Fuente: Manual DL3155M33™.

- Algunas de las aplicaciones básicas de los sistemas de posición son:
- Posicionamiento de antenas
- Cortadoras
- Control de llaves para regular el flujo de líquidos o gases
- Robótica

Metodología

El sistema de posición controlado mediante LabVIEW™ consta de las etapas definidas en la figura 5.



Figura 5. Proceso a realizar en software para el control de posición.
 Fuente: Elaboración propia.

- Adquisición de la señal del sensor de posición: En este primer paso del proceso se configuro la tarjeta de adquisición de datos y control NI PCIe-6321™ para leer por medio del puerto analógico de entrada la señal de voltaje del sensor de posición.
- Acondicionamiento: La señal de voltaje leída del sensor es convertida y representada en grados de posición.
- Control: se encarga de hacer mínimo el error entre la posición deseada y la posición real.
- Configuración del puerto de salida: Aquí se realiza el ajuste de voltaje de salida y se configura el puerto físico analógico como salida de voltaje y alimentación para el sistema físico de posición.

Las conexiones realizadas para la configuración del módulo DL3155M33C™ se muestran en la figura 6.

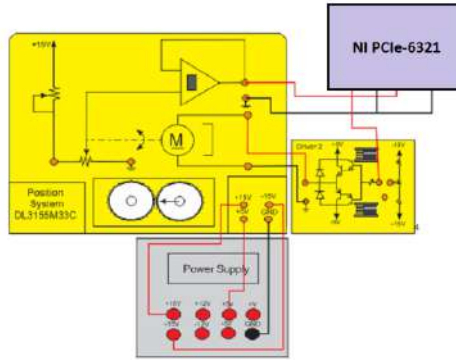


Figura 6. Conexiones del módulo DL3155M33C™ a alimentación.

Fuente: Elaboración propia.

Para la configuración del sensor de posición se realizaron las configuraciones de acuerdo a la relación que existe entre los engranajes primario y secundario, de forma tal que la posición en grados equivale a ciertas cantidades de voltaje, que son las adquiridas por la DAQ, y las que se envían a través de sus salidas analógicas para controlar la posición del sensor. En la tabla 2 se encuentran los valores de voltaje de acuerdo a la posición en grados que se moverán los engranajes del sistema. En la figura 7 se observa la gráfica de comportamiento de acuerdo a los resultados de la tabla.

Tabla 2. Relación de valores de voltaje con la posición en grados del sensor.

Posición en grados	Voltaje
0	0
30	0.75
60	1.5
90	2.25
120	3
150	3.75
180	4.5
210	5.25
240	6
270	6.75
300	7.5
330	8.25
360	9

Fuente: Elaboración propia.

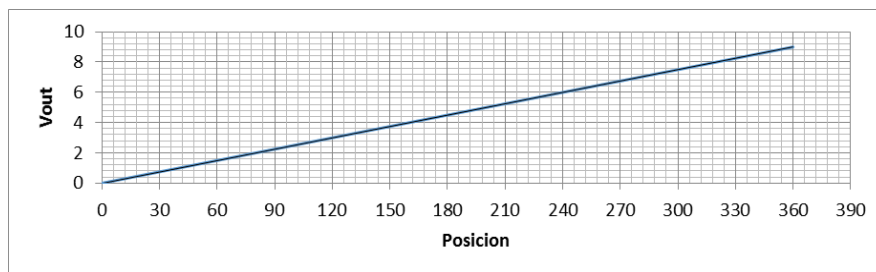


Figura 7. Trazo de comportamiento del sensor de posición.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados

Usar un software de programación gráfica como LabVIEW™, nos da la ventaja de diseñar aplicaciones con interfaces y diagramas fáciles de comprender, el control realizado para el sistema de posición DL3155M33C™ se muestra en la figura 8.

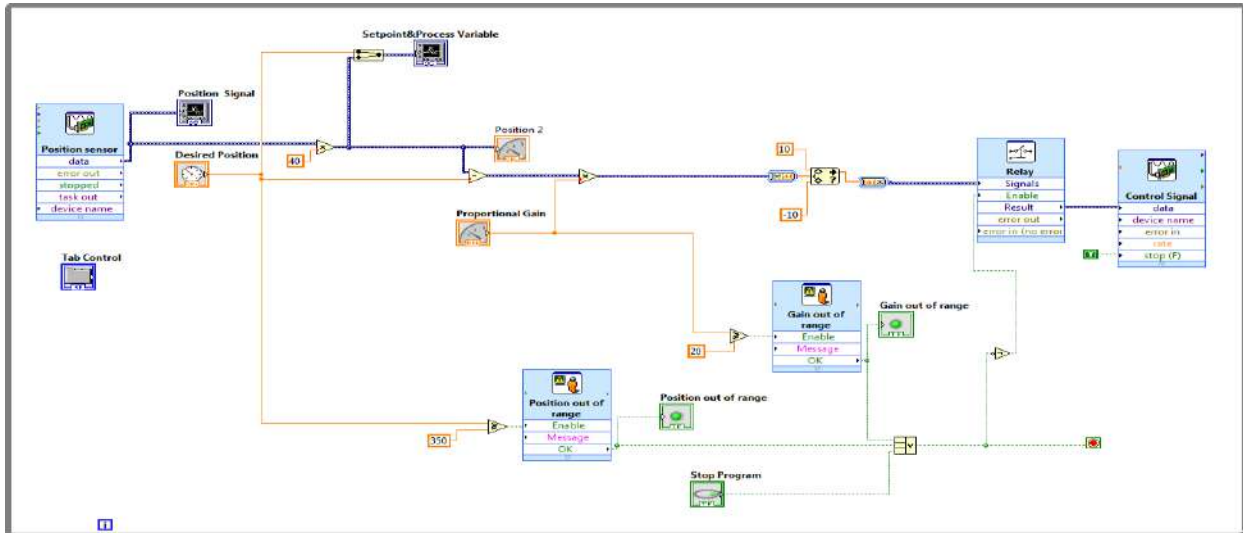


Figura 8. Diagrama del programa realizado en LabVIEW™.

Fuente: Elaboración propia.

La interfaz es amigable con el usuario y le ofrece la comodidad de tener a mano elementos visuales de acuerdo al proceso que se lleva a cabo, por lo que se realiza de manera más eficiente, como programador, es relevante decir que la adquisición de datos en LabVIEW™ con la PCIe-6321™ es un proceso muy completo, ya que este software nos permite analizar los procesos que se realizan de forma más ordenada y adecuada en el caso de la presencia de errores, lo que se convierte en una manera fácil y eficaz de programar.

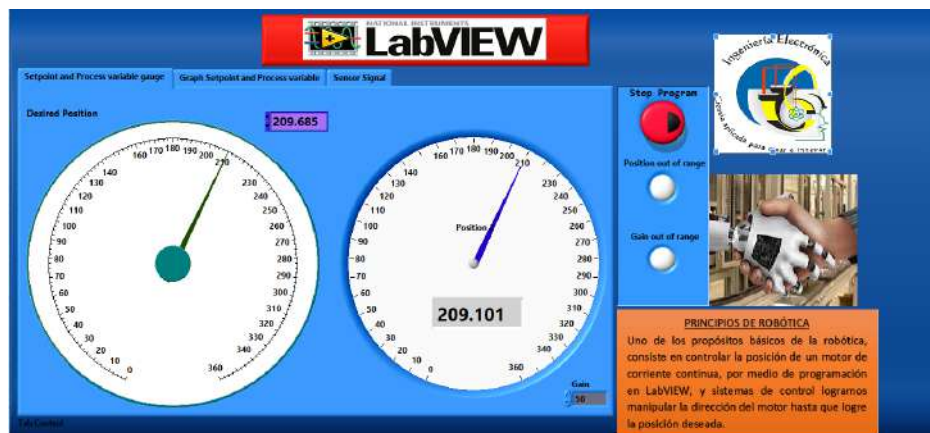


Figura 9. Interfaz desarrollada en LabVIEW™ para el control de posición.

Fuente: Elaboración propia.

La interfaz que se creó para este control con el módulo DL3155M33C™ es la que se muestra en la figura 9. Como podemos ver, la interfaz es visualmente agradable para usar y lo

más importante a destacar es que no se necesita de ningún programa externo para desarrollarla, LabVIEW™ nos ofrece las herramientas necesarias para crear grandes interfaces con elementos visuales cada vez más atractivos para el usuario que requiere de aplicaciones que puedan generarle la autonomía necesaria al usarlas.

Conclusiones

Durante la realización de este proyecto, fue importante la realización de la investigación acerca de las nuevas tecnologías sobre la adquisición de datos, y nos damos cuenta de que actualmente existe un sin número de tecnología usada para dichos fines. *National Instruments* posee muchas herramientas que nos ayudan a esta tarea, tal como lo es la tarjeta usada en el desarrollo de esta aplicación de control del sistema de posición del módulo DL3155M33C™, este módulo fue elegido por la cantidad de aplicaciones que existen industrialmente y en el campo de la investigación científica, al ser un módulo dedicado a la enseñanza estudiantil, nos abre la puerta para conocer a fondo el funcionamiento de estos mecanismos, y así poder incursionar en campos de gran alcance como lo es el de la robótica.

Es primordial resaltar que LabVIEW™ es un software que nos provee de muchas herramientas significativas, de tal forma que podemos realizar un gran número de aplicaciones que pueden ir desde el control y la adquisición de datos, así como la comunicación de sistemas que requieren mayores grados de complejidad, y que gracias a las herramientas graficas que LabVIEW™ nos ofrece, es posible llevarlas a cabo de la manera más simple y fácil de comprender.

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 2016. 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

National Instruments, (2016). *NI PCIe-6321 Adquisición de Datos de la Serie X*. Obtenido de <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/207405>.

Lajara, J. (2007). *LabVIEW Entorno grafico de programacion*. Mexico: Alfaomega Grupo Editor, S.A.

Mihura, B. (2001). *LabVIEW for data acquisition*. Upper Saddle River: Prentice Hall.

National Instruments Corporation. (2014). *NI X Series Multifunction Data Acquisition*. Recuperado el 19 de Agosto de 2016 de la direccion URL www.ni.com/datasheet/pdf/en/ds-153

Río, A. M. (2005). *LabVIEW 7.1, Programación Gráfica para el Control de Instrumentacion*. Madrid, España: Paraninfo.

Spolsky, J. (2001). *User Interface Design For Programmers*. New York City: Apress.

SISTEMA EMBEBIDO EN DISPOSITIVO PROGRAMABLE FPGA PARA MONITOREO DE SENSORES CON PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN I2C, PS/2 Y SPI

M. C. Héctor Islas Torres¹
Ing. S. Esmeralda Sánchez Armas²
Ing. Ramón Heredia García³
**Alexi Salgado Paz⁴*
Janeth M. Salas Alcántara⁵

Resumen

En el presente trabajo se da conocer el diseño de un sistema embebido en un FPGA (acrónimo de Field Programmable Gate Array), las ventajas que se ofrece referente a otros circuitos integrados. El FPGA NEXYS 4 la cual es una tarjeta de desarrollo y aprendizaje que contiene los protocolos de comunicación Inter Integrated Circuit Bus (Bus I2C), Serial Peripheral Interface (SPI), Personal System/2 (PS/2) y un puerto VGA.

El objetivo es el diseño de un entorno gráfico a través del lenguaje de descripción de hardware (VHDL) la interconexión que se da con los sensores para crear un sistema embebido donde los diferentes protocolos de comunicación interactúen entre ellos para proporcionar datos al usuario y que tome decisiones acordes a lo que observa en una pantalla.

Los resultados son una interfaz gráfica simple de un sistema que monitorea temperatura, movimiento, giro y con la opción de un periférico de entrada, en este caso, un mouse que al conectarlo a un monitor, pantalla, proyector etc. se visualice valores en tiempo real que están siendo procesados con el FPGA.

Palabras claves: Sistema embebido, FPGA, Protocolo de comunicación, VHDL.

Introducción

El presente trabajo tiene como tema los sistemas embebidos, a pesar de no ser muy nombrados están en muchas partes, en realidad, es difícil encontrar algún dispositivo cuyo funcionamiento no esté basado en algún sistema embebido, desde vehículos hasta teléfonos celulares e incluso en algunos electrodomésticos comunes como refrigeradores y hornos microondas. Las principales características de este tipo de sistemas son el bajo costo y consumo de potencia.

La rápida evolución que ha tenido la electrónica digital y el impacto en el mercado de este tipo de sistemas ha hecho que se preste especial interés en las características de los dispositivos FPGA (del inglés Field Programmable Gate Array).

Actualmente esta tecnología FPGA se está utilizando para:

1. Control de ADC y DAC.
2. Procesamiento digital de señales.
3. Interfaces de comunicación de sistemas generales.

¹ Maestro en Ciencias en Enseñanza de las Ciencias, Docente del Instituto Tecnológico de Tehuacán, hecislant@yahoo.com.mx.

² Ingeniera Electrónica, Docente de la Universidad Tecnológica de Tehuacán esalilu23@yahoo.com.mx.

³ Ingeniero Industrial, Docente del Instituto Tecnológico de Tehuacán, ramhg2004@yahoo.com.mx.

⁴ Estudiante de la Licenciatura de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Tehuacán, alexikacy@gmail.com

⁵ Estudiante de la Licenciatura de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Tehuacán, monisal1101@gmail.com.

La obtención de un sistema basado en FPGA que integre todas estas funcionalidades, incluso lograr que tales desarrollos puedan servir de manera general en diversas aplicaciones, la tendencia ha sido la creación de módulos independientes para aplicaciones específicas e interconectarlas entre sí

El problema fundamental de esto radica en que los módulos obtenidos son muy específicos, y su reutilización sobre todo la sincronización los módulos en aplicaciones diferentes es compleja, además de que los tiempos de desarrollo y puesta a punto de los mismos son considerablemente elevados y aún continúa siendo largo el camino a transitar para obtener el sistema que integre las funcionalidades de digitalización, procesamiento de señales y comunicación. Este problema se podría hipotéticamente resolver embebiendo en la FPGA un sistema operativo que incluya los controladores genéricos para manejar los periféricos necesarios del sistema integral que se pretende alcanzar. Los objetivos en esta investigación consisten en una FPGA, en particular la tarjeta NEXYS 4 y probar la ejecución del diseño de los diferentes protocolos de comunicación.

Entre las muchas aplicaciones de los FPGAs en el campo de los sistemas embebidos está el desarrollo de interfaces para el monitoreo y control de procesos remotos, una de las ideas válidas sería la utilización de un servidor web que recolecte los datos provenientes de un sistema de sensores, presentando la información en forma coherente e intuitiva, para que, de forma automática o supervisada se accionen un conjunto de actuadores según sea necesario.

Planteamiento del Problema

Actualmente se desea monitorear sistemas de control los cuales usan diferentes protocolos de comunicación, haciendo que algunos de los dispositivos sean incompatibles o que el sistema sea lento al procesar los datos.

Se requieren dispositivos más veloces en la captura de datos que no consuman demasiada energía y recursos cuando estos no se estén usando.

Objetivo

Diseñar un sistema embebido con interfaz gráfica y opción para periférico de entrada utilizando los diferentes protocolos de comunicación descritos en VHDL.

Marco Teórico

FPGA

Por sus siglas en ingles Field Programmable Gate Array(FPGA) son chips de silicio reprogramables. Al utilizar bloques de lógica pre-construidos y recursos para ruteo programables, estos chips se pueden configurar para implementar funcionalidades personalizadas en hardware sin tener que utilizar una tablilla de prototipos o un caudín. Sólo deberá desarrollar tareas de cómputo digital en software y compilarlas en un archivo de configuración o bitstream que contenga información de cómo deben conectarse los componentes. Además, los FPGAs son completamente reconfigurables y al instante toman una nueva "personalidad". Anteriormente sólo los ingenieros con un profundo entendimiento de diseño de hardware digital podían trabajar con la tecnología FPGA. Sin embargo, el aumento de herramientas de diseño de alto nivel está cambiando las reglas de programación de FPGAs, con nuevas tecnologías que convierten los diagramas a bloques gráficos, o hasta el código ANSI C a circuitos de hardware digital, en la figura 1 se observa como es internamente un FPGA.

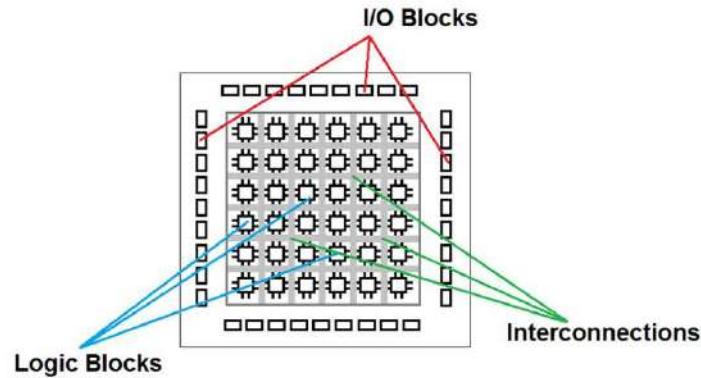


Figura 1. Chip FPGA.

Fuente: What is FPGA commonvisionblox.com

La adopción de chips FPGA en la industria ha sido impulsada por el hecho de que los FPGAs combinan lo mejor de los ASICs y de los sistemas basados en procesadores. Ofrecen velocidades temporizadas por hardware y fiabilidad, pero sin requerir altos volúmenes de recursos para compensar el gran gasto que genera un diseño personalizado de ASIC. El silicio reprogramable tiene la misma capacidad de ajustarse que un software que se ejecuta en un sistema basado en procesadores, pero no está limitado por el número de núcleos disponibles. A diferencia de los procesadores, los FPGAs llevan a cabo diferentes operaciones de manera paralela, por lo que éstas no necesitan competir por los mismos recursos. Cada tarea de procesos independientes se asigna a una sección dedicada del chip, y puede ejecutarse de manera autónoma sin ser afectada por otros bloques de lógica. Como resultado, el rendimiento de una parte de la aplicación no se ve afectado cuando se agregan otros procesos.

Beneficios de la tecnología FPGA

1. *Rendimiento:* Aprovechando del paralelismo del hardware, los FPGAs exceden la potencia de cómputo de los procesadores digitales de señales (DSPs) rompiendo el paradigma de ejecución secuencial y logrando más en cada ciclo de reloj, una destacada firma analista que realiza evaluaciones de referencia, lanzó evaluaciones mostrando cómo los FPGAs pueden entregar significativamente más potencia de procesamiento por dólar que una solución de DSP en algunas aplicaciones. El controlar entradas y salidas (E/S) a nivel de hardware ofrece tiempos de respuesta más veloces y funcionalidad especializada que coincide con los requerimientos de una aplicación.
2. *Tiempo en llegar al mercado:* La tecnología FPGA ofrece flexibilidad y capacidades de rápido desarrollo de prototipos para enfrentar los retos de que un producto se libere tarde al mercado, puede probar una idea o un concepto y verificarlo en hardware sin tener que pasar por el largo proceso de fabricación por el que pasa un diseño personalizado de ASIC³. Posteriormente podrá implementar cambios y realizar iteraciones de un diseño FPGA en cuestión de horas en vez de semanas. También existe hardware comercial listo para usarse (COTS) con diferentes tipos de E/S ya conectados a un chip FPGA programable por el usuario. El aumento en disponibilidad de herramientas de software de alto nivel disminuye la curva de aprendizaje con niveles de abstracción. Estas herramientas frecuentemente incluyen importantes núcleos IP (funciones pre-construidas) para control avanzado y procesamiento de señales.
3. *Precio:* El precio de la ingeniería no recurrente de un diseño personalizado ASIC excede considerablemente al de las soluciones de hardware basadas en FPGA. La fuerte inversión inicial de los ASICs es fácilmente justificable para los fabricantes de equipos originales que embarcan miles de chips por año, pero muchos usuarios finales necesitan

la funcionalidad de un hardware personalizado para decenas o cientos de sistemas en desarrollo. La misma naturaleza programable del silicio implica que no hay precio de fabricación o largo plazos de ejecución de ensamblado. Los requerimientos de un sistema van cambiando con el tiempo, y el precio de cambiar incrementalmente los diseños FPGA es insignificante al compararlo con el precio de implementar cambios en un ASIC antes de su lanzamiento.

4. *Fiabilidad:* Las herramientas de software ofrecen un entorno de programación, los circuitos de un FPGA son una implementación segura de la ejecución de un programa. Los sistemas basados en procesadores frecuentemente implican varios niveles de abstracción para auxiliar a programar las tareas y compartir los recursos entre procesos múltiples. El software a nivel driver se encarga de administrar los recursos de hardware y el sistema operativo administra la memoria y el ancho de banda del procesador. El núcleo de un procesador sólo puede ejecutar una instrucción a la vez, y los sistemas basados en procesadores están siempre en riesgo de que sus tareas se obstruyan entre sí. Los FPGAs, que no necesitan sistemas operativos, minimizan los retos de fiabilidad con ejecución paralela y hardware preciso dedicado a cada tarea.
5. *Mantenimiento a largo plazo:* Como se mencionó anteriormente, los chips FPGA son actualizables en campo y no requieren el tiempo y el precio que implica rediseñar un ASIC. Los protocolos de comunicación digital, por ejemplo, tienen especificaciones que podrían cambiar con el tiempo, y las interfaces basadas en ASICs podrían causar retos de mantenimiento y habilidad de actualización. Los chips FPGA, al ser reconfigurables, son capaces de mantenerse al tanto con modificaciones a futuro que pudieran ser necesarias. Mientras el producto o sistema se va desarrollando, usted puede implementarle mejoras funcionales sin la necesidad de invertir tiempo rediseñando el hardware o modificando el diseño de la tarjeta.

VHDL

VHDL es un lenguaje de descripción de hardware adoptado como estándar por la IEEE en 1987. El acrónimo VHDL se constituye por VHSIC de Very High Speed Integrated Circuit (Circuito Integrado de muy alta velocidad) y HDL, que significa Lenguaje para la Descripción de Hardware. Fue desarrollado en los años 80 por el departamento de defensa de los EU, quienes fueron los primeros en usarlo para documentación, modelado y simulación de dispositivos electrónicos. Este lenguaje permite el diseño modular y jerárquico de sistemas electrónicos, además de incluir diferentes niveles de abstracción al describir un diseño digital.

Protocolos de Comunicación

El protocolo es el lenguaje con que se comunican los dispositivos de una red. Es decir, la forma en la que los dispositivos intercambian información. Por ejemplo, dos computadoras conectadas en la misma red, pero con protocolos diferentes no podrían comunicarse jamás, para ello, es necesario que ambas se comuniquen de la misma forma.

Podemos definir de lo anterior, que un protocolo es un conjunto de convenciones relacionadas al formato de datos, métodos de transmisión, topología de red, accesos de bus y procedimientos de control en general necesarios para la comunicación entre dos o más equipos o servicios.

SPI

El Bus SPI (del inglés Serial Peripheral Interface) es un estándar de comunicación usado principalmente para la transferencia de información entre circuitos integrados, es un estándar para controlar casi cualquier electrónica digital que acepte in flujo de bits serie controlado por una señal de reloj.

Incluye una línea de reloj, un dato entrante, dato saliente y un pin de chip de selección, que conecta o desconecta una operación del dispositivo que desea comunicarse. De esta manera se permite multiplexar las líneas o señales de reloj.

Los sistemas digitales tienen periféricos que necesitan existir, pero no necesariamente ser rápidos, las ventajas de un bus serie es que minimiza el número de pines y el tamaño del circuito integrado. Esto reduce el coste de fabricar montar y probar la electrónica. Un bus de periféricos serie es la opción más flexible cuando muchos tipos diferentes de periféricos serie están presentes. El hardware consiste en señales de reloj, data in, data out y chip select para cada circuito integrado que tiene que ser controlado. Casi cualquier dispositivo digital puede ser controlado con esta combinación de señales. Los dispositivos se diferencian en un número predecible de formas. Unos leen el dato cuando el reloj sube otros cuando el reloj baja. Algunos lo leen en el flanco de subida del reloj y otros en el flanco de bajada. Escribir es casi siempre en la dirección opuesta de la dirección de movimiento del reloj. Algunos dispositivos tienen dos relojes. Uno para capturar o mostrar los datos y el otro para el dispositivo interno.

Ventajas

- Comunicación Full-Duplex.
- Mayor velocidad de transmisión que I2C.
- Su implementación en hardware es simple.
- Como mucho una única señal específica para cada esclavo (señal SS), las demás señales pueden ser compartidas.

Desventajas

- Consume más terminales en cada chip que I2C.
- No hay control de flujo por hardware.
- No hay comunicación al envío de datos maestro-esclavo.
- Solo funciona en distancias cortas como por ejemplo RS-232, RS-485.

I2C

El bus I2C es una interfaz en serie que solo requiere dos líneas, una corresponde a datos (SDA) y la otra a sincronización (SCL). Cada dispositivo conectado al bus es direccionado por software por una única dirección y simples relaciones maestro-esclavo.

Philips Semiconductors desarrolló el bus de dos cables Inter IntegratedCircuits Bus para la comunicación entre circuitos integrados (IC's) en 1980 y desde entonces, se ha convertido en el bus serial estándar, implementado en un gran número de IC's y con licencias otorgadas a más de 50 compañías con un total de 1,000 dispositivos compatibles I2C. Originalmente fue especificado para una velocidad de 100 Kbit/s e intencionalmente para control simple y señales de estatus, simplificar las conexiones entre los periféricos, aumentar la inmunidad al ruido, y debido a su bajo costo, su versatilidad técnica y su simplicidad le han asegurado gran popularidad.

El bus serie I2C ha sido extendido para soportar velocidades de hasta 3,4 Mbit/s. Esto combinado con una función de desplazamiento del nivel de voltaje, en modo High-speed (Hs-mode) ofrece una solución ideal para los sistemas de tecnología mixta, donde las altas velocidades y la variedad de voltajes (5 V, 3V o menor) son comúnmente usadas.

PS/2

La comunicación de un sistema con un dispositivo auxiliar PS/2 se realiza en forma serial a través de dos líneas bidireccionales, CLOCK y DATOS. Para esto, es necesario cumplir con características en cuanto a tiempo y tipo de envío para la transmisión de datos. En la figura 2 se muestra el funcionamiento.

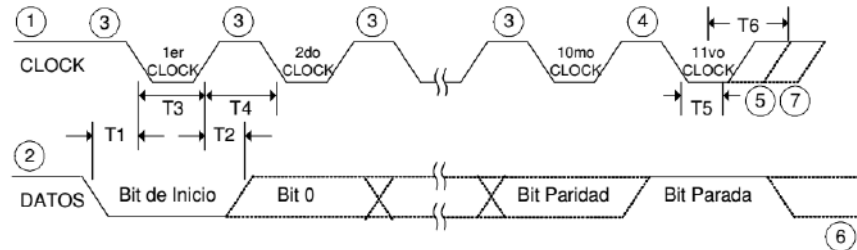


Figura 2 Diagrama de tiempos de un dispositivo PS/2.

Fuente: Mouse at-PS/2 interfaz y funciones v1.2

1. El dispositivo comprueba la línea de reloj: CLOCK. Si la línea está inactiva, la salida del dispositivo está inactiva.
2. El dispositivo comprueba a línea de datos: DATOS. Si la señal está inactiva, el controlador recibe los datos.
3. Se comprueba la línea CLOCK durante la transmisión en intervalos que no excedan los 100µs. El sistema puede terminar la transmisión en cualquier momento durante los primeros 10 ciclos de reloj.
4. Una comprobación final para terminar la transmisión 5µs después del 10ms ciclo de reloj.
5. El sistema puede mantener la señal de reloj CLOCK inactiva para la siguiente transmisión.
6. El sistema puede forzar a '1' o a '0' la línea de DATOS si tiene un byte que transmitir.

Metodología

Se genera una idea con la información obtenida de cómo funcionan los protocolos, se elige el lenguaje VHDL, se hacen diseños basados en esquemáticos y se procede a una simulación para la verificación de posibles resultados.

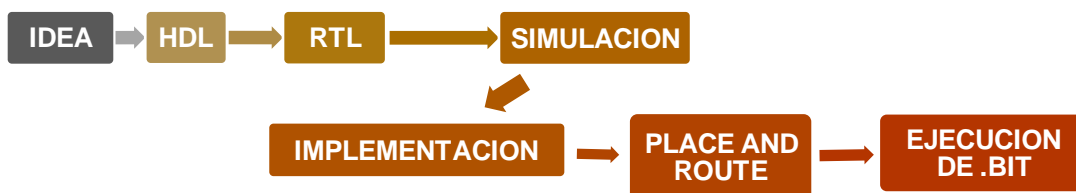


Figura 3. Proceso de diseño para el sistema de monitoreo.

Fuente: Elaboración propia.

- Idea del funcionamiento de cada uno de los protocolos, función de reloj y sincronización de datos.
- Elección de lenguaje de descripción de hardware VHDL o Verilog, para programar la tarjeta existen dos lenguajes y VHDL será el utilizado. En este paso se escribe el código por separado de cada protocolo de comunicación.

- Nivel de esquemático, se observa una vez escrito el código y sintetizado con la herramienta de software que proporciona el fabricante de la tarjeta NEXYS 4.
- Simulación de los posibles valores que se obtienen al usar los sensores.
- Implementación: El software VIVADO® después de la simulación crea posibles conexiones.
- Place and Route. El diseñador elije la dirección, el camino posible que puede conectar internamente los sensores.
- .BIT Se hace la transferencia de un archivo creado por VIVADO® a la tarjeta FPGA. En la figura 4 se muestra el FPGA y sus correspondientes elementos.

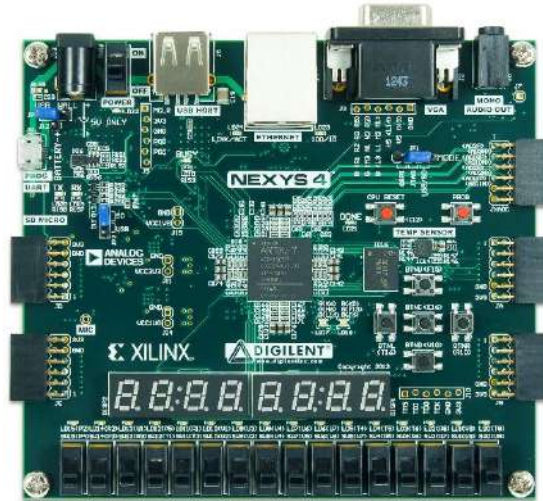


Figura 4. FPGA NEXYS 4
Fuente: Digilent Store FPGAs.

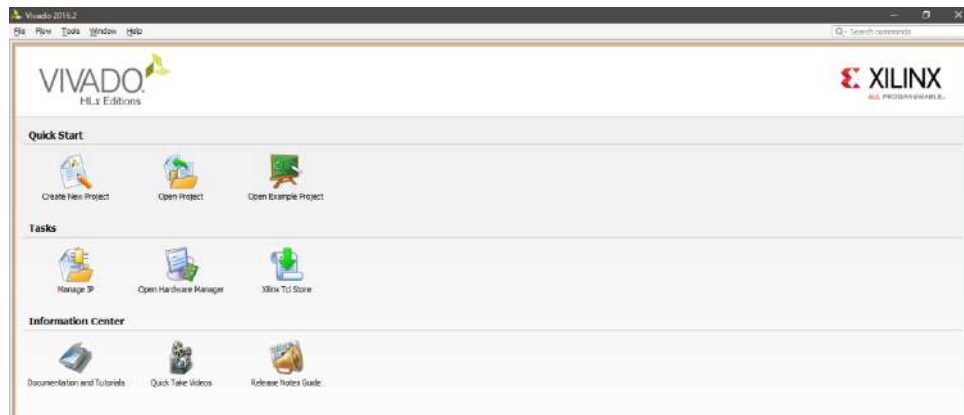


Figura 5. VIVADO® SOFTWARE DE DISEÑO EN HDL

En la figura 5 se observa el software de VIVADO® el cual es usado para sintetizar el código, crear los RTL y el enrutamiento de las conexiones.

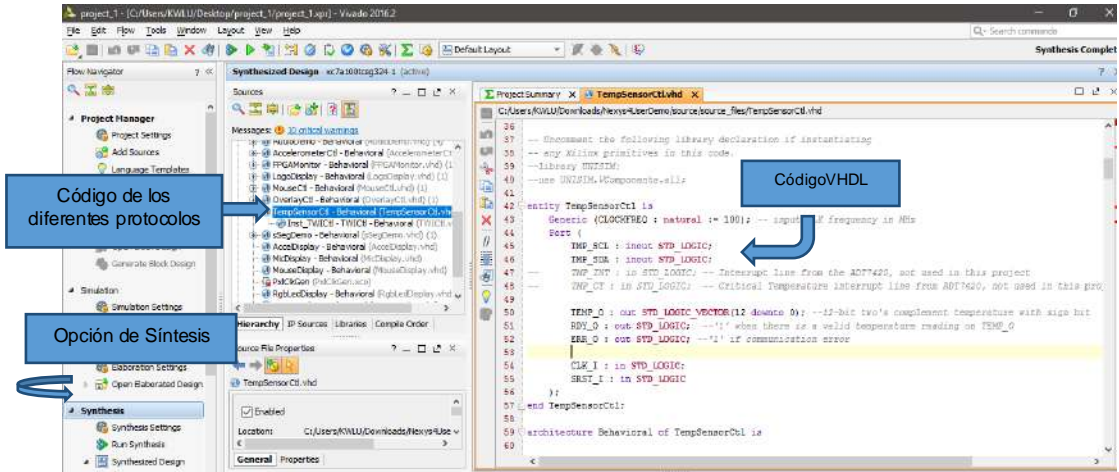


Figura 6. Interfaz de VIVADO® para la síntesis y RTL del diseño.

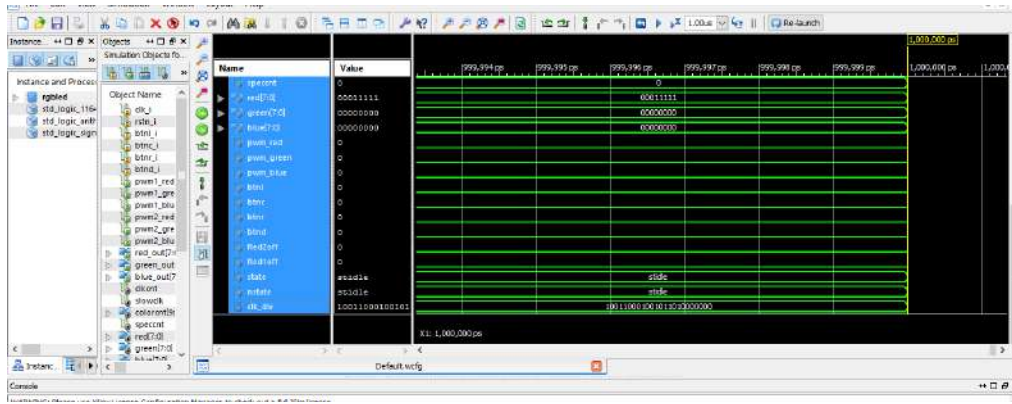


Figura 7. Simulación del Diseño.

Fuente: Elaboración Propia.

Después de la simulación de la figura 7 y observar un funcionamiento correcto de los sensores se efectúa el enrutamiento en la figura 8.

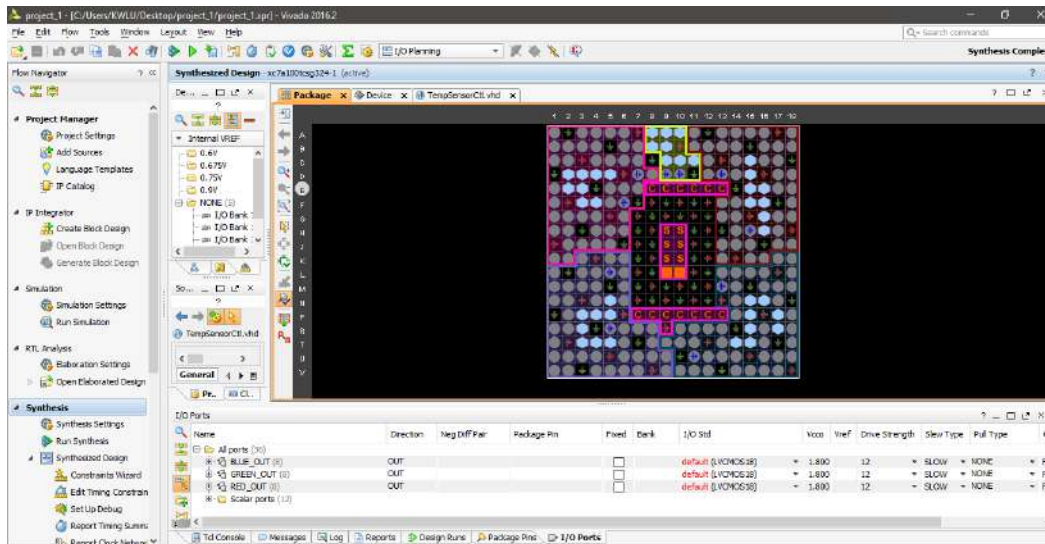


Figura 8. Enrutamiento.

Resultados

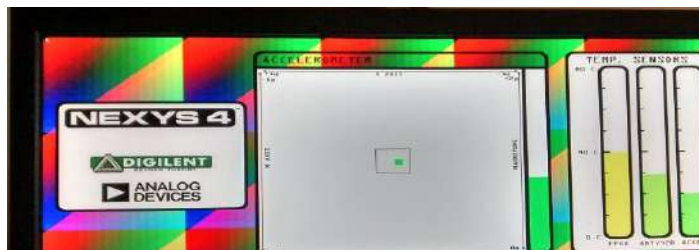


Figura 9. Interfaz gráfica de monitoreo de sensores.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 9 se observa como están en conjunto los diferentes sensores que utilizan protocolos de comunicación diferentes.

Conclusiones

Al elegir un lenguaje HDL, dado que trabaja a nivel de hardware se puede moldear el sistema que estamos diseñando a nuestras necesidades, un FPGA al tener la capacidad de ejecutar procesos en paralelo lo que hace más eficiente al sistema, el código implementado se ejecuta de una manera totalmente diferente a como se ejecutaría en un microcontrolador dado que este ejecuta cada instrucción de manera secuencial. Cuando un FPGA trabaja, los recursos que no se estén utilizando no interfieren en el consumo de energía, la velocidad de procesamiento es mayor porque internamente las celdas se encuentran conectadas entre sí y mediante el diseño se puede elegir la ruta más viable para conectar las celdas entre sí, otra gran ventaja es la reconfiguración que tiene, el usuario solo tiene cargar su programa al FPGA y conectar sus dispositivos periféricos si es que son necesarios.

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 2016. 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

- National Instruments. (s.f.). *Introducción a la Tecnología FPGA: Los Cinco Beneficios Principales*. Obtenido de <http://www.ni.com/white-paper/6984/es/>
- Spolsky, J. (2001). *User Interface Design For Programmers*. New York City: Apress.
- Eswari, B., Ponmagal, N., Preethi, K., & Sreejeesh, S. (2013). Implementation of I2C master bus controller on FPGA. En *IEEE (Ed.), Communications and Signal Processing, (ICCSP 2013 International Conference, (p. 681) Melmaruvathur. DOI:10.1109/iccsp.2013.6577141*
- Stat Market Research. (April 2006). *The Field-Programmable Gate Array (FPGA): Expanding Its Boundaries*, In Stat Market Research.
- Thompson, M. (Febrero 7 de 2004). *FPGAs accelerate time to market for industrial designs*, Obtenido de EE Times <http://www.us.design-reuse.com/articles/8190/fpgas-accelerate-time-to-market-for-industrial-designs.html>

PROGRAMA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO CONFORME A LA NORMA ISO 45001

** Martín Erick Romero Pérez¹*

Ingeniería y Tecnología

Resumen

La Seguridad y Salud en el Trabajo, en las Instituciones de Educación Superior en México es un tema en el cual pocas administraciones gestionan de manera adecuada conforme a la ley, no obstante la competitividad educativa que hoy en día existe por parte de las Instituciones de Educación Superior obliga a las mismas estar en constante crecimiento y mejora continua.

Este trabajo de investigación está enfocado en realizar un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme la ISO 45001, para la certificación en el Instituto Tecnológico de Tehuacán partiendo de la premisa que la Seguridad y Salud en el trabajo hoy en día constituye uno de los pilares fundamentales en toda organización competitiva a nivel mundial. Por otra parte con la aplicación de enfoques basado en la gestión de riesgos se estudiarán, analizarán, cuantificarán y jerarquizarán los tipos de riesgos que existen en las diversas actividades realizadas en el Instituto Tecnológico de Tehuacán.

Palabras claves : Sistema de Gestión, Seguridad Industrial, Salud en el Trabajo, Riesgo.

Introducción

La Seguridad y Salud en el Trabajo (SyST) se ha convertido en uno de los pilares principales en toda organización, los cuales están regidas por requerimientos normativos a los cuales se deben de cumplir. Éste es de suma importancia para lo cual es necesario incluirlo dentro de los modelos organizacionales para incrementar la competitividad de las instituciones.

En algunas organizaciones sus políticas internas de Seguridad como “CERO ACCIDENTES” es lo más resaltante, esto es de gran importancia, que dirigido de manera correcta incrementa la plusvalía de la organización, que al ocuparse del trabajador, contratista o visitante hace distinguir la responsabilidad y seriedad de una organización de trabajo, que en el momento de implementarlo garantiza un ambiente de trabajo que le brinde seguridad, salud y conformidad. La Seguridad en una organización de trabajo comienza con un proceso riguroso de culturización, abarcando desde la protección personal hasta la forma de realizar cada una de las actividades en el área de trabajo, es seguridad tanto de personas como de materiales y equipo e incluso calidad de trabajo, siguiendo y cumpliendo las normas establecidas por la organización.

La característica principal de los modelos de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo es el involucramiento y grado de culturización de los directivos, para que este pueda ser aplicado de manera efectiva y los resultados sean tangibles.

Al mentalizar que el trabajador y la comunidad estudiantil son los recursos más valiosos de la organización e inculcarle una cultura de seguridad personal y de grupo, se obtendrá un

¹ Ingeniero en Mecánica. Estudiante de la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, martin.romeroperez.mr@gmail.com

mejor índice de servicio y se reducirían los gastos provocados por una mala gestión del programa, debido a la baja de los índices de accidentabilidad y el cumplimiento riguroso a la normatividad vigente.

La SyST en el Instituto Tecnológico de Tehuacán es un tema de gran importancia ya que además de prevenir accidentes o incidentes tanto al personal administrativo, alumnado e instalaciones la competitividad de la organización a nivel nacional e internacional sería notoria indudablemente.

Uno de los ejes principales de la presente investigación, es el análisis de los riesgos de trabajo en los distintos puestos laborales así como en los diferentes procesos que se llevan a cabo dentro de la misma.

Planteamiento del Problema

Debido a la gran competitividad que hoy en día existe en toda organización y a incrementar la cultura de mejora continua en la educación se tiene la necesidad de proponer un modelo de Seguridad y Salud en el trabajo. Todo mundo desea un lugar de trabajo seguro y saludable, pero lo que cada persona está dispuesta a hacer para lograr este útil objetivo puede variar mucho.

El comportamiento del trabajador es el determinante más importante de su seguridad, pero dicho comportamiento por sí solo no puede hacer que un trabajo peligroso sea seguro. Administrar utilizando las mejores normas nacionales e internacionales de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SyST) es la mejor forma de prevenir accidentes de trabajo, enfermedades laborales y otros problemas de salud en el ambiente profesional.

Aunque son muchas las empresas que disponen de sistemas de gestión de la calidad SGC (Quality Management Systems - QMS), sistemas de gestión del medio ambiente SGMA (Environmental Management Systems - EMS) y sistemas de seguridad y salud en el Trabajo - SGS (Occupational Health and Safety Management Systems - OH&SMS), sin embargo, son muchas menos las que han conseguido desarrollar un efectivo sistema integrado de gestión SIG (Integrated Management System - IMS).

El Tecnológico Nacional de México constituido por 266 Instituciones, el cual el Instituto Tecnológico de Tehuacán está ubicado dentro de las 23 mejores instituciones de educación superior a nivel nacional, para ello cuenta con un amplio personal administrativo y docente, que intervienen en los diversos procesos estratégicos que se realizan dentro de las instalaciones de la organización. Todo esto conlleva a exponer a las personas que trabajan así como a la comunidad estudiantil a los peligros generados por el desarrollo de sus diferentes actividades.

Actualmente el Instituto Tecnológico de Tehuacán no cuenta con un adecuado sistema de gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (SyST), así como la identificación de peligros y evaluación de riesgos, derivado de las diversas actividades que se desarrollan en la organización. Por ello la importancia de esta investigación con lo cual se pretende implementar el sistema de gestión en SyST logrando así como la minimización de los riesgos e incidentes dentro de la organización.

Objetivo

Realizar un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo, identificando y evaluando los distintos riesgos laborales para certificación del Instituto Tecnológico de Tehuacán conforme a la norma ISO 45001.

Objetivos Específicos

1. Realizar un diagnóstico de las condiciones de seguridad y salud del Instituto Tecnológico de Tehuacán.
2. Desarrollar indicadores de medición para la administración de riesgos laborales.
3. Desarrollar matrices para la identificación de peligros y evaluación de riesgos.

Preguntas de Investigación

1. ¿Cuál es la situación actual en Seguridad y Salud en el Trabajo del Instituto Tecnológico de Tehuacán?
2. ¿Cómo influye en la organización la educación y capacitación en Seguridad y Salud en el Trabajo?
3. ¿Cuáles son los peligros y riesgos que existen en el Instituto Tecnológico de Tehuacán?

Marco Teórico

Como antecedente general contamos con la OHSAS 18001 que fue emitida oficialmente en abril de 1999 y ha sido desarrollada para ser compatible con ISO 9000 e ISO 1400, siendo la Organización Internacional para la Estandarización (ISO).

Existe también la guía para su implantación denominada OHSAS 18002. OHSAS 18001 se ha basado en la norma británica BS 8800 “Normas guía para la gestión de los sistemas de seguridad y salud en el trabajo” publicada en 1997, que representa una ayuda para la implantación del sistema de gestión de seguridad y salud laboral.

La diferencia entre la BS 8800 y la OHSAS 18001 es que la primera no tiene como objetivo la consecución de la certificación lo cual hace que se desarrollen diferentes esquemas para su aprobación, mientras que la OHSAS unifica tales esquemas y crea un estándar fácilmente Los estándares OHSAS sobre gestión de la SyST tienen como finalidad proporcionar a las organizaciones los elementos de un sistema de gestión de la SyST eficaz que puedan ser integrados con otros requisitos de gestión, y para ayudar a las organizaciones a lograr los objetivos de SyST y económicos.

Estos estándares, al igual que otras normas internacionales, no tienen como fin ser usados para crear barreras comerciales no arancelarias, o para incrementar o cambiar las obligaciones legales de una organización.

Éste estándar OHSAS especifica los requisitos para un sistema de gestión de la SyST que permita a una organización desarrollar e implementar una política y unos objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales y la información sobre los riesgos para la SyST.

Pretende ser aplicable a todos los tipos y tamaños de organizaciones y ajustarse a diversas condiciones geográficas, culturales y sociales. El éxito del sistema depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización y especialmente de la alta dirección. Un sistema de éste tipo permite a una organización desarrollar una política de SyST, establecer objetivos y procesos para alcanzar los compromisos de la política, tomar las acciones necesarias para mejorar su desempeño y demostrar la conformidad del sistema con los requisitos de éste estándar OHSAS.

El objetivo global de éste estándar OHSAS es apoyar y promover las buenas prácticas en SyST en equilibrio con las necesidades socioeconómicas. Debería resaltarse que muchos de los requisitos pueden ser aplicados simultáneamente, o reconsiderados en cualquier momento. Existe una diferencia importante entre este estándar OHSAS, que describe los requisitos para el sistema de gestión de la SST de una organización y que se puede usar para certificación/registro y/o la autodeclaración de un sistema de gestión de la SST de una organización, y una directriz no certificable destinada a proporcionar asistencia genérica a una organización para establecer, implementar o mejorar un sistema de gestión de la SST.

La gestión de la SST abarca una serie completa de temas, incluidos aquellos con implicaciones estratégicas y competitivas. El demostrar que éste estándar OHSAS se ha implementado con éxito puede servir para que una organización garantice a las partes interesadas que cuenta con un sistema de gestión de la SST apropiado. (Norma OHSAS 18001:2007 Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo-Requisitos)

Éste estándar OHSAS 18001:2007 se basa en la metodología conocida como Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA). La metodología PHVA se puede describir brevemente en la siguiente figura:

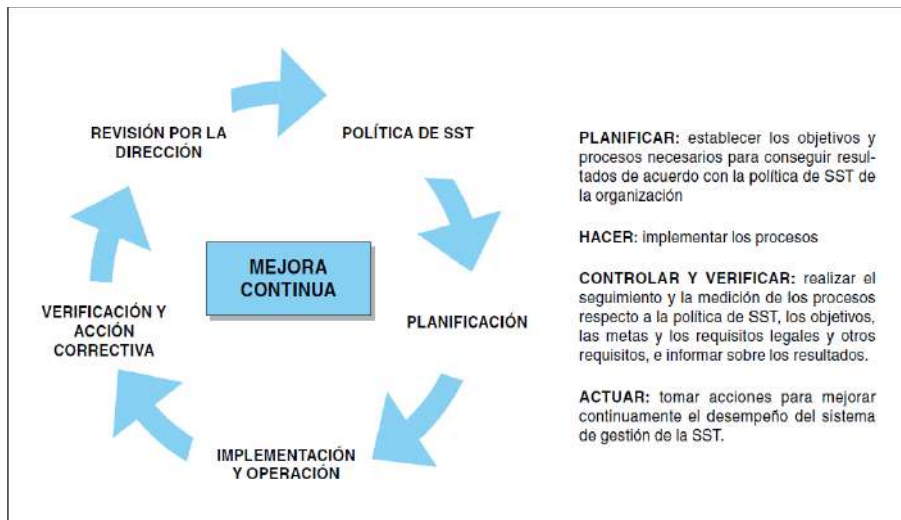


Figura 1. Modelo de sistema de gestión de la SST para el estándar OHSAS.
(Fuente: Bestratén Belloví, Sánchez Toledo, & Villa Martínez, 201)

Muchas organizaciones gestionan sus operaciones por medio de la aplicación de un sistema de procesos y sus interacciones, que se puede denominar como “enfoque basado en procesos”.

La norma ISO 9001 promueve el uso del enfoque basado en procesos. Ya que la metodología PHVA se puede aplicar a todos los procesos, las dos metodologías se consideran compatibles. Éste estándar OHSAS contiene requisitos que pueden ser auditados objetivamente; sin embargo, no establece requisitos absolutos para el desempeño de la SyST más allá de los compromisos incluidos en la política de SyST, de cumplir con los requisitos legales aplicables y con otros requisitos que la organización suscriba para la prevención de daños y del deterioro de la salud y de la mejora continua.

Por tanto, dos organizaciones que realizan actividades similares con diferente desempeño de la SyST pueden ambas cumplir con sus requisitos. Éste estándar OHSAS no incluye requisitos específicos para otros sistemas de gestión, tales como los relativos a la gestión de la calidad, gestión ambiental, gestión de la seguridad o gestión financiera, aunque sus elementos pueden alinearse o integrarse con los de otros sistemas de gestión.

Es posible que una organización adapte su sistema o sistemas de gestión existentes para establecer un sistema de gestión de la SyST que sea conforme con los requisitos de este estándar OHSAS sin embargo, se señala que la aplicación de los distintos elementos del sistema de gestión podría variar dependiendo del propósito previsto y de las diferentes partes interesadas involucradas.

El nivel de detalle y complejidad del sistema de gestión de la SyST, la extensión de la documentación y los recursos que se dedican dependen de varios factores tales como el alcance del sistema, el tamaño de la organización, la naturaleza de sus actividades, productos y servicios y la cultura de la organización. Este podría ser el caso en particular de las pequeñas y medianas empresas.

Éste estándar de la Serie de Evaluación de la Seguridad y Salud en el Trabajo (OHSAS) especifica los requisitos para un sistema de gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SyST), destinados a permitir que una organización controle sus riesgos para la SST y mejore su desempeño de la SyST. No establece criterios de desempeño de la SyST ni proporciona especificaciones detalladas para el diseño de un sistema de gestión.

Éste estándar OHSAS se aplica a cualquier organización que desee:

1. Establecer un sistema de gestión de la SyST para eliminar o minimizar los riesgos al personal y a otras partes interesadas que podrían estar expuestas a peligros para la SyST asociados con sus actividades;
2. Implementar, mantener y mejorar de manera continua un sistema de gestión de la SyST;
3. Asegurarse de su conformidad con su política de SyST establecida;
4. Demostrar la conformidad con éste estándar OHSAS por:
 - a. la realización de una autoevaluación y autodeclaración; o
 - b. la búsqueda de confirmación de dicha conformidad por las partes interesadas en la organización, tales como clientes; o
 - c. la búsqueda de confirmación de su autodeclaración por una parte externa a la organización; o
 - d. la búsqueda de la certificación/registro de su sistema de gestión de la SyST por una organización externa.

Todos los requisitos de este estándar OHSAS tiene como fin su incorporación a cualquier sistema de gestión de la SyST. Su grado de aplicación depende de factores tales como la política de SyST de la organización, la naturaleza de sus actividades y los riesgos y la complejidad de sus operaciones.

Éste estándar OHSAS está previsto para tratar la seguridad y salud en el trabajo, y no otras áreas de la seguridad y salud como programas para el bienestar de los empleados, seguridad de los productos, daños a la propiedad o impactos ambientales. (Norma OHSAS 18001:2007 Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo-Requisitos)

Metodología

El modelo de investigación es un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), la cual implica proceso de recolección y análisis de información, realizando la investigación de campo y documental.

La población que tomaremos para el análisis de este proyecto es al personal estudiantil así como docentes y administrativos del Instituto Tecnológico de Tehuacán.

Tabla 1. Tabla de muestreo para evaluación. (Guía para la evaluación del cumplimiento de la normatividad en seguridad y salud en el trabajo)

Tabla de Muestreo por Selección Aleatoria

	Industria	Comercio	Servicios	No. de Supervisores	No. de Trabajadores
Microempresa	0-10	0-10	0-10	0	1
Pequeña empresa	11-50	11-30	11-50	1	2
Mediana empresa	51-250	31-100	51-100	1 hasta por cada 100 trabajadores	3 hasta por cada 100 trabajadores
Gran empresa	Más de 251	Más de 101	Más de 101	1 hasta por cada 100 trabajadores	3 hasta por cada 100 trabajadores

Se empleará el Método Empírico; debido a las observaciones que se realizarán en los diferentes puestos de trabajo y actividades sobre el comportamiento de las personas.

Técnicas; se aplicarán las técnicas de encuesta, entrevista.

“El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población.”(Hernández, Sampieri, 2012)

Se plantearán preguntas relacionadas con la problemática planteada, donde se observarán los hechos que afecta a este estudio con el fin de reconstruir las partes que conforman el problema. La información a recopilar será de los diferentes departamentos y áreas

del Instituto Tecnológico de Tehuacán, la cual se realizará un análisis estadístico para la aplicación de metodologías y técnicas en el mejoramiento de la Seguridad y Salud en el Trabajo. De igual manera obtendremos indicadores de medición para el establecimiento de objetivos.

“El enfoque cualitativo, por lo común, se utiliza primero para descubrir y refinar preguntas de investigación. A veces, pero no necesariamente, se prueban hipótesis (Grinnell, 1997). Con frecuencia se basa en métodos de recolección de datos sin medición numérica, como las descripciones y las observaciones. Por lo regular, las preguntas e hipótesis surgen como parte del proceso de investigación y éste es flexible, y se mueve entre los eventos y su interpretación, entre las respuestas y el desarrollo de la teoría. Su propósito consiste en "reconstruir" la realidad, tal y como la observan los actores de un sistema social previamente definido.” (Hernández, Sampieri, 2012)

El tipo de encuesta que aplicaremos será de contenido mixto para poder tabularlas de manera más adecuada; utilizando preguntas de hechos, información, opinión, etc.

Resultados

Actualmente se está trabajando con la investigación documental de la organización para posteriormente iniciar con la investigación de campo en la aplicación de encuestas, entrevistas, observaciones planificadas.

Conclusiones

Con el avance de la investigación en el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo se pretende que la organización pueda tener un mejor nivel de competitividad y eficiencia por medio de un mejoramiento en la cultura de la Seguridad y Salud como en la identificación y disminución de los riesgos a los cuales todo el personal está expuesto.

Autorización y Renuncia

El autor del presente artículo autoriza al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D=Dinámica del saber edición 2016. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que es expresado en el escrito.

Referencias

- Almaraz, O. E. (7 de Agosto de 2014). Entrevista Distribuidor ANLI. (N. M. Medrano, Entrevistador) *Asociación Mexicana de Ventas Directas*. (s.f.). Obtenido de http://www.amvd.org.mx/amvd_nosotros.php
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE VENTAS DIRECTAS A.C. (1987). *PAGINA PRINCIPAL*. Obtenido de http://www.amvd.org.mx/amvd_nosotros.php
- BALSEIRO, P. (2008). *COMO MULTIPLICAR LAS VENTA A TRAVÉZ DEL BOCA A BOCA*. SAO PAOLO: BALSEIRO MARKETING CONSUTORIA.

- Cantu, V. A. (Marzo de 2001). Modelo de capacitación a vendedores de sistemas multinivel. Nuevo Leon, Mexico.
- Cid, M. A. (15 de Septiembre de 2014). Ex Distribuidor de Herbalife. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Expansión, C. (12 de Noviembre de 2013). *CNN Expansión*. Recuperado el 20 de 02 de 2014, de <http://www.cnnexpansion.com/economia/2013/11/12/el-desempleo-en-mexico-aumenta>
- Ferguson Amores, M. C., García Rodríguez, M., & Bornay Barrachina, M. M. (2002). Modelos de Implantación de los sistemas integrados de gestión de calidad, el medio ambiente y la seguridad. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 97-118.
- Fuente:Bestratén Belloví, M., Sánchez Toledo, A., & Villa Martínez, E. (201). Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Garcia, F. (24 de Septiembre de 2014). Entrevista Ex distribuidor Herbalife. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- García, S. M. (2004). *Marketing Multinivel*. España: Esic Editorial. Obtenido de http://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=DUMPi9lv8mWC&oi=fnd&pg=PA9&dq=articulos+cientificos+liderazgo+en+empresas+multinivel&ots=_BdNaEdP2b&sig=bKTt1gdUaQzCuWAcPfTiWhxN2uU#v=onepage&q&f=false
- Gonzalez, A. (14 de Agosto de 2014). Entrevista Distribuidor. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Guía para la evaluación del cumplimiento de la normatividad en seguridad y salud en el trabajo. (s.f.).
- Gutierrez, A. (2014 de Septiembre de 2014). Entrevista Distribuidor Herbalife. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2006). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- <http://autogestion.stps.gob.mx:8162/passt.aspx>. (s.f.). Obtenido de <http://autogestion.stps.gob.mx:8162/passt.aspx>
- <http://www.bsigroup.com/es-ES/Seguridad-y-Salud-en-el-Trabajo-OHSAS-18001/OHSAS-18001-para-PYMEs/>. (s.f.). Obtenido de <http://www.bsigroup.com/es-ES/Seguridad-y-Salud-en-el-Trabajo-OHSAS-18001/OHSAS-18001-para-PYMEs/>
- http://www.ilo.org/Search4/search.do?searchWhat=accidentes+de+trabajo&locale=es_ES. (15 de Noviembre de 2013). Obtenido de http://www.ilo.org/Search4/search.do?searchWhat=accidentes+de+trabajo&locale=es_ES
- Istúriz, J. (Febrero de 2012). Situación del Multinivel en Venezuela. Venezuela.
- Lascano, D. M. (Noviembre de 2009). YAMBAL: Condiciones para Ascender a la Carrera del Éxito. Guayaqui, Ecuador: Universidad Casa Grande.
- Lascano, D. M. (Noviembre de 2009). YANBAL: Condiciones para Ascender en la Carrera del Éxito. Guayaqui, Ecuador.
- Martinez, G. (16 de Agosto de 2014). Entrevista Distribuidor Herbalife. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Martinez, M. d. (13 de Febrero de 2014). *El Economista*. Recuperado el 6 de Marzo de 2014, de <http://eleconomista.com.mx/finanzas-publicas/2014/02/13/baja-desempleo-repunta-informalidad>
- Moreno, C. I. (Septiembre de 2008). "METODOLOGÍA PARA ELEGIR "UNA EMPRESA DE MULTINIVEL COMO ÓPCION DE AUMENTO Y FUENTE DE INGRESOS EN MÉXICO". Instituto Politecnico Nacional.
- Moreno, C. I. (Septiembre de 2008). METODOLOGÍA PARA ELEGIR UNA EMPRESA DE MULTINIVEL COMO ÓPCION DE AUMENTO Y FUENTE DE INGRESOS EN MÉXICO". México, México: Instituto Politecnico Nacional.
- Mundial, E. B. (22 de Octubre de 2012). *El Banco Mundial*. Recuperado el 24 de Febrero de 2014, de <http://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2012/10/22/world-bank-ifc-report-finds-developing-countries-made-significant-progress-improving-business-regulations>

- Mundial, E. B. (06 de Octubre de 2013). *EL BANCO MUNDIAL*. Recuperado el 24 de Febrero de 2014, de <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2013/10/06/Managing-risk-for-development-From-crisis-fighting-to-systematic-risk-management>
- Norma OHSAS 18001:2007 Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo-Requisitos. (s.f.).
- Paz, J. (28 de Agosto de 2014). Entrevista Distribuidor ANLI. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Paz, J. (14 de Julio de 2014). Entrevista Distribuidor ANLI. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Ramos, G. (28 de Julio de 2014). Entrevista Distribuidora ANLI. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Ramos, G. (7 de julio de 2014). Entrevista Encargado. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Ray Asfahl, C., & W. Rieske, D. (2010). En *Seguridad Industrial y Administración de la Salud* (pág. 576). México: PEARSON.
- Rojas, V. (21 de Julio de 2014). Entrevista distribuidores. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Romo, M. A. (23 de septiembre de 2003). *Segob*. Recuperado el 3 de enero de 2014, de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=688970&fecha=20/10/2003
- Sanchez, E. (18 de Septiembre de 2014). Entrevista Distribuidor Herbalife. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Sousa, G. I. (2012/13). Marketing Multinivel del Siglo XXI. (pág. 37). Cartagena, España: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA.
- Stiglitz, J. (Junio de 2009). *Revista Internacional del Trabajo*. Recuperado el 24 de Febrero de 2014, de http://www.ilo.org/public/spanish/revue/download/pdf/revista_special_interactif_dec_2012.pdf
- Suares, C. D. (15 de julio de 2011). Estudio de la factibilidad de la creacion de un supermercado online y multinivel. Sangoliqui: ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO.
- Tapia, J. L. (2007). *Networkasturias.com*. Recuperado el 3 de enero de 2014, de <http://www.networkasturias.com/wcms/aid=13.phtml>
- Valdez, M. (29 de Agosto de 2014). Entrevista Distribuidor ANLI. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Vazquez, L. (28 de Julio de 2014). Distribuidora de Herbalife. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Vazquez, R. (28 de Julio de 2014). Entrevista Ex Distribuidor Herbalife. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Wikipedia.org*. (2 de enero de 2014). Recuperado el 3 de enero de 2014, de http://es.wikipedia.org/wiki/Marketing_multinivel
- Yarnell, M., & Rene, R. (2003). Su primer año en el Network Marketing. ¡Supre sus miedos, Alcance el éxito y logre sus sueños! Rocklin, California : Prima Communications, Inc.

DESEMPEÑO ENERGÉTICO Y AMBIENTAL DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE TIENDA DE AUTOSERVICIO EN BIOCLIMAS DE MÉXICO

**Luis Alfonso Andrade Maciel¹
David Morillón Gálvez²*

Ingeniería y tecnología

Resumen

Lo que se pretende en el presente documento es demostrar el potencial de ahorro que pueden llegar a generar los edificios del sector comercial en los bioclimas de México a través de su envolvente o fachada, en ese sentido se optó por las tiendas de autoservicio por su latente crecimiento como usuarios del sector energético. Otro aspecto importante es presentar los beneficios energéticos y ambientales que resulten de decisiones adecuadas en el diseño térmico de su envolvente en los diferentes bioclimas del país. El trabajo inicia con el cálculo del presupuesto energético, evaluando el comportamiento térmico de su envolvente mediante la metodología de la norma NOM-008-ENER-2001. Con el resultado del diagnóstico térmico se procede a determinar el consumo energético derivado por el uso de los sistemas mecánicos de climatización en edificios que lo requieren. Conociendo el consumo energético se estima la emisión de dióxido de carbono generado por el consumo de energía que se destina a los equipos mecánicos, en caso de requerir se llegan a proponer ciertas adecuaciones que pueden disminuir los impactos iniciales, los cuales se demuestran al final del texto.

Cabe mencionar que para el estudio se eligieron los diferentes bioclimas de la república Mexicana de modo que se pueda conocer el impacto energético y ambiental en cada región que se origina por diseños que pudiesen ser no adecuados al entorno.

Palabras clave: Comportamiento Térmico, Eficiencia Energética, Envolvente, Mitigación CO₂.

Introducción

Actualmente en el sector de la edificación hay una gran tendencia de perseguir modas arquitectónicas que no son adecuadas a las condiciones climáticas del sitio donde se pretende construir, por lo que no queda más opción que adaptar dichos edificios al uso de sistemas mecánicos de climatización.

Existe una gran variedad de trabajos, investigaciones y herramientas sobre el diagnóstico energético de edificios y sus diseños. La investigación y desarrollo tecnológico con respecto a la eficiencia energética en edificios es muy completa y se ha hecho mucho al respecto en países desarrollados. En México se puede encontrar trabajos, iniciativas y programas federales y civiles relacionados con la eficiencia energética en edificaciones, aunque la mayoría enfocados a la vivienda, perdiendo de vista la capacidad de ahorro de energía en edificios de tipo comercial a través de su envolvente. Los trabajos relacionados a tiendas de autoservicio se encuentran un poco disgregados, existen pocos acerca del comportamiento térmico de centros comerciales, tiendas departamentales o de autoservicio a través de su envolvente, algunos no toman en cuenta los impactos energéticos y ambientales por el uso de sistemas mecánicos de climatización, hay quienes solo contemplan sus estudios en una sola región o pocas regiones climáticas. Los proyectos de eficiencia energética impulsados por la iniciativa privada optan por sustituir equipos por tecnologías eficientes y mejorar las prácticas del personal con el uso de

¹ Maestro en Ingeniería Civil. Egresado de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Politécnico Nacional. luis.andrade.maciell@gmail.com

² Doctor en Ingeniería. Profesor Investigador en el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. dang@pumas.iingen.unam.mx

energía. Las grandes cadenas de tiendas de autoservicio, departamentales, etc. han introducido criterios de eficiencia energética y sustentabilidad y como resultado de esas acciones existen tiendas que han disminuido sus consumos, sin embargo, poco han hecho en términos de un adecuado diseño y construcción de envolventes térmicamente eficientes, que propicien ahorros energéticos y disminuyan emisiones de CO₂.

En el documento se encontrará el término “bioclima”, el cual se tomó del “Atlas del bioclima en México” desarrollado por el Dr. David Morillón, de manera sencilla se puede decir que no es más una combinación de componentes climatológicos que afectan el requerimiento de confort en el ser humano.

Planteamiento del problema

La demanda de energía de un edificio depende directamente de las condiciones del clima que lo rodean, ya que en respuesta el ser humano buscará la manera de compensarlo para alcanzar su confort. Ahora bien, las grandes cadenas comerciales de tiendas de autoservicio establecen diseños constructivos que resultan económicamente y estructuralmente funcionales, por ello éstos edificios son replicados a nivel nacional sin importar el clima que predomine en la región, lo que propone un reto al confort interno del usuario, ya que al ser adaptado con sistemas de climatización artificial repunta en mayor consumo de energía que es generada en su mayoría por procesos que combustionan combustibles fósiles y emiten gases de efecto invernadero como lo es el CO₂, ocasionando un impacto energético y ambiental.

Objetivos

General:

Diagnosticar el comportamiento térmico, los impactos energéticos y ambientales y los beneficios o mitigación de los mismos en tiendas tipo de autoservicio en los bioclimas de la República Mexicana.

Específicos:

1. Diagnosticar el comportamiento térmico de la envolvente de una tienda tipo de autoservicio en los bioclimas de la República Mexicana.
2. Determinar los requerimientos de enfriamiento y calentamiento de la tienda de autoservicio.
3. Estimar el consumo de energía eléctrica que será requerida para los sistemas mecánicos de climatización.
4. Calcular las emisiones de CO₂ por el consumo final de la energía en los sistemas mecánicos de climatización.
5. Proponer adecuaciones a nivel local a la envolvente del edificio que resulten en ahorro y uso eficiente de la energía, favorezcan el confort y mitigue emisiones de CO₂.
6. Demostrar beneficios energéticos y ambientales de acuerdo a adecuaciones.

Metodología

En este proyecto se pretende evaluar el comportamiento térmico que presenta la envolvente de una tienda de autoservicio cuyo diseño constructivo sea similar en las diferentes regiones climáticas de la República Mexicana. El diagnóstico se pretende lograr mediante el criterio expuesto en la NOM-008-ENER-2001 por ser un método oficial. Una vez logrado el diagnóstico y con base a los datos obtenidos se procede a estimar el consumo energético de los sistemas mecánicos de climatización basándose en los requerimientos térmicos de

enfriamiento o calentamiento, según sea el caso, (Fuentes, 2009). Conociendo el impacto energético se podrá valorar las emisiones de CO₂ por dicho consumo (IPCC, 2006). Con lo anterior se proponen adecuaciones a los componentes de la envolvente para lograr un uso eficiente de la energía y optimizar su consumo y de ser posible mitigar emisiones de CO₂, además de permitir una sensación de bienestar térmico en su interior.

Revisando información en el medio se encontraron documentos que brindan una relación de ciudades por bioclimas, expuestos en la tabla 1, (Morillón, 2004).

Tabla 1. Selección de Ciudades por tipo de Bioclima.

Tipo de bioclima	Ciudades
Cálido seco	Monterrey, Nuevo León.
Cálido seco extremo	Juárez, Chihuahua.
Cálido semihúmedo	Mérida, Yucatán.
Cálido húmedo	Villahermosa, Tabasco.
Templado húmedo	Tepic, Nayarit.
Templado	Guadalajara, Jalisco.
Templado seco	Tijuana, Baja California.
Semifrío seco	Zacatecas, Zacatecas.
Semifrío	Toluca, Estado de México.
Semifrío húmedo	Xalapa, Veracruz.

El estudio de caso es una tienda de autoservicio de una cadena comercial conocida, el perímetro está cubierto en la parte superior con panel metálico para muro 1 ½" de espesor, muro de block hueco de concreto. En la parte superior del muro se encuentra una cadena de cerramiento, elaborada de concreto simple. La altura promedio de la tienda es de 5.94 m. La cubierta consta de lámina galvanizada calibre 24 en color blanco al exterior, tragaluz a base de lámina acrílica en 58.80 m². El diseño constructivo es estándar para los diferentes lugares del país donde se pretendan edificar, el área de la tienda.- 646.52 m².

Resultados

Comportamiento térmico de la envolvente del estudio de caso

Se realiza el cálculo del presupuesto energético del edificio en estudio, con base en la metodología expuesta en la norma NOM-008-ENER-2001.

El resultado (tabla 2) demuestra que el edificio difiere de la norma, al exceder la cantidad de watts térmicos recomendados por la NOM para sus condiciones de diseño, orientación, colindancia, elevación y construcción en algunos bioclimas.

Tabla 2. Ganancia de calor de la tienda tipo para los bioclimas de México.

Bioclima	Ciudades	Ganancia de calor edificio referencia (watts térmicos)	Ganancia de calor edificio proyectado (watts térmicos)
Cálido seco	Monterrey, Nuevo León.	60,302.28	93,611.76
Cálido seco extremo	Juárez, Chihuahua.	60,815.39	81,416.65
Cálido semihúmedo	Mérida, Yucatán.	61,492.07	94,847.13
Cálido húmedo	Villahermosa, Tabasco.	63,598.99	104,262.02
Templado húmedo	Tepic, Nayarit.	53,704.68	69,557.50

Templado	Guadalajara, Jalisco.	49,646.90	60,078.37
Templado seco	Tijuana, Baja California.	52,413.90	61,078.04
Semifrío húmedo	Xalapa, Veracruz.	45,196.87	50,363.38
Semifrío seco	Zacatecas, Zacatecas.	33,676.39	29,773.78
Semifrío	Toluca, Estado de México.	28,238.13	16,050.97

Requerimiento de enfriamiento y calentamiento: método de grados día

Se utiliza el método de grados día para determinar requerimientos de enfriamiento. La temperatura base que se considera para el caso de estudio es 26 °C para enfriamiento y 18° C para calentamiento (Morillón, 2004), estas temperaturas son genéricas y aplicables en situaciones donde el objetivo es comparar el resultado entre varias ciudades, ya que de esta forma la comparación se hace bajo los mismos criterios. Tabla 3.

Tabla 3. Grados día de enfriamiento y calentamiento anual para bioclimas requeridos.

Bioclima	Ciudades	Grados día de enfriamiento/calentamiento anual (°C día)
Cálido seco	Monterrey, Nuevo León.	378.18
Cálido seco extremoso	Juárez, Chihuahua.	333.98
Cálido semihúmedo	Mérida, Yucatán.	690.58
Cálido húmedo	Villahermosa, Tabasco.	1,197.05
Templado húmedo	Tepic, Nayarit.	225.78
Templado	Guadalajara, Jalisco.	128.98
Templado seco	Tijuana, Baja California.	39.90
Semifrío húmedo	Xalapa, Veracruz.	26.75
Semifrío seco	Zacatecas, Zacatecas.	1,338.73 (cal.)
Semifrío	Toluca, Estado de México.	2,168.83 (cal.)

Consumo energético por tipo de bioclima

Tomando de referencia los resultados anteriores, se determina el consumo energético que tiene la tienda de autoservicio para cada bioclima, los resultados se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Energía Consumida al año por unidad de superficie para enfriamiento y calentamiento por bioclima.

Bioclima	Ciudades	Energía para sistemas de climatización (kWh/m ²)
Cálido seco	Monterrey, Nuevo León.	27.08
Cálido seco extremoso	Juárez, Chihuahua.	23.92
Cálido semihúmedo	Mérida, Yucatán.	49.46
Cálido húmedo	Villahermosa, Tabasco.	85.73
Templado húmedo	Tepic, Nayarit.	16.17
Templado	Guadalajara, Jalisco.	9.24
Templado seco	Tijuana, Baja California.	2.86
Semifrío húmedo	Xalapa, Veracruz.	1.92
Semifrío seco	Zacatecas, Zacatecas.	108.89
Semifrío	Toluca, Estado de México.	176.40

Emisiones de CO₂ por consumo de energía y por región

Se conoce el CO₂ que se logra emitir solo por el uso de sistemas mecánicos de climatización. Se sabe que el país se encuentra regionalizado en función de la disponibilidad de recursos para la generación de energía (SENER, 2012), por lo anterior, se pretende estimar de manera más real las emisiones de uno de los principales gases de efecto invernadero derivado de la actividad humana (tabla 5).

Tabla 5. Emisión de CO₂ por consumo de energía por regiones.

Bioclima	Ciudad	Región	Emisión de CO ₂ por consumo de energía (Ton)
Cálido seco	Monterrey, Nuevo León.	Noreste	14.37
Cálido seco extremo	Juárez, Chihuahua.	Noreste	12.69
Cálido semihúmedo	Mérida, Yucatán.	Sur Sureste	26.25
Cálido húmedo	Villahermosa, Tabasco.	Sur Sureste	45.51
Templado húmedo	Tepic, Nayarit.	Centro Occidente	5.02
Templado	Guadalajara, Jalisco.	Centro Occidente	2.87
Templado seco	Tijuana, Baja California.	Noroeste	1.83
Semifrío seco	Zacatecas, Zacatecas.	Centro Occidente	33.83
Semifrío	Toluca, Estado de México.	Centro	85.23
Semifrío húmedo	Xalapa, Veracruz.	Sur Sureste	1.02

Estrategias de adecuación térmica

Se refiere al intercambio de material que conforma al techo por un termoaislante, se recomienda panel sandwich para cubierta con núcleo de espuma rígida de poliuretano y dos caras de lámina calibre 26 en color blanco.

Se analiza de nuevo el comportamiento térmico del edificio adecuado con la metodología de la NOM-008-ENER-2001, el resultado a continuación en tabla 6.

Tabla 6. Ganancia de calor entre edificios proyectado, de referencia y propuesto.

Bioclima	Ganancia de calor edificio referencia (watts térmicos)	Ganancia de calor edificio proyectado (watts térmicos)	Ganancia de calor edificio propuesto (watts térmicos)
Cálido seco	60,302.28	93,611.76	26,377.64
Cálido seco extremo	60,815.39	81,416.65	24,798.53
Cálido semihúmedo	61,492.07	94,847.13	27,612.97
Cálido húmedo	63,598.99	104,262.02	29,950.50
Templado húmedo	53,704.68	69,557.50	20,016.75
Templado	49,646.90	60,078.37	17,614.94
Templado seco	52,413.90	61,078.04	18,614.66
Semifrío húmedo	45,196.87	50,363.38	14,977.32
Semifrío seco	33,676.39	29,773.78	8,542.51
Semifrío	28,238.13	16,050.97	5,435.66

Beneficios energéticos y ambientales

Beneficio energético

Posterior a las adecuaciones se calcula el consumo de energía eléctrica y se verifica si existió beneficio energético, tomando como base la ganancia de calor del edificio proyectado y propuesto con relación al edificio de referencia, determinado por la norma. Tabla 7.

Tabla 7. Consumo de energía entre edificio proyectado y propuesta para cada bioclima.

Bioclima	Ciudades		Excedente de calor (kW térmicos).	Energía eléctrica consumida al año (kWh)
Cálido seco	Monterrey, Nuevo León.	Edificio proyectado	33.30	21,098.12
		Propuesta	-33.92	0.00
Cálido seco extremo	Juárez, Chihuahua.	Edificio proyectado	20.60	13,236.26
		Propuesta	-36.01	0.00
Cálido semihúmedo	Mérida, Yucatán.	Edificio proyectado	33.35	34,896.19
		Propuesta	-33.87	0.00
Cálido húmedo	Villahermosa, Tabasco.	Edificio proyectado	40.66	47,228.96
		Propuesta	-33.64	0.00
Templado húmedo	Tepic, Nayarit.	Edificio proyectado	15.85	3,803.86
		Propuesta	-33.68	0.00
Templado	Guadalajara, Jalisco.	Edificio proyectado	10.43	4,505.59
		Propuesta	-32.03	0.00
Templado seco	Tijuana, Baja California.	Edificio proyectado	8.66	5,486.78
		Propuesta	-33.79	0.00
Semifrío seco	Zacatecas, Zacatecas.	Edificio proyectado	-3.90	224.63
		Propuesta	-25.13	0.00
Semifrío	Toluca, Estado de México.	Edificio proyectado	-12.18	1,886.37
		Propuesta	-22.80	0.00
Semifrío húmedo	Xalapa, Veracruz.	Edificio proyectado	5.16	680.27
		Propuesta	-30.21	0.00

Se observa en la tabla 7 que el beneficio energético es mayor en los casos donde la ganancia de calor está por debajo de la norma, lo que quiere decir que para los bioclimas cálidos además de que el edificio será más fresco habrá mayor ahorro de energía.

Mitigación de CO₂ en los bioclimas de la República Mexicana.

Se expone en la tabla 6 el tonelaje de CO₂ que se deja de emitir de acuerdo a propuesta.

Tabla 8. Comparativa de emisiones de CO₂ de edificio proyectado y propuestas, para cada bioclima.

Bioclima	Ciudades		Emisión de CO₂ por consumo de energía (Ton)
Cálido seco	Monterrey, Nuevo León.	Edificio proyectado	14.37
		Propuesta	0.00
Cálido seco extremo	Juárez, Chihuahua.	Edificio proyectado	12.69
		Propuesta	0.00
Cálido semihúmedo	Mérida, Yucatán.	Edificio proyectado	26.25
		Propuesta	0.00
Cálido húmedo	Villahermosa, Tabasco.	Edificio proyectado	45.51
		Propuesta	0.00
Templado húmedo	Tepic, Nayarit.	Edificio proyectado	5.02
		Propuesta	0.00
Templado	Guadalajara, Jalisco.	Edificio proyectado	2.87
		Propuesta	0.00
Templado seco	Tijuana, Baja California.	Edificio proyectado	1.83
		Propuesta	0.00
Semifrío seco	Zacatecas, Zacatecas.	Edificio proyectado	33.83
		Propuesta	0.69
Semifrío	Toluca, Estado de México.	Edificio proyectado	85.23
		Propuesta	2.63
Semifrío húmedo	Xalapa, Veracruz.	Edificio proyectado	1.02
		Propuesta	0.00

Se observa en la tabla 8 que la propuesta de adecuación, mitiga emisiones de CO₂ para cada bioclima al no presentar consumo de energía por climatización, en comparación con el edificio proyectado.

Conclusiones

La energía consumida por los sistemas mecánicos de climatización depende directamente del comportamiento térmico de la envolvente del edificio. Diseños y materiales correctos en las fachadas de los edificios son capaces de limitar la ganancia o pérdida de calor que a su vez derivan en beneficios energéticos y ambientales. Es importante que antes de construir una edificación se consideren requerimientos de climatización desde el proyecto, necesarios para propiciar un ambiente de comodidad térmica. El diseño de la envolvente se debe hacer de modo particular a cada caso, ya que éste componente estará en permanente contacto con el exterior.

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 2016. 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

- CONUEE (Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía), 2013, *Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía*, URL <<http://www.conae.gob.mx/wb/>>, México, D.F.
- De Buen, Odón, 2009, *Greenhouse Gas Emission Baselines and Reduction Potentials from Buildings in Mexico*, United Nations Environment Programme, Sustainable Buildings and Climate Initiative, A Discussion Document, Paris, Francia.
- ENE (Estrategia Nacional de Energía), 2013, *Estrategia Nacional de Energía 2013 – 2027*, URL <http://www.energia.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2013/ENE_2013-2027.pdf>, México, D.F.
- Escobedo, Azucena y Sánchez, Augusto, Octubre 2007, *Curvas características en usos finales en edificios del sector terciario (con uso no residencial)*, Octavo Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica, Cusco, Perú.
- FIDE (Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica), 2013, URL <<http://www.fide.org.mx>>, México, D.F.
- Fuentes, Víctor, 2009, *Modelo de análisis climático y definición de estrategias de diseño bioclimático para diferentes regiones de la República Mexicana*, Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma Metropolitana, México, D.F.
- Hirsch, James; LBNL (Lawrence Berkeley National Laboratory), 2012, *DOE-2 Building Energy Use and Cost Analysis Tool*, URL <<http://www.doe2.com>>, Departamento de Energía de los Estados Unidos, EUA.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2006, *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2 - Energy*, P. 1.24, UNEP, URL <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/>>, Switzerland.
- ISO (International Organization for Standardization), 2014, *Standards*, URL <<http://www.iso.org>>, Switzerland.
- Keçebaş, Ali, 2012, *Determination of insulation thickness by means of exergy analysis in pipe insulation*, Energy Conservation and Management, Turkey.
- Morillón, David, 2004, *Atlas del Bioclima en México*, UNAM, México, D.F.
- Morillón, David, 2012, *Diseño bioclimático. Edificio adecuado al ambiente y de máxima eficiencia energética*, UNAM, México, D.F.
- Morillón, David, 2012, *Estudio sectorial edificaciones sustentables*, Instituto de Ingeniería, UNAM, México, D.F.
- Morillón, David, 2013, *Diseño Arquitectónico Bioclimático de una Tienda Tipo de Autoservicio*, Instituto de Ingeniería, UNAM, México, D.F.
- Sánchez, A. y Moreno, T., Octubre 2007, *Uso Eficiente de la Energía Eléctrica en Tiendas Departamentales: Experiencias en México*, Octavo Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica, Cusco, Perú.
- SENER (Secretaría de Energía), 2011, *Balance Nacional de Energía*, URL <http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/BNE_2011.pdf>, México, D.F.
- SENER (Secretaría de Energía), 2012, *Prospectiva del Sector Eléctrico 2012 – 2026*, URL <http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PSE_2012_2026.pdf>, México, D.F.

Diseño de entrenador de PLC S7-1200

*Cemelli Delfina Armas Hernández.¹
Abraham Pérez Delgado.²
Manuel Romero García.³
Jesús Ángel Hernández Márquez.⁴*

Ingeniería y tecnología.

Resumen

El trabajo del presente documento es la elaboración de base y chasis para un CPU 1200, mejorando de esta forma su uso y facilitando la comprensión de su funcionamiento. La Universidad Tecnológica de Tehuacán cuenta con un PLC S7-1200 MODELO: CPU 1214C DC/DC/DC el cual no cuenta con una base. Para poder colocarlo, será de mucha utilidad elaborar una estructura dentro de la cual el PLC se pueda posicionar, esto implica también que tal estructura contiene un sistema de enfriamiento, el cual ayuda proteger al PLC contra sobrecalentamientos.

Se colocaron entradas y salidas para que el usuario (alumno) tenga más facilidad al momento de hacer sus conexiones, el estado activo de cada salida está indicado por un led, todo con el fin de facilitar al usuario las conexiones.

Se presenta una descripción superficial del PLC a tratar en lo que conlleva al marco teórico, para aportar al lector un mejor conocimiento de la importancia del trabajo realizado



Figura1: PLC1214C DC/DC/DC

Fuente (Siemens, 2010)

Palabras claves: PLC, Estructura, E/S y Readaptación.

¹ Estudiante de TSU en Mecatrónica área sistemas manufactura flexible de la Universidad Tecnológica de Tehuacán
armascemy@gmail.com

² Estudiante de maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Tehuacán.
Abraham.perez@uttehuacan.edu.mx

³ Estudiante de TSU en Mecatrónica área sistemas manufactura flexible de la Universidad Tecnológica de Tehuacán
go99ramms@gmail.com

⁴ Estudiante de TSU en Mecatrónica área sistemas manufactura flexible de la Universidad Tecnológica de Tehuacán
marquezangel341@yahoo.com

Introducción.

En el mundo de la industria de la actualidad, no existe un proceso que no traiga consigo una parte de automatización, la automatización de procesos industriales se ha convertido en algo prioritario para la sociedad de nuestros días.

Parte de ello son los dispositivos y entornos que son primordiales para llevar a cabo la automatización de diversos procesos dentro de la industria actual, uno de ellos sin duda es el Controlador Lógico Programable, más conocido por sus siglas en inglés **PLC** (Programmable Logic Controller), un dispositivo electrónico utilizado comúnmente dentro de las industrias. El presente trabajo nos dará una visión de los complementos que se pueden anexar a un PLC para facilitar su funcionamiento.

Planteamiento del problema.

La Universidad Tecnológica de Tehuacán, en la carrera de Mecatrónica área sistemas manufactura flexible cuenta con un PLC S7-1200 MODELO: CPU 1214C DC/DC/DC, el cual no tiene una base adecuada que señale las entradas y salidas de tal PLC, por lo tanto, los alumnos no pueden utilizarlo de una forma adecuada. Obstaculizando el aprendizaje por parte de los mismos respecto a este PLC.

Objetivo.

Elaborar y poner en marcha un entrenador PLC S7-1200 MODELO: CPU 1214C DC/DC/DC, en el cual por cada salida que tenga el código se pueda encender un led.

Preguntas de investigación.

1. ¿Al diseñar el entrenador del PLC, será eficiente su uso?
2. ¿Será funcional el entrenador para las practicas con las asignaturas relacionadas, (Controladores Lógicos Programables, Control de procesos de manufactura, ¿sistemas de manufactura flexible)?

Marco teórico.

El autómatas S7-1200, es el último dentro de una gama de controladores SIMATIC de Siemens, es el sucesor del S7-200 y está disponible desde junio del 2009. El controlador SIMATIC S7-1200 es el modelo modular y compacto para pequeños sistemas de automatización que requieran funciones simples o avanzadas lógicas, HMI o redes. Por su diseño compacto, su bajo costo y sus potentes funciones, los sistemas de automatización S7-1200 son idóneos para controlar tareas sencillas. En el marco del compromiso SIMATIC para con la automatización plenamente integrada (TIA: Totally Integrated Automation), la familia de productos S7-1200 y la herramienta de programación STEP 7 Basic proporcionan la flexibilidad necesaria para cubrir las diferentes necesidades de automatización de cada caso. El controlador S7-1200 ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización. Debido a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

(Siemens, 2010)

SIMATIC S7-1200 es el controlador de lazo abierto y lazo cerrado de control de tareas en la fabricación de equipo mecánico y la construcción de la planta. Se combina la automatización máxima y mínimo coste. Su campo de aplicación se extiende desde la sustitución de los relevadores y los contactores hasta tareas complejas de la automatización en las redes y en las

estructuras de distribución. El S7-1200 también se abre cada vez más ámbitos en los que la electrónica especial ha sido desarrollada previamente por razones económicas.

(Manual de sistema, 2009)

Metodología.

Se tomaron medidas del PLC, para realizar el prototipo de su chasis en el software Solid Works, para ello se consideró toda característica del PLC así como las funciones agregadas a el dispositivo, tales como: entradas y salidas más accesibles, indicadores de encendido y apagado, leds para indicar el estado activo de las salidas y por último la conexión a Ethernet y a su alimentación de corriente eléctrica.

El PLC se encontró en su estado comercial como lo muestra la imagen, en esta ilustración se muestra los cables del PLC que son encargados de conducir las entradas y salidas.



Figura 2. PLC convencional.

Fuente (Armas & Pérez, 2016)

La estructura del chasis deberá considerar las condiciones antes mencionadas, por lo cual en las figuras 3 y figura 4 se muestra el prototipo del chasis realizado en el software SolidWorks, las medidas del chasis son consideradas tomando en cuenta el espacio necesario para la readaptación del PLC. Consideramos necesario un estudio de termodinámica para conocer realmente las propiedades ideales para el chasis, pero por cuestión del tiempo, el estudio pasara a una etapa posterior.

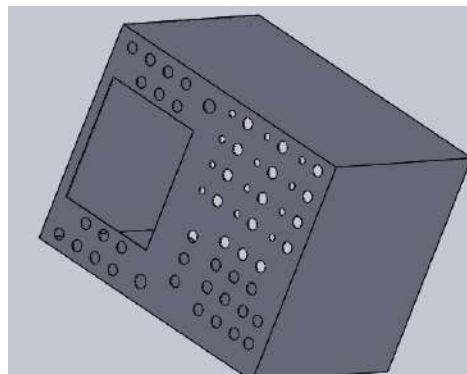


Figura 3. Chasis realizado CSMCLSS Solid Works

Fuente (Armas & Pérez, 2016)

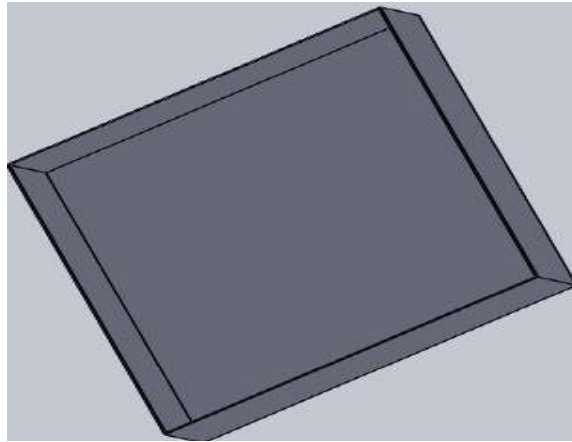


Figura 4. Base del chasis

Fuente (Armas & Pérez, 2016)

La otra parte del trabajo, es realizar la conexión de manera adecuada procurando mantener un orden, para evitar el sobrecalentamiento dentro del chasis. Por tal motivo en la figura número 5 se muestra el diagrama de conexión recomendado por el proveedor.

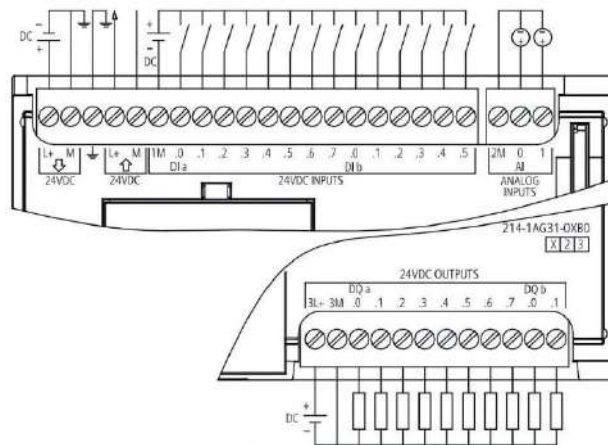


Figura 5. CPU 1214C DC/DC/DC

Fuente (Siemens, 2010)

La localización de los pines de entrada y salida son primordiales para el buen funcionamiento del dispositivo en tiempo real, por tal motivo en las tablas 1 y 2, se muestra la localización de pines dada por el proveedor.

Tabla 1. Localización de pines

Pin	X10	X11 (gold)	X12
8	DI a.1	--	DQ a.5
9	DI a.2	--	DQ a.6
10	DI a.3	--	DQ a.7
11	DI a.4	--	DQ b.0
12	DI a.5	--	DQ b.1

Tabla 2. Localización de pines

Pin	X10	X11 (gold)	X12
1	L+ / 24VDC	2 M	3L+
2	M / 24VDC	AI 0	3M
3	Funcio	Fuente (Siemens, 2010)	
4	L+ / 24VDC Sensor Out	--	DQ a.1
5	M / 24VDC Sensor Out	--	DQ a.2
6	1M	--	DQ a.3
7	DI a.0	--	DQ a.4

Fuente (Siemens, 2010)

Resultados

Después de concluir con el ensamble y la conexión correspondiente al PLC, se comprobó su funcionamiento poniendo en marcha al dispositivo electrónico. En la figura 6 se muestra el trabajo final que es la readaptación, ensamble y conexión.



Figura 6. Ensamble final.

Fuente (Armas & Pérez, 2016)

Para la puesta en marcha del PLC en primera instancia se fue colocado los indicadores del tipo de salida y entrada, para mayor comodidad del usuario.

Se realizó un código en el software TIA Portal que permite la comunicación con el PLC. El objetivo de este programa es poder comprender muy bien la estructura y el funcionamiento principal. Estará estructurado para encender todos los leds tan solo oprimiendo el botón de encendido o de marcha. El programa está escrito en lenguaje KOP, es un lenguaje más didáctico y fácil de utilizar, está dividido en bloques, cada bloque tiene una función diferente está constituido por contactos abiertos, contactos cerrados y bobinas.

Las marcas representan las condiciones que se le puso a cada contacto y a cada bobina, para cumplir su función.

Después de elaborar el programa, se realizó la conexión correspondiente anexando una fuente de alimentación de 12v y una estación de botones para activar la marcha, así como cables babana para realizar dicha conexión. En la figura 7 se muestra la conexión terminada.

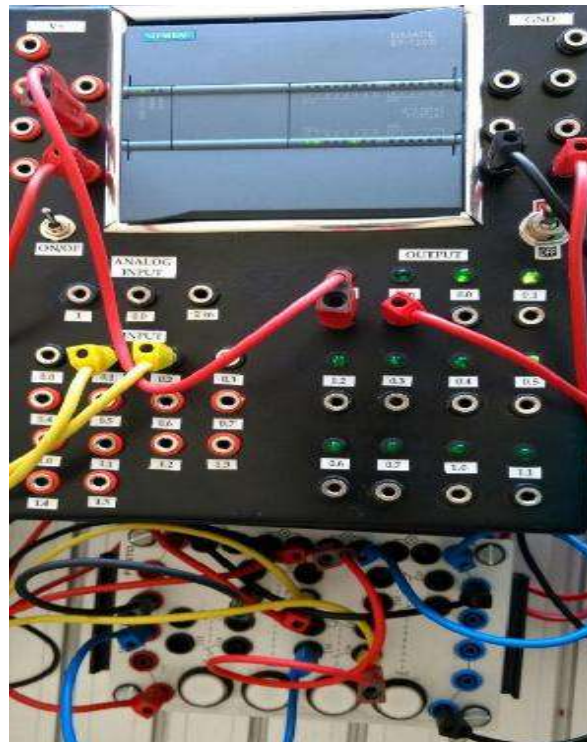


Figura 7. Conexión para la puesta en marcha

Fuente (Armas & Pérez, 2016)

En las figuras 8 se muestra el protocolo de comunicación correspondiente al PLC.

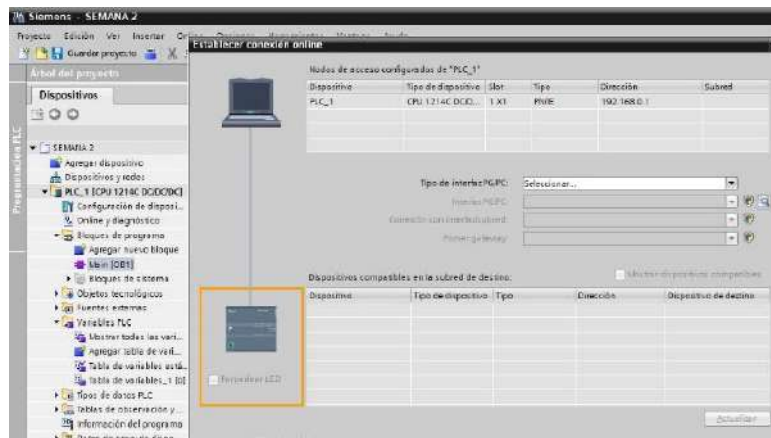


Figura 8. Protocolo de comunicación

Fuente (Armas & Pérez, 2016)

Después de concluir el protocolo de comunicación la figura 9 muestra el estado del software una vez cargado el código al PLC y de esta manera verificar el buen funcionamiento del trabajo realizado.

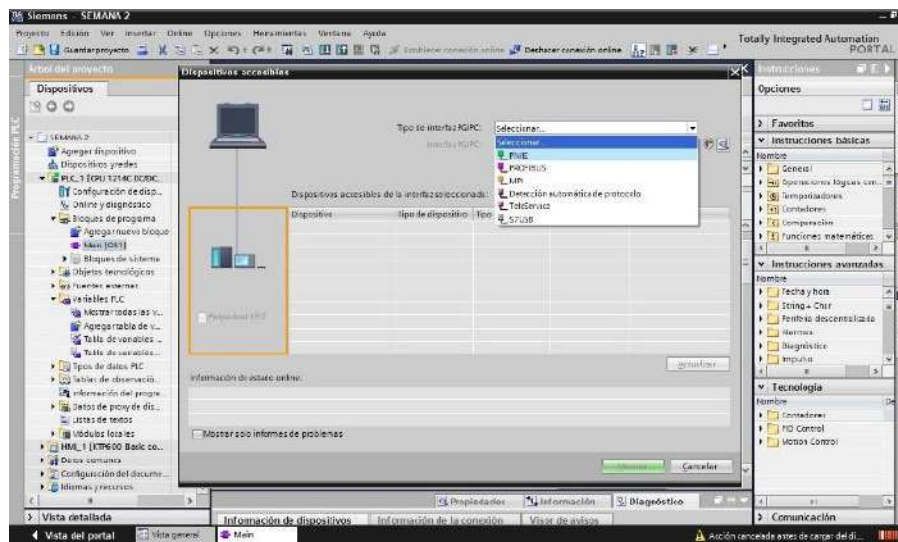


Figura 9. Código cargado al PLC

Fuente (Armas & Pérez, 2016)

Conclusión

Como conclusión se determina que la labor de readaptar un dispositivo electrónico de vital importancia para realizar prácticas, es un trabajo que contribuye al entendimiento del funcionamiento de tal dispositivo.

Tal es el caso del PLC S7-1200 MODELO: CPU 1214C DC/DC/DC, el cual fue adquirido por la Universidad Tecnológica Tehuacán, a consecuencia del modelo, este PLC no contiene un entorno de trabajo que facilite su funcionamiento, que implica: conexión, comunicación por medio de vía Ethernet y alimentación de corriente eléctrica.

Se logró hacer la base para readaptar el PLC, colocando un led indicador del estado activo de cada salida, por el momento se colocó un ventilador para evitar el calentamiento de tal PLC, aunque lo ideal sería realizar un estudio detallado para definir las características del ventilador.

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 2016. 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

SIEMENS, SIMATIC S7 S7-1200 Programmable controller CPU 1214C Wiring Diagrams, 2012. automationsiemens. (26 de 08 de 2016). Recuperado el 26 de 08 de 2016, de

automationsiemens:

<https://www.automation.siemens.com/mdm/default.aspx?DocVersionId=41524141835&Language=en-US&TopicId=40816548235>

catedu. (2016). Obtenido de catedu.

catedu. (2016). Recuperado el 26 de 08 de 2016, de catedu:

<http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

siemens. (2010). siemens. Obtenido de siemens:

<https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF>

MODELO DE APLICACIÓN DE TIC COMO ESTRATEGIA PARA CREAR VENTAJAS COMPETITIVAS EN LAS MIPYMES ARTESANALES DE LA REGIÓN DE TEHUACÁN

Ramón Matías López¹
** Marisol Mendoza Juárez²*
Bertha Leticia Franco Salazar³
Javier García Mejía⁴
María de Jesús Oregan Silva⁵

Tecnologías de la Información.

Resumen

Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) se han desarrollado de manera acelerada, ocasionando que se conviertan en parte de nuestra vida diaria, esto ha afectado también de manera importante la forma en la que las empresas dan a conocer sus productos a sus clientes y la forma tradicional está siendo desplazada principalmente por el uso de internet, especialmente con el uso de las redes sociales y específicamente en compras en línea. Pero, ¿qué sucede con las pequeñas empresas que no tienen los conocimientos o los recursos para llegar a estos nuevos clientes?

En Tehuacán existen pequeñas poblaciones que ofrecen productos artesanales de alta calidad y hermosos diseños, destacando las artesanías en ónix y mármol y los bordados de ropa artesanales, que además comercializan a un precio muy accesible, ya que aunque son productos que no se encuentran en centros comerciales, los artesanos no han logrado crear ventajas competitivas.

Por esta razón, el objetivo del presente estudio fue “Diseñar un modelo estratégico de aplicación de TIC, para crear ventajas competitivas en las MiPyMEs artesanales de la región de Tehuacán”, dirigido a los artesanos de la Región, objetivo que se logró en tres momentos importantes, primero: determinar el nivel de utilización de las TIC; segundo conocer cuáles son las razones por las cuales ellos utilizan o no estas tecnologías, estos dos primeros se lograron en base a la aplicación de cuestionarios dirigidos a las tres poblaciones más importantes artesanalmente y tercero, tomando en cuenta la información recopilada con los mismos artesanos y las TIC pertinentes, se diseñó y se propuso un modelo estratégico de aplicación de TIC, entendible y accesible económicamente para ellos, de tal manera que les permita crear ventajas competitivas como MiPyMEs artesanales e ingresar al mercado global que les facilite llegar a nuevos mercados.

Palabras claves: MiPyMEs, Tecnologías de Información y Comunicación, Microempresas artesanales.

Introducción

Hoy en día, la era de la información y tecnología, nos hace necesario estar actualizados a todos los niveles, principalmente en los negocios, es importante brindar al consumidor todas las posibles oportunidades de enterarse de los productos existentes en el mercado, de manera fácil y sencilla, por lo tanto, las tecnologías de información y comunicaciones (TIC) dentro de los

¹ Maestro en Educación. Docente División de Estudios de Posgrado e Investigación. Instituto Tecnológico de Tehuacán.
rmatiaslopez@hotmail.com

² Ing. En sistemas computacionales. Estudiante de la Maestría en Administración en el Instituto Tecnológico de Tehuacán,
mary_hrms@hotmail.com

³ Maestro Investigación Educativa. Docente División de Estudios de Posgrado e Investigación. Instituto Tecnológico de Tehuacán. Puebla, villarrealj@hotmail.com

⁴ Dr. en Educación Docente. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Instituto Tecnológico de Tehuacán.
posgrados10@hotmail.com

⁵ Maestra en Educación. Docente Departamento de Metal Mecánica. Instituto Tecnológico de Tehuacán.
maoregansilva@hotmail.com

entornos globales de competencia, son imprescindibles para que las empresas inmersas en estos generen valor y logren posicionarse en niveles de competitividad de clase mundial. Se ha observado que el solo uso de las TIC como herramientas de soporte administrativo no garantiza la competitividad y la creación de valor, si estas no son utilizadas debidamente. Para que las TIC sean un habilitador diferenciador de las organizaciones, es necesario concentrar su utilización en las competencias claves de negocio de las empresas y articularlas en conjunto con las condiciones externas de sus entornos regionales, (Barbosa, 2012).

De esta manera, las tecnologías de la información no se han limitado a remplazar los métodos de trabajo, sino que ha permitido la creación de nuevos servicios que antes no eran posibles, (Brooking, 1997).

Los rápidos avances de la tecnología de la información, así como la creciente evolución de Internet, han revolucionado la manera tradicional de hacer negocios. Este hecho hace que las empresas que quieran hacer frente a un entorno económico en continua evolución deban aplicar estas tecnologías en las relaciones con sus clientes, utilizando por ello los nuevos canales de comercialización. La telefonía y el internet han hecho posible realizar transacciones y establecer contacto con clientes o proveedores de manera cada vez más rápida y sencilla.

Planteamiento del Problema

La conexión a internet, aunque representa una oportunidad, también representa una limitante, ya que existe demasiada información acerca de las TIC y muchas veces no es entendida por los microempresarios, lo que provoca una aplicación errónea de las mismas.

Este fenómeno se debe principalmente a que las MiPyMEs generalmente no cuentan con los recursos económicos necesarios para implementar una TIC y por el otro, no cuentan con el conocimiento técnico necesario para el manejo de las mismas, en este contexto se encuentran muchas microempresas de la Región de Tehuacán, Puebla que es conocida por sus artesanías y cuenta con una variedad de trabajos manuales como trabajos en jarcería, artesanías en ónix, vasijas y diferentes objetos elaborados en barro de los Reyes Metzontla y bordados de Chilac, además de la elaboración de objetos de palma e ixtle.

Objetivo General

Diseñar un modelo estratégico para la aplicación de TIC, para crear ventajas competitivas en las MiPyMEs artesanales de la Región de Tehuacán.

Objetivos específicos

1. Analizar el estado del arte de las MiPyMEs estudiadas y sus necesidades.
2. Determinar el desarrollo y el uso de las TIC en las MiPyMEs artesanales estudiadas.
3. Identificar las principales teorías y su impacto en la creación de ventajas competitivas.
4. Determinar la relación de las TIC en la creación de ventajas competitivas.
5. Difundir el modelo estratégico en las MiPyMEs artesanales de la región de Tehuacán.

Preguntas de Investigación

1. ¿Cuál es el estado del arte de las MiPyMEs y las TIC en México?
2. ¿Cuál es la situación actual de las MiPyMEs artesanales de la Región de Tehuacán?
3. ¿Cuáles son las principales corrientes teóricas que soportan la creación de ventajas competitivas?
4. ¿Cómo impactan las TIC en creación de ventajas competitivas de las MiPyMEs?
5. ¿Cómo alinear el uso de TIC para crear ventajas competitivas en las MiPyMEs artesanales?

Marco Teórico

Las TIC pueden clasificarse, según la «European Information Technology Observation» (EITO) en:

1. Tecnologías: pueden ser tecnologías de la información (tratamiento, almacenamiento, entrada y salida de datos, como hardware, componentes electrónicos o microsistemas) o de comunicación (redes tecnológicas y de transmisión).
2. Equipos: se utiliza el concepto equipo para designar aparatos utilizados por el consumidor (denominados en inglés «end-user-devices»), como ordenadores, módems, teléfonos, televisiones, etc., o infraestructuras, como servidores, bases de datos, antenas, etc.
3. Servicios: los servicios son el nivel final de las TIC, referidos al uso o aplicación de ordenadores o redes como base de la desmaterialización.

Nuevos Servicios de las TIC

La mayor disponibilidad de banda ancha (10 Mbps) ha permitido una mayor sofisticación de la oferta descrita, se puede acceder a la TV digital, vídeo bajo demanda, juegos online, etc.

El cambio principal que las posibilidades tecnológicas han propiciado ha sido la aparición de fórmulas de cooperación entre usuarios de la red, donde se rompe el paradigma clásico de proveedor-cliente.

La aparición de comunidades virtuales o modelos cooperativos han proliferado los últimos años con la configuración de un conjunto de productos y formas de trabajo en la red, que se han recogido bajo el concepto de Web 2.0. Son servicios donde un proveedor proporciona el soporte técnico, la plataforma sobre la que los usuarios auto-configuran el servicio. Estos servicios han proporcionado al mundo una manera más fácil y cómoda de comunicarse, pero sobre todo de hacer negocios ya que actualmente el cliente busca hacer cualquier transacción con la mayor comodidad posible y sin abandonar su hogar (VISA, 2014).

E-bussiness

Es cualquier iniciativa en Internet que transforma las relaciones de negocio, sean éstas, relaciones business-to-business, business-to-customer, intraempresariales o entre dos consumidores. El e-business es una nueva manera de gestionar las eficiencias, la velocidad, la innovación y la creación nuevo valor en una empresa.

El e-business es llamado, la tercera fase del e-commerce. Esto incluye todas las aplicaciones y procesos que permiten a una compañía efectuar una transacción del negocio.

Se define al e-Business como cualquier actividad empresarial que se efectúa a través de Internet no sólo de compra y venta, sino también dando servicio a los clientes y colaborando con socios comerciales, (Sutter, s.f.).

El Concepto de Valor y Ventaja Competitiva

El análisis de Porter de la ventaja competitiva señala que se deriva de dos cuestiones fundamentales. Se trata en primer lugar de definir cuan atractivo son los diferentes tipos de industria, considerando la rentabilidad a largo plazo; y en segundo lugar, lo que da una posición relativa dentro de las empresas de esa industria particular. Basa su análisis en los conceptos entrelazados de valor y ventaja competitiva. Sostiene que: "La ventaja competitiva crece fundamentalmente del valor de una empresa que es capaz de crear. El valor es lo que los compradores están dispuestos a pagar, y el valor superior de ofrecer precios más bajos que los otros competidores por beneficios equivalentes o proporcionar beneficios únicos que compensen con creces los precios más altos". (Porter, 1985: 3); y continúa: "Una empresa es rentable si el valor que esta señala, supera los costos para la creación del producto. La creación de valor para los compradores que excede al costo de producirlo, es el objetivo de cualquier estrategia genérica. Valor, en lugar de costos, debe ser utilizado en el análisis de la posición competitiva", (Ibíd.: 38).

TIC y Competitividad

Porter reconoce el papel de la tecnología como uno de los principales motores de la competencia, alegando que juega un papel importante tanto en los cambios estructurales en las industrias existentes, así como en la creación de nuevas industrias. El cambio tecnológico es tan importante que influencia en la ventaja competitiva, tanto porque crea nuevas oportunidades para la competencia y debido a que juega un papel central en la estrategia competitiva existente a través de su presencia permanente en la cadena de valor.

Las TIC Para Creación de Valor

La evidencia empírica muestra que la mayoría de las iniciativas de comercio electrónico, aunque han subrayado el incremento de la efectividad del proceso de búsqueda en línea, prestan mucha menos atención a facilitar las transacciones en línea y casi ignoran completamente la importancia de ayudar a los consumidores a tomar mejores decisiones.

Lumpkin y Dess (2004) proponen un modelo mostrado en la Figura 1 que describe las actividades de Internet que agregan valor desde la perspectiva del cliente, a través del aumento y facilitación de los procesos de compra. Estas actividades son: búsqueda, evaluación, resolución de problemas y transacción.



Figura 1. Actividades de internet que generan valor

Fuente: Creando valor en la cadena a través de las TIC. Adaptado de Lumpkin y Dess (2004)

Metodología

El objeto del presente estudio son las microempresas artesanales de Tehuacán y la variable de estudio es el uso de las TIC, por lo tanto no se tiene la posibilidad de manipular deliberadamente esta variable, solo se identifica en su estado natural, es decir será un estudio **no experimental u observacional**. Es un estudio **prospectivo**, debido a que para la recolección de los datos se diseñara un cuestionario expofeso para el mismo y solo se recolectarán una sola vez, estudio **transversal**. Finalmente solo se considerará una variable de estudio (uso de TIC) la cual no será manipulada, es decir será un estudio **descriptivo**.

Resultados

A continuación se muestran los resultados obtenidos por el instrumento seleccionado. Los resultados se analizaron con el software SPSS v22 en combinación con Microsoft Excel 2013. Cabe mencionar que el porcentaje total de casos, excede el 100% dado que las personas entrevistadas podían elegir más de una opción en cada ítem.

Según la Figura 2 los artesanos que usan internet, dan a conocer su producto, por medio de redes sociales, página Web, catálogos y además de manera verbal.

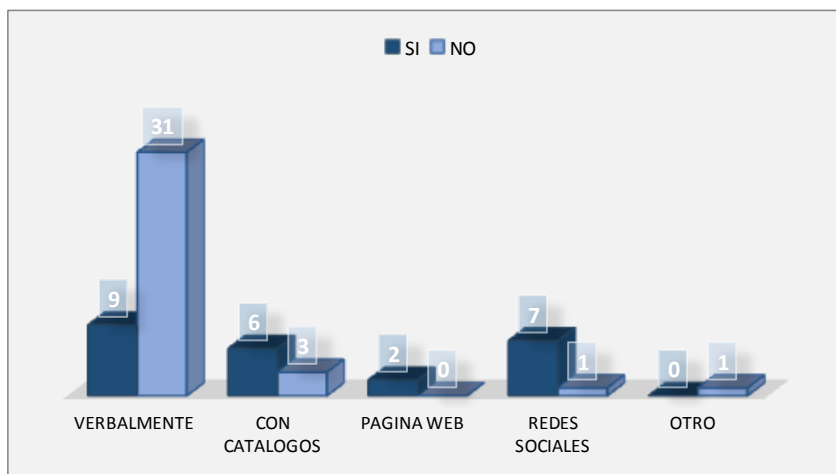


Figura 2. Correlación entre el uso de internet y la forma de dar a conocer su producto
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3 se observa que los artesanos que usan internet tienen un ámbito de ventas local, nacional e internacional, mientras que los que no utilizan tienen un ámbito de ventas local, solo uno vende a nivel nacional y ninguno a nivel internacional.

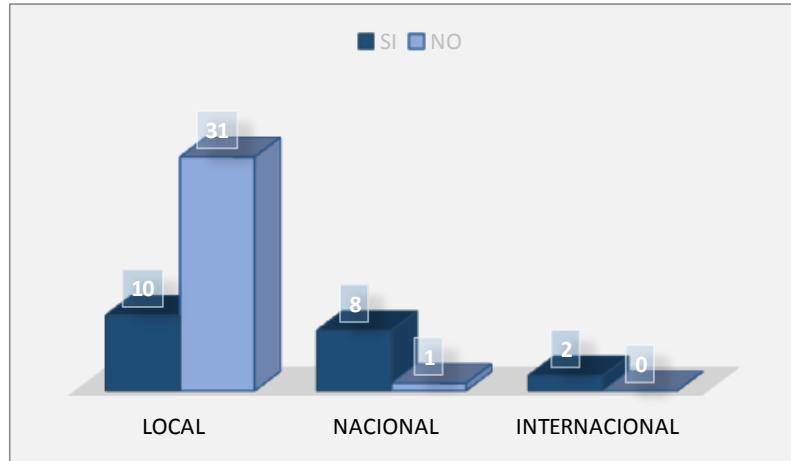


Figura 3. Correlación entre el ámbito de ventas y el uso de internet

Fuente: Elaboración propia

Diseño del modelo estratégico

En base a la investigación realizada y a los resultados obtenidos, se diseñó un modelo estratégico de aplicación de TIC en Internet que se muestra en la figura 4, considerando principalmente el costo, la complejidad de utilización y que puedan ser utilizadas en todos los dispositivos inteligentes, para aportar ventajas competitivas en las MiPyMEs artesanales de la Región de Tehuacán.

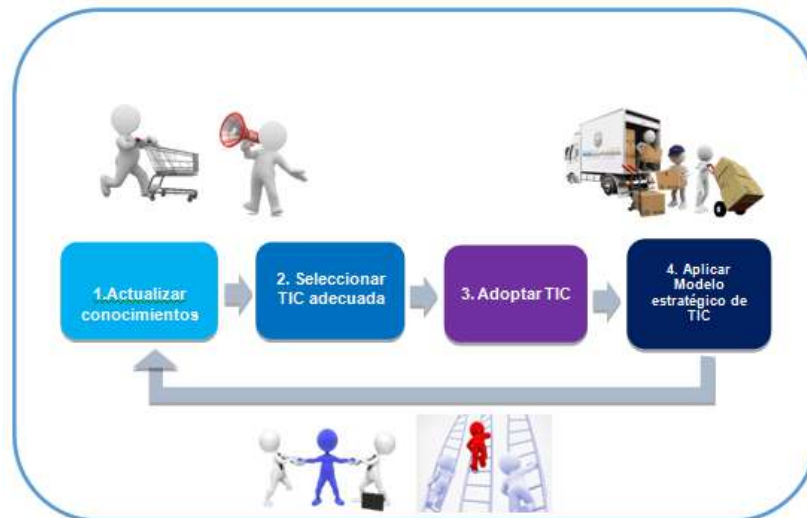


Figura 4. Modelo general de aplicación de TIC

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 5 muestra el modelo estratégico de aplicación para social commerce.



Figura 0. Modelo estratégico de aplicación de Social commerce

Fuente: Elaboración propia

Este modelo considera el uso de Facebook, dado que según un estudio realizado por la AMIPC sobre el Marketing Digital en México 2015 (Anexo I) el 99.3% de los usuarios entrevistados tienen presencia en alguna red social, además el 95.6% utiliza las redes sociales en su Smartphone; siendo Facebook y Twitter las redes sociales con mayor número de usuarios inscritos.

Conclusiones

Los objetivos planteados en este estudio fueron, por una parte, obtener información in situ de las MiPyMEs del conocimiento y uso de las TIC y en función de estos hallazgos, diseñar un modelo estratégico de adopción y aplicación que permita a los microempresarios artesanales de la región de Tehuacán, fortalecer sus ventajas competitivas que les permitan ingresar y permanecer con éxito en el mercado globalizado de nuestros tiempos.

Entre los principales hallazgos se encontró que el 65.4% de los artesanos no sabe cómo utilizar una computadora y es evidente que esa es una limitante muy grande a la hora de utilizar nuevas TIC para ayudar a su negocio, además de que sus condiciones económicas no son buenas, ya que algunos de ellos comentaron que solo venden a las pocas personas que se acercan a sus negocios, quedando limitados a esos clientes que llegan de forma esporádica y que es posible que solo vayan de paso por ahí, a esto le sumamos el hecho de que el 69.2% considera que las computadoras son muy caras y que están lejos de obtener una, sin embargo la mayoría de ellos cuenta con un equipo de telefonía celular o podría adquirir uno a un precio que no le resulte oneroso, por lo cual se sugiere que para la aplicación de social commerce, pueden utilizar desde un celular Smartphone, hasta una computadora de escritorio, según las necesidades y capacidad económica de cada artesano.

En cuanto al uso de redes sociales se encontró que solo el 26.8% utiliza redes sociales en beneficio de su negocio, mientras que el 73.2% dijo que no las utiliza, y el 43.9% dice que no las utiliza por que no sabe cómo, lo cual es un indicativo que desearían aplicar una nueva TIC,

pero el desconocimiento de las mismas impide su uso y limita el desarrollo de estas MiPyMEs artesanales, ya que algunos no saben por dónde empezar para poder aplicar alguna.

Por último se observó que hay una relación entre los artesanos que utilizan redes sociales en favor de su negocio y el ámbito de ventas en el cual se desarrolla el mismo; el resultado fue que algunos de los que usan las redes sociales han tenido un alcance mayor en el ámbito de ventas que según nuestro estudio, se extendió hasta nivel internacional, pero no todos lo lograron, ¿Por qué? Puede que se deba a no contar con una estrategia para aplicar de manera correcta todos los beneficios que nos brindan las redes sociales como medio de publicidad y además como medio de venta, es decir, no están aprovechando al máximo cada una de las características aportadas por el social commerce, por lo cual el modelo estratégico propuesto en este estudio también les será de utilidad.

El modelo propuesto en el capítulo 5, se hizo de la manera más sencilla posible, ya que las personas a las que está dirigido no cuentan con conocimientos especializados, por lo cual sería imposible hablarles en términos que ellos no conocen, dado que lo que ellos necesitan es una herramienta fácil de utilizar.

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 2016. 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

- Álvarez, Llerena. (2010) . Impacto de las TIC en el desempeño de las PYMES en el Ecuador, cantón Salinas, provincia de Santa Elena, Año 2010. Guayaquil.
- Barbosa, J. B. (2012). Tecnologías de la Información y Comunicación, su aplicación e impacto en las MiPyMEs de la industria de la transformación del municipio de Tehuacán. Tehuacán Puebla.
- Billón Margarita, Lera Fernando, Ortiz Salvador. (Enero-Abril de 2007). Evidencias del impacto de las TIC en la productividad de la empresa. Cuadernos de Economía, 005-036.
- Edgar, T. L. (2007). Las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) y la brecha digital: su impacto en la sociedad de México. Revista de Universidad Sociedad del Conocimiento.
- Garrigós, Márquez. (2006) Creando Valor en la Cadena a Través de las TIC. Universidad politécnica de Valencia. Valencia
- Gil, E. (s.f.). BrainSins. Obtenido de <http://www.brainsins.com/es/blog/que-es-social-commerce/106795>
- INEGI. (2009). Censo economico 2009. México: INEGI. para-mipymes.blogspot. (09 de 09 de 2009). Recuperado el 03 de 03 de 2011, de <http://para-mipymes.blogspot.mx/2009/09/clasificacion-de-empresas-mexicanas.html>: <http://para-MiPyMEs.blogspot.mx/2009/09/clasificacion-de-empresas-mexicanas.html>

Pymes de Mexico. (10 de 11 de 2010). Recuperado el 2011 de 08 de 08, de <http://pymesdemexico.wordpress.com/2010/11/10/historia-de%20las%20pymes/>

Sutter, J. (s.f.). Emprendices. Obtenido de <http://www.emprendices.co/definicion-de-e-business-o-negocios-electronicos/>

Ueki Yasushi, Tsuji Masatsugu, Cárcamo Olmos Rodrigo. (2005). Tecnología de la información y las comunicaciones (TIC) para el fomento de las pymes exportadoras en América Latina y Asia oriental. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

VISA. (2014). Red de empresarios VISA. Obtenido de <http://www.redempresariosvisa.com/Ecommerce/Article/que-es-e-commerce-o-comercio-electronico>

Sistema clasificador de frutas y hortalizas utilizando el índice de color

**Israel Jesús Orlando Guerrero¹
Rene Valerio Perez²*

Ingeniería y tecnología

Resumen

Color, sabor y textura son aspectos importantes para la aceptación de un alimento, siendo el color la propiedad óptica más importante, esto se puede afirmar debido a que el consumidor juzga, principalmente a partir de una buena presencia colorimétrica y posteriormente juzga los otros dos aspectos como el sabor y textura. Por tal motivo la clasificación de alimentos considerando el color resulta de interés para empresas agroalimentarias, en especial énfasis, el sector agroindustrial, utiliza la clasificación de frutas y hortalizas utilizando técnicas colorimétricas, no solo para motivar al consumidor, sino para separar su producto de acuerdo a la madurez, esta clasificación aumenta su ganancia y reduce pérdidas económicas.

Debido al alto costo de sistemas clasificadores de frutas basado en color, en el Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan, se diseña un sistema de este tipo, basando su estructura principal en: Un sistema de visión por webcam y un control de actuadores por medio de tonos duales de multifrecuencia o DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency) generados por del puerto de audio de una PC, lo anterior reduce drásticamente el costo del sistema ya que se evita el uso de tarjetas de adquisición de datos e imágenes. Se presenta resultados parciales como el programa de control, el cual es parte fundamental del proyecto. El programa fue escrito en software Labview 2015, y utilizando los módulos Vision y DSC (Datalogging and Supervisory Control Module). Los resultados parciales indican que la frecuencia de reconocimiento es de quinientas muestras por minuto, pero esta podría estar limitada por los cuadros por segundo capturados y la frecuencia de transformación de tonos a lógica digital.

Palabras claves: Sistema clasificadores de frutas, índice de color, automatización por DTMF

Introducción

La creciente exigencia de consumo de productos de calidad, junto a factores económicos, ha inducido a las empresas del sector agroindustrial a introducir innovaciones tecnológicas en sus instalaciones. En particular procedimientos no destructivos, especialmente los ópticos, han tenido un auge importante los últimos años, esto debido a que la luz no toca ni altera al producto a analizar. Por tal motivo la clasificación por color es un proceso importante en la industria agrícola, especialmente en procesamiento de alimentos, selección de frutas y hortalizas. El color es uno de los criterios más importantes, relacionado con la calidad de la fruta, la importancia del color se debe, entre otros, al uso del color como índice de valor económico, pues es un factor determinante en cuanto a la aceptabilidad por parte del consumidor. Un estándar para la clasificación de frutas y hortalizas en ingeniería de alimentos es el índice de color, el cual se relaciona con el sistema colorimétrico CIE Lab y define un color en una escala general de productos hortofrutícolas (Atencio, P., Germán Sánchez-T, y John-William Branch, 2009)

¹ Doctor en ciencia ópticas. Profesor de asignatura del Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan, iorlando4890@hotmail.com

² Ingeniero en electromecánica. Responsable de la carrera de electromecánica del Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan, renev5@hotmail.com

Los sistemas clasificadores utilizan tres etapas para su control: Iluminación-detección, generación de señales clasificadoras, y actuadores. La detección de color se realiza con ayuda de una cámara digital y una fuente de iluminación policromática, de espectro de emisión ancho, esto con el fin de obtener el color real del producto.

La imagen digital es enviada a un ordenador el cual contiene un algoritmo que utiliza procesamiento digital de imágenes para separar el producto por su color. Este algoritmo genera las señales clasificadoras que son enviadas a los distintos actuadores para realizar la clasificación físicamente.

Las etapas de iluminación-detección y generación de señales clasificadoras, tiene un costo elevado ya que estas suelen utilizar tarjetas de adquisición de datos (DAQ) e imágenes, sin embargo, debido al surgimiento de nuevas tecnologías que podrían reemplazar tarjetas de adquisición, el costo del control de sistemas clasificadores podría reducirse drásticamente, lo anterior podría facilitar el acceso de este tipo de sistemas a la mayor parte de los productores agroalimentarios en nuestro país (Blasco, J., S. Cubero, R. Arias, J. Gómez, F. Juste, y E. Moltó, 2007).

Una de las tecnologías que se han propuesto como una alternativa para la automatización de procesos es la que se puede llevar a cabo por medio de tonos duales de multifrecuencia o DTMF. En esta tecnología se pueden generar tonos por el puerto de audio de una PC o móvil, los cuales pueden vincularse a un evento del proceso a automatizar, y a su vez este tono es relacionado a una lógica digital por un chip decodificador, finalmente esta lógica puede ser amplificada para controlar un actuador mecánico. (Chinchuluun, R., W. S. Lee, y R. Ehsani, 2009)

Planteamiento del Problema

El diseño y construcción de sistemas clasificadores por visión, es de interés para la industria agroalimentaria de nuestro país, lamentablemente esta maquinaria resulta de elevado costo, ya que solo se genera en países europeos. Por tal motivo en el Instituto Tecnológico Superior de la Sierran Negra de Ajalpan, se plantea la posibilidad de diseñar y fabricar este tipo de maquinaria, con la ayuda de tecnología de webcam y DTMF, lo anterior reduce el costo y aumenta la accesibilidad de sistemas clasificadores

Objetivo

- 1.-Diseñar y construir un sistema clasificador de frutas y hortalizas basado en el procesamiento digital de imágenes y el índice de color.
- 2.-Implementar un sistema DTMF para controlar actuadores neumáticos.

El color como un clasificador

El color normalmente viene definido por un sistema cartesiano tridimensional y como esto no es fácil representarlo en el plano, se sustituye por representaciones geométricas planas llamadas diagramas cromáticos. Una de las propiedades más importantes que se le va a exigir a cualquier espacio de color utilizado para representar o nombrar colores es la uniformidad. Es decir, todas las diferencias de color igualmente percibidas deben representarse en tal espacio uniforme por las mismas distancias.

Aunque se puede trabajar con varios sistemas de coordenadas de color, pero el más parecido al ojo humano y adaptado como norma UNE es el CIELab que es un sistema cartesiano definido por tres coordenadas colorimétricas (L^* , a^* y b^*) (Figura 1): la coordenada L^* recibe el nombre de claridad o luminosidad (toma valores desde 0 negro hasta 100 blanco), es decir, está referida al componente blanco-negro que presenta un alimento. El parámetro a^* indica el componente rojo-verde en la muestra analizada bajo las condiciones establecidas por el sistema CIELab, donde el rojo representa los valores positivos y el verde los valores negativos. El parámetro b^* define el componente amarillo-azul presente en una muestra, donde el azul representa los valores negativos y el amarillo los valores positivos (Carranza-Gallardo, J,2002).

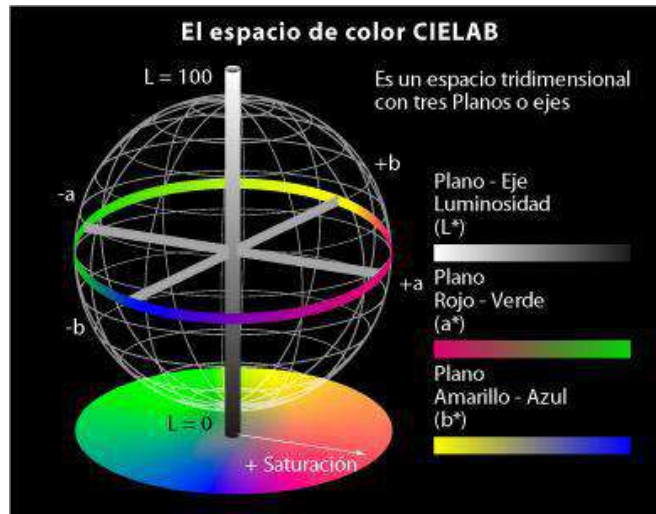


Figura 1. Representación espacial de las coordenadas cartesianas del espacio de color CIELab.

Fuente: Carranza-Gallardo, J,2002.

Otro parámetro destacable es el índice de color, el cual se puede relacionarse con la madurez del fruto o hortaliza, este es un estándar para la industria agroalimentaria y se puede obtener aplicando la siguiente relación al espacio de color CIELab:

$$IC^* = 1000(a)/(L)(b). \quad (1)$$

El IC^* por sus características de variación es utilizada como variable de control de la calidad de alimentos como sigue:

- a) Si IC^* es negativo (-40 a -20), su valor relaciona los colores que van desde el azul-violeta al verde profundo.
- b) Si IC^* es negativo (-20 a -2), su valor relaciona los colores que van del verde profundo al verde amarillento.
- c) Si IC^* está entre -2 a +2, representa el amarillo verdoso.
- d) Si IC^* es positivo (+2 a +20), se relaciona con los colores que van desde el amarillo pálido al naranja intenso.

e) Si IC^* es positivo (+20 a +40), se relaciona con los colores que van desde el naranja intenso al rojo profundo.

En la figura 2 se muestran tres imágenes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), en este caso son tres clasificaciones: verde profundo, amarillo verdoso y rojo profundo, dicha clasificación se realiza en base a la captura de la imagen digital y aplicando al espacio CIELab y la ecuación (1) a los pixeles de la imagen digital.

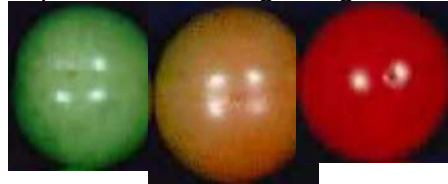


Figura 2. a) tomate con $IC^*=-33$ clasificado como verde profundo, a) tomate con $IC^*=0.5$ clasificado como amarillo verdoso, b) tomate con $IC^*=35$ clasificado como rojo profundo.

Fuente: Elaboración propia.

Automatización por medio de DTMF

Tonos duales de multifrecuencia o DTMF es usada en sistemas de comunicaciones, en especial énfasis en el teclado de teléfonos móviles, esta tecnología relaciona la pulsación de una tecla (1) con la suma de un par de frecuencias audibles o tonos (2-3), posteriormente esta suma de frecuencia, es introducida a un decodificador, el cual distingue este par de frecuencia y la relaciona a una lógica digital (4), un diagrama de este proceso se muestra en la figura 3.

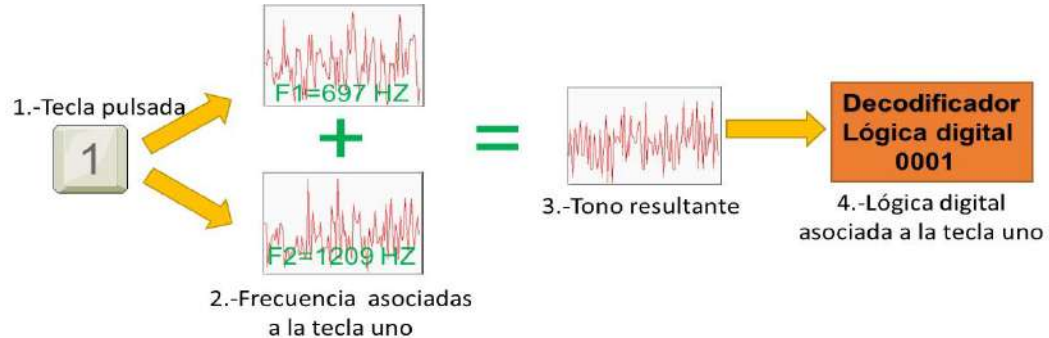


Figura 3. Proceso de asociación de la pulsación de una tecla con lógica digital, utilizada en tecnología DTMF.

Fuente: Elaboración propia.

El proceso de asociación, de un par de frecuencias y 16 teclas se puede resumir en la siguiente tabla.

Tabla 1. Asociación de par de frecuencias con una tecla.

Frecuencia en Hz	1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

Fuente: Elaboración propia

El circuito integrado decodificador más utilizado en esta tecnología es el CI MT8870DE, el cual contiene una entrada para el tono y cuatro salidas digitales, en la tabla 2 se muestra la asociación entre tono de tecla y lógica digital para este CI

Tabla 2. Asociamiento de tono de tecla con lógica digital.

Tono de tecla	Lógica digital			
	Q4	Q3	Q2	Q1
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	0
0	1	0	1	0
*	1	0	1	1
#	1	1	0	0
A	1	1	0	1
B	1	1	1	0
C	1	1	1	1
D	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Esta lógica digital generada por el CI MT8870DE puede ser empleada para controlar servo motor o actuadores neumáticos, los cuales pueden estar asociados a un evento específico de un proceso a automatizar, dicha asociación es la que se propone en este proyecto ya que esto reduce al mínimo el hardware, reduce el costo y maximiza la accesibilidad a la automatización.

Programa de control

La parte principal de una máquina de visión como el que se propone en este proyecto es el programa que detecta las imágenes y genera las señales adecuadas para los diferentes actuadores. Un diagrama en cascada del programa propuesto y que consiste en nueve pasos se muestra en la figura cuatro.

El programa inicia activando la cámara webcam y realizando una **captura de una imagen** con resolución de 640x480 pixeles verticales y horizontales respectivamente. Posteriormente esta imagen se divide en **tres imágenes en canales rojo verde y azul (RGB)**. La **media aritmética** es calculada para cada una de estas tres imágenes, esto se realiza para reducir el ruido en las imágenes y obtener un valor preciso de las componentes RGB, estas componentes son convertidas al espacio de color CIELab, esto con el fin de poder calcular el IC* de la imagen capturada.

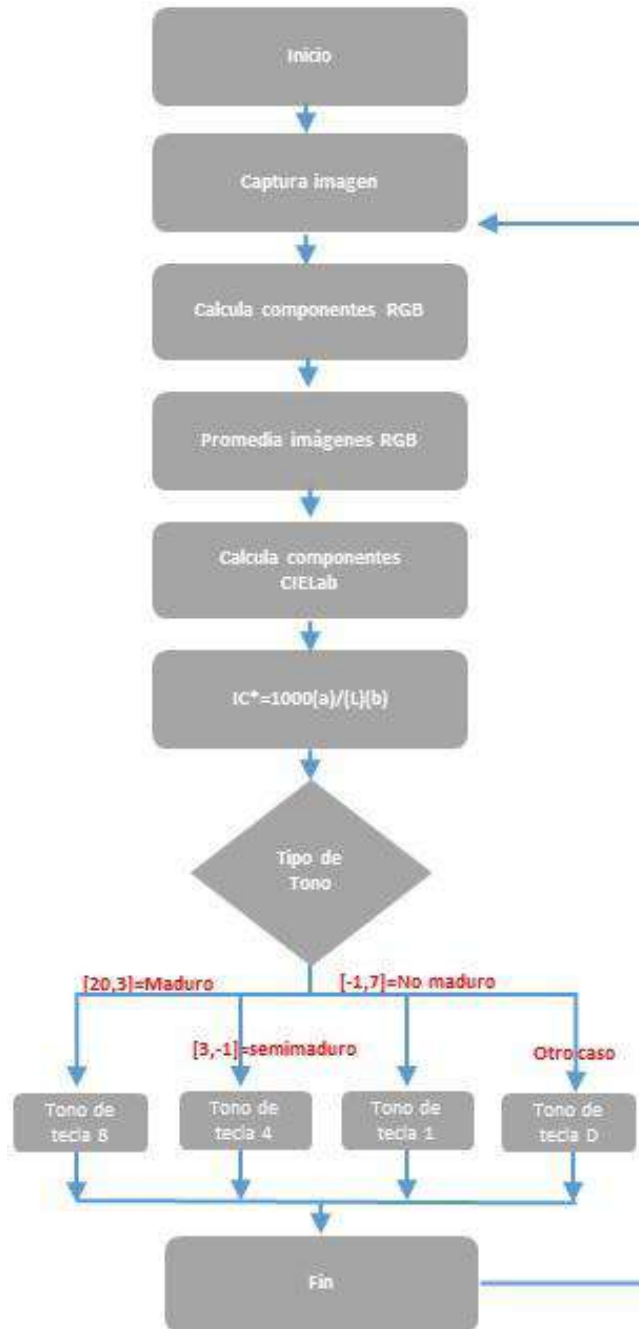


Figura 3 Diagrama de cascada del programa de control.
 Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se cuestiona si el valor de IC^* se encuentra dentro de alguno de tres intervalos, los cuales son asociados a la maduración del fruto o hortaliza. Finalmente, al ser asociado el valor de IC^* de la imagen capturada a un intervalo y a un estado de maduración, se activa el puerto de audio de la PC para generar uno de tres tonos correspondientes a las teclas 8,4,1 y D, los cuales también son asociados a la maduración. En la tabla 3 se muestran la relación de intervalo de IC^* , estado de maduración y tono.

Tabla 3. Asociación que realiza el programa de madurez, intervalo de IC* y tono.

Intervalo de IC*	[20-3]	[3-1]	[-1,7]	[otro]
Maduro	tono de tecla 8			
Semimaduro		Tono de tecla 4		
No maduro			tono de tecla 1	
Otro caso				Tono de tecla D

Fuente: Elaboración propia

Se pretende que, una vez realizada la clasificación de madurez, los tonos sean enviados al CI MT8870DE, el cual convierte estos tonos a una lógica digital, la cual puede controlar uno de tres actuadores neumáticos. En la tabla 3 se ilustran la relación entre tonos y actuadores.

Tabla 4. Asociación que realiza tono de tecla, actuador y lógica digital.

	Actuador P1	Actuador P2	Actuador P3
Tono de tecla 8	1000		
Tono de tecla 4		0100	
Tono de tecla 1			0001
Otro caso tono de tecla D	0000	0000	0000

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que, si el valor de IC* no se encuentra en algunos de los intervalos previstos, se genera el tono D y el CI lo transforma en lógica digital 0000, lo cual significa que ninguno de los actuadores es activado y por consiguiente se deja pasar el fruto.

Finalmente, el programa termina el proceso de asociación para la primera imagen y vuelve a realizar el proceso de asociación para n imágenes.

Resultados

El programa de control del sistema clasificador, contiene un panel de control, el cual es dinámico ya que fue implementado utilizando el módulo de Labview llamado "Registros de datos y control de automatización", este permite interaccionar en tiempo real con los controles, cámara y actuadores que se utilizarían en el sistema real, esto lo realiza mediante animaciones que pueden plasmarse en el panel de control,

En esta figura 4 se muestra el panel de control, y en él se puede observar que existe un **contenedor** el cual contiene le fruto o hortaliza a clasificar, este es enviado a una **banda transportadora** movida por un **motor**. Cada fruto es pasado a través de la cabina de visión, la cual contiene una **cámara**, que es conectada a una **PC** esta última contiene el programa de control descrito anteriormente.

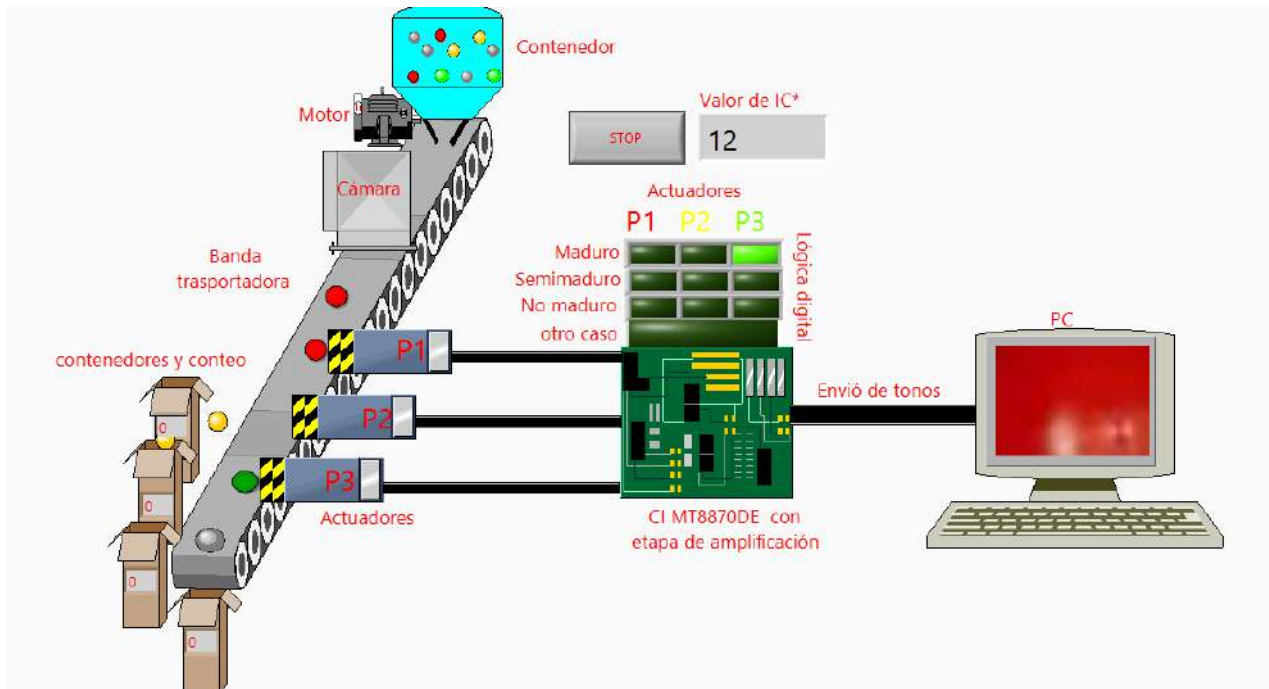


Figura 4. Panel de control del Sistema clasificador de frutas y hortalizas utilizando el índice de color.

Fuente: Elaboración propia.

También en la figura se puede observar que en la PC se visualiza una imagen real de un fruto en específico, el cual presenta un **valor de $IC^*=12$** . Como se comentó, este valor se asocia a un estado de maduro, y por lo tanto PC **envía un tono** asociado a la tecla ocho (ver tabla 3 y 4).

Este tono es enviado al **CI MT8870DE** el cual lo decodifica en una lógica digital 1000, la cual puede ser **amplificada** para controlar el **actuador**. Cabe mencionar que este estado es mostrado en tiempo real en los leds llamado **lógica digital** como se puede visualizar en la figura 4.

Para este caso en específico, la activación del actuador P1 sería verdadera y los demás actuadores permanecerían en reposo.

Por otro lado, en las cajas llamadas **contenedores y conteo**, se puede observar la suma de los frutos o hortalizas que cumplen con alguna de las tres clasificaciones, propuestas en el proyecto. Finalmente existe un botón de paro llamado "STOP", el cual puede ser oprimido en cualquier momento, con el fin de detener el proceso de selección.

Conclusiones

Se implementó un programa que clasifica un fruto o hortaliza de acuerdo a la **IC^*** que presenta la su imagen digital, este programa es capaz de activar el puerto de audio, para generar tonos los cuales también son asociados a un **IC^*** específico, estos tonos pueden ser codificados por medio del **CI MT8870DE**, en lógica digital la cual puede ser amplificada para activar un actuador neumático.

Lo expuesto en este artículo, brinda la posibilidad de reducir el costo de estos sistemas, esto debido a que no se utilizan tarjetas de adquisición de imágenes ni de datos, lo anterior podría acercar a productores de nuestro país a esta tecnología.

Por otro lado, se pudo comprobar que la tasa de reconocimiento es de cincuenta imágenes por minuto o 8 imágenes por segundo, el auto piensa que esta tasa de reconocimiento podría ser modificada cuando el sistema sea conectado al CI MT8870DE y actuadores.

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 2016. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo expresado en el escrito.

Referencias

- Atencio, P., Germán Sánchez-T, y John-William Branch. *"Automatic visual model for classification and measurement of quality of fruit: case mangifera indica"*. Colombia: Dyna. Vol. 76. Num. 170. pp. 317-326, 2009.
- Blasco, J., S. Cubero, R. Arias, J. Gómez, F. Juste, y E. Moltó. *"Development of a computer vision system for the automatic quality grading of mandarin segments"*. Lecture Notes on Computer Science. 4478:460-466., 2007.
- Carranza-Gallardo, J. *"Manejo de las fórmulas de diferencias de color vs límites de aceptabilidad"*. Memorias del Simposio de metrología 2002, Centro Nacional de Metrología, México., 2002.
- Chinchuluun, R., W. S. Lee, y R. Ehsani. *"Machine vision system for determining citrus count and size on a canopy shake and catch harvester"*. Applied Engineering in Agriculture. Vol. 25(4): 451-458., 2009.

DISEÑO DE UN INSTRUMENTO DE MEDICIÓN PARA LA INDUSTRIA DE SERVICIOS HOTELEROS

* *Andrea Tobón Rodríguez*¹
*Héctor Santos Alvarado*²

Ingeniería y Tecnología

Resumen

El presente artículo muestra los avances realizados para resolver el problema de la falta de un sistema para la gestión de la calidad de los servicios prestados en un hotel de la ciudad de Tehuacán, Puebla. Existen escalas de carácter general que no llegan a detectar los puntos débiles específicos de la empresa; por ello un instrumento basado en las necesidades específicas del cliente ofrece beneficios como orden, limpieza, imagen profesional así como personal capacitado.

En primera instancia, se presenta la metodología seguida para la obtención de las opiniones cualitativas expresadas textualmente por el cliente, mediante el método de incidentes críticos desarrollado por Flanagan; así como el tratamiento de la información obtenida que facilitó la creación de elementos de satisfacción, por ende un total de nueve dimensiones de calidad.

La elaboración un cuestionario, basado en estos elementos, refleja las necesidades específicas de los clientes de la empresa.

A través de un tratamiento de estadística descriptiva, se obtiene como resultado un instrumento de medición validado y confiable, que reflejara la calidad actual de los servicios ofertados por el hotel.

Palabras claves: Instrumento de medición, servicios y hoteles.

Introducción

Los estándares de calidad son diferentes para cada persona, por lo que es muy difícil encontrar el problema crítico y de esta manera, atacarlo. Es por ello, que se ha instaurado un método de obtención de información subjetiva y directa de los clientes para posteriormente transferirla a objetiva para efectos de evaluar, de esta manera, el nivel de satisfacción del servicio en la corporación.

Con un instrumento de medición efectivo basado en tiempo y espacio reales acerca de las necesidades verdaderas del usuario, la empresa hotelera podrá obtener un claro panorama acerca de lo que el consumidor necesita, provocando así una respuesta específica basada en la percepción del cliente con respecto a la calidad del hotel. Así como detectar los puntos de oportunidad verdaderos en función de la voz del cliente.

Planteamiento del Problema

El Hotel Villablanca, ubicado en la ciudad de Tehuacán, Puebla; no cuenta con un monitoreo calificado de la calidad, por esta razón se tiene un desconocimiento de las condiciones del servicio, por ende, no se han identificado los sectores en donde se necesita una atención especial o aquellos en los que los niveles de satisfacción son óptimos y no deben modificarse sino más bien, no ser descuidados.

¹ Ingeniero en Logística. Estudiante de la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, zuritamale07@yahoo.com.mx

² Maestro en Ingeniería Industrial. Docente de la Maestría en Ingeniería Industrial y Administración del Instituto Tecnológico de Tehuacán, juarez239@hotmail.com

A través de los organismos establecidos que se dedican a monitorear las empresas en ámbitos de calidad, se puede llegar a tener un control deficiente, ya sea porque el instrumento de medición no abarque puntos críticos propios de la empresa (debido a que es un instrumento preestablecido), o utilicen un manual general para cualquier tipo de hotel. Provocando que no se preste la atención debida a las necesidades específicas de la empresa.

Para evitar caer en el mismo error de las grandes compañías, que utilizan este tipo de controles generales de la calidad, un instrumento de medición específico para las necesidades de la empresa es la solución.

La confianza en un instrumento de recolección, el manejo de la información y tratamiento estadístico de los datos conlleva a la veracidad de los resultados de los estudios y análisis referentes tanto en las manufacturas como en la calidad del servicio.

La validación del instrumento de medición nos asegura de que la información obtenida a través de él, será veraz, confiable y reflejara la situación actual de las condiciones del servicio. Determinará las necesidades requerimientos, deseos o caprichos, verdaderos del cliente, denominados en este caso como dimensiones de la calidad del servicio.

Además de crear un apoyo para determinar hacia dónde dirigir los recursos para efectos de mejoramiento de la calidad ofertada por parte de la gerencia. Ya que las decisiones que se han implementado hasta ahora, se tomaron de forma intuitiva o por reacción, desconociendo el grado de satisfacción que se tendría por parte de la clientela; se pretende que estas se tomen bajo fundamento estadístico, evitando que se implementen medidas que no aumenten ni disminuyan la satisfacción global de los usuarios. Es decir, evitando un malgasto de recursos en medidas correctivas en vez de preventivas.

Objetivo

Diseñar un instrumento de medición, mediante un proceso de estructuración, confiabilidad y validez, para un proyecto de evaluación de la calidad del servicio de un hotel de cuatro estrellas en la ciudad de Tehuacán, Pue.

Preguntas de Investigación

No existen preguntas de investigación.

Marco Teórico

El método de los incidentes críticos por Flanagan (1954) durante la Segunda Guerra Mundial y todavía se utiliza ampliamente en la actualidad. Como su nombre indica, se trata de recoger incidentes que, a los ojos de los expertos interrogados, son “críticos”, es decir, muy importantes para la actividad descrita. Estos incidentes deben haber sido realmente observados, deben ser puestos en contexto, es decir, descritos en función de un problema a resolver, en relación con las intenciones y con los objetivos de las personas afectadas y de tal manera que las consecuencias de los diferentes comportamientos adoptados puedan ser evaluadas, o por lo menos descritas, con precisión. (Lévy-Leboyer, 2000)

Más que recolectar opiniones, fragmentos y estimaciones, se pretende obtener un registro de comportamientos específicos de aquellos que están en la mejor posición para hacer las observaciones y evaluaciones necesarias. La recolección y tabulación de estas observaciones hará posible formular los requerimientos críticos para desempeñar una actividad. Una lista de comportamientos críticos proporciona las bases para hacer inferencias en cuanto a los requerimientos necesarios por lo que toca a aptitudes, entrenamiento y otras características. (Balboa, 2016)

Un cuestionario, en sentido estricto, es un sistema de preguntas racionales, ordenadas en forma coherente, tanto desde el punto de vista lógico como psicológico, expresadas en un

lenguaje sencillo y comprensible, que generalmente responde por escrito la persona interrogada, sin que sea necesaria la intervención de un encuestador. El cuestionario permite la recolección de datos provenientes de fuentes primarias, es decir, de personas que poseen la información que resulta de interés. (García, 2004)

Hay cuatro etapas en la construcción de los cuestionarios de satisfacción del cliente: 1) Determinar las preguntas (elementos) que se usaran en el cuestionario; 2) Seleccionar el formato de respuesta; 3) Redactar la introducción del cuestionario y 4) Determinar el contenido del cuestionario definitivo (seleccionar los conceptos del grupo inicial de elementos de satisfacción que compondrán el instrumento de medición). (Hayes, 2006)

Una vez teniendo establecida la base, se empieza a construir el instrumento de medición. Ya que estén determinadas las preguntas (a partir de los elementos) que se usaran en el cuestionario se seleccionara el formato de respuesta, en este caso el escalamiento tipo Likert, el cual “consiste en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se pide la reacción de los sujetos a los que se les administra. Es decir, se presenta cada afirmación y se pide al sujeto que externé su reacción eligiendo uno de los cinco puntos de la escala. A cada punto se le asigna un valor numérico. Así, el sujeto obtiene una puntuación respecto a la afirmación y al final se obtiene su puntuación total sumando las puntuaciones obtenidas en relación a todas las afirmaciones” (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2003).

Metodología

El modelo de investigación a seguir en este estudio, se basa en el método de incidentes críticos de Parasuraman y A. Zeithmal que concentra Hayes (2006) en el libro *Cómo medir la satisfacción del cliente*. Se utiliza un cuestionario como método de recolección de información directa de los clientes; a través de esta serie de preguntas, respaldadas por este método; donde se obtiene información precisa, clara y veraz acerca de la percepción del cliente con respecto a la calidad del servicio. Dichas preguntas dan, también, un panorama acerca de la fidelidad del cliente hacia la empresa, los motivos de su visita así como la frecuencia con que utiliza el servicio.

La información se recolecta de forma oral, utilizando una grabadora de voz para obtener la opinión de forma textual, así se toman datos verídicos y no interpretaciones de dichas opiniones; ya que de ello depende que la investigación sea exitosa. Esta información se transcribe para poder trabajar con ella.

Cada respuesta es diferente a otra, por ello se debe encontrar un dato que los pueda clasificar como similares, para así delimitar los elementos de satisfacción. Este dato puede ser un sustantivo, un verbo o adjetivo, o simplemente que se esté refiriendo a la misma cosa o situación.

La clasificación de estos elementos puede llevar a la controversia, debido a la variedad de opiniones acerca de dónde deben clasificarse los elementos críticos dentro de los elementos de satisfacción. Por ello, el análisis debe ser validado por al menos dos personas más, competentes en el tema, de esta manera se tendrá la confianza y certeza de que se están clasificando de la manera correcta.

Mediante tablas que concentren los incidentes críticos, los cuales se han redactado en base a la opinión textual del usuario del servicio, en positivos y negativos, ya agrupados por su característica similar, se procederá a redactar el elemento de satisfacción.

Una vez que se obtengan los elementos, estos se encapsularan en las dimensiones de la calidad, las cuales pueden ser específicas para el hotel o bien, pueden caer en alguna ya establecida.

El primer ensayo se realiza una vez que se tienen los elementos de satisfacción y las dimensiones de calidad, establecidos. Hernández (1991) dicta que no existe una regla acerca del tamaño del cuestionario, sin embargo, menciona que si es muy corto se pierde información y si resulta muy largo puede resultar tedioso para responder. El tamaño depende del número de variables y dimensiones a medir, el interés de los respondientes y la manera como es administrado.

En este caso, es necesario formular dos preguntas por variable para tener un cuestionario corto, que abarque todas las dimensiones encontradas y que sea fácil de responder, evitando la monotonía y tomar tiempo excesivo del cliente. Sin embargo, esto se establecerá al ver cuantos elementos de satisfacción conforman la dimensión de calidad.

El instrumento medirá las dimensiones antes mencionadas, mediante una serie de preguntas que tendrán como respuesta un intervalo del 1 al 5 tomando en cuenta el formato de tipo Likert, para permitir la transformación de información textual a cuantitativa.

Toda medición o instrumento de recolección de los datos debe reunir dos requisitos esenciales: confiabilidad y validez. La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto, produce iguales resultados. La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir. (Hernández, 1991)

Para que las puntuaciones del cuestionario reflejen fielmente la dimensión subyacente, es preciso que este demuestre tener alta confiabilidad. Hay tres formas generales de confiabilidad: la confiabilidad prueba-contraprueba, la confiabilidad de formas equivalentes y la consistencia interna. Sin embargo utilizaremos la confiabilidad con el método de dividir en mitades.

Mediante este método se calcula la consistencia interna dividiendo la escala en mitades (por ejemplo, elementos nones contra pares, o la primera mitad de la escala frente a la segunda mitad de la escala) y correlacionando luego las puntuaciones de ambas mitades. (Hayes, 2006)

De esta manera no se tendrá que buscar que el mismo cliente responda la encuesta dos veces, ya que no se le podría localizar o podría simplemente negarse a repetir la prueba.

La validación del instrumento se basa en una estrategia relacionada con el contenido, ya que esta se ocupa del examen del contenido de los elementos de la escala. El dominio o universo del contenido se refiere a todos los elementos posibles que podrían incluirse en el cuestionario de satisfacción al cliente. El cuestionario diseñado debe contener elementos representativos de este universo definido. El objetivo de la validez del contenido es contar con el grupo de elementos que representan mejor el universo; estos elementos conformarán el cuestionario final (Hayes, 2006).

Resultados

Con un total de 22 elementos de satisfacción utilizables se obtuvieron ocho dimensiones de la calidad a evaluar. Las dimensiones que se establecieron fueron las siguientes: Fiabilidad tecnológica, Capacidad de conservación, Confort, Afabilidad, Logística de facturación, Capacidad de limpieza, Gusto gastronómico y Accesibilidad económica.

Como se puede observar dichas dimensiones encontradas no empatan completamente con las preestablecidas, por lo que esto demuestra la necesidad de basarse en una escala diferente a las establecidas o en un manual general de la calidad para el servicio de hotelería. Ya que al tomar de base dichos parámetros no se obtendría una respuesta positiva en los clientes, ya que sus necesidades son más específicas que las preestablecidas.

El instrumento de medición no cuenta con preguntas como tal, según Hernández, el cuestionario puede estar basado en oraciones neutras para demostrar que tan de acuerdo o en desacuerdo se está con cada oración. En la Tabla 1, basándose en la escala tipo Likert, con una escala de 5 puntos, dos negativos, dos positivos y uno neutro, se encuentra ilustrado el instrumento de medición.

Tabla 1. Instrumento de medición

Para ofrecerle una mejor atención, nos gustaría conocer su opinión acerca de la calidad de nuestro servicio en el área de hotelería. ¿Podría responder un cuestionario? Solo tomara dos minutos de su tiempo. Por favor indique que tan de acuerdo o en desacuerdo esta con las siguientes oraciones.

1.- Me satisface la TV y el internet de las habitaciones				
a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En Desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
2.- Las habitaciones tienen la limpieza que yo espero				
a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En Desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
3.- El personal brinda la atención adecuada cuando se requiere				
a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En Desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
4.- Considero que la forma de facturar es la adecuada				
a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En Desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
5.- Percibo que a las instalaciones se les da el mantenimiento apropiado				
a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En Desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
6.- Me siento cómodo en las instalaciones del hotel				
a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En Desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
7.- La comida cubre mis expectativas de alimentación				
a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En Desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
8.- Encuentro accesibles las tarifas de hospedaje				
a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En Desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
9.- La temperatura de la alberca me permite aprovecharla				
a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En Desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
10.- Observo que las habitaciones necesitan remodelación				
a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En Desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
11.- Las habitaciones cuentan con un buen servicio de internet y televisión				
a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En Desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
12.- En las habitaciones y baño se observa que se hace una limpieza completa				
a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En Desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo

acuerdo	acuerdo		Desacuerdo	desacuerdo
13.- Considero que el personal me trata como debe de ser				
a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En Desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
14.- El proceso de facturación es el apropiado				
a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En Desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
15.- Las instalaciones se encuentran en buenas condiciones				
a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En Desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
16.- El hotel brinda un bienestar de comodidad				
a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En Desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
17.- La comida es buena				
a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En Desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
18.- El alojamiento es costeable				
a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En Desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
19.- El agua de la alberca es agradable				
a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En Desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
20.- Las habitaciones precisan un rediseño más moderno				
a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En Desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo
21.- En general me siento a gusto con el hotel				
a) Totalmente de acuerdo	b) De acuerdo	c) Indiferente	d) En Desacuerdo	e) Totalmente en desacuerdo

Fuente: Elaboración propia

La prueba piloto se realizó a doce personas, para comprobar la validación, confiabilidad y fiabilidad del instrumento de medición.

En la tabla 2 se muestran los resultados de la estadística descriptiva de los resultados de las preguntas realizadas.

Tabla 2. Estadística descriptiva

Primera mitad		Segunda mitad	
Estadísticos	Resultado	Estadísticos	Resultado
Media	79.9	Media	81.3
Mediana	80	Mediana	80
Varianza	308.8	Varianza	287.0
Desviación	17.6	Desviación	16.9

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de confiabilidad con el método de dividir en mitades, se correlacionan las puntuaciones de ambas mitades. Una correlación elevada indica que los dos grupos producen información consistente; de este modo, es muy probable que los elementos midan lo mismo.

Al usar el método de dividir en mitades, es necesario incluir un factor de corrección. La extensión de la escala afecta los cálculos de confiabilidad, mientras más elementos haya en la escala, más alta será la confiabilidad. Para controlar la extensión de la prueba, se usa una fórmula de corrección, la fórmula Spearman-Brown, que da como resultado un estimado corregido de confiabilidad.

$$r_{cc} = (nr_{12}) / (1 + (n - 1)r_{12})$$

Donde r_{12} es la correlación de las dos mitades del mismo cuestionario y n es el número de elementos de la escala global dividida entre el número de elementos en cada una de las mitades. La correlación fue $r_{12} = 0.62$, por lo que $r_{cc} = (2 \cdot 0.62) / (1 + 0.62) = 0.77$

Para la prueba de fiabilidad a través del alfa de Cronbach nos da un resultado de $\alpha = 0.80$, lo cual según la escala George y Mallery un alfa mayor o igual a 0.8 es bueno.

Conclusiones

Debido a que las respuestas de una de las dimensiones dependerán de la temporada de aplicación del instrumento de medición, se ha decidido realizar dos aplicaciones de dicho instrumento, uno para época de frío y otro para época de calor. El instrumento se seccionará en dos partes para su fácil respuesta, así como para evitar el tedio de aquellos que respondan.

El acceso a la información confidencial del hotel, ayudará a estratificar el tipo de clientes frecuentes, por ende, la calidad del servicio podrá ser más especializada, dependiendo de las necesidades específicas de ellos. También, el número de clientes frecuente por época (anuales, mensuales y de temporada) determinará el tamaño óptimo de la muestra a la cual se le aplicará el instrumento de medición.

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 2016. 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

- Balboa, A. C. (16 de Septiembre de 2016). *Publicaciones UNAM*. Obtenido de http://cuib.unam.mx/publicaciones/5/metodos_cualitativos_INCIDENTE_CRITICO_ANA_CECILIA_BALBOA.html
- García, F. (2004). *El cuestionario: recomendaciones metodológicas para el diseño de cuestionarios*. Mexico: LIMUSA.
- Hayes, B. E. (2006). *Cómo medir la satisfacción del cliente*. México: Alfaomega.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2003). *Metodología de la Investigación*. México: McGrawHill.
- Lévy-Leboyer, C. (2000). *Gestión de las competencias*. Barcelona: Gestión 2000.
- Santomá, R., & Costa, G. (11 de Abril de 2016). *ESADE*. Obtenido de Ramon Llull University: <http://www.esade.edu/cedit2007/pdfs/papers/pdf9.pdf>
- Vazquez, R., Rodriguez-Del Bosque, I., & Ruiz, A. (2005). *EXPECTATIVAS Y PERCEPCIONES DEL CONSUMIDOR SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO*. España: Universidad de Oviedo.

Aprovechamiento de residuos orgánicos para la producción de un biol

Dra. María Myrna Solís Oba¹
Dra. Miriam Silvia López Vigil²
**Araceli Cruz Murillo³*

Ingeniería y tecnología

Resumen

En la actividad ganadera como en cualquier otra actividad se generan residuos como es el estiércol, éstos residuos si no se disponen o procesan de manera adecuada pueden afectar al suelo, las aguas superficiales y subterránea así como al aire si estos son expuestos para su degradación a cielo abierto.

El estiércol contiene un gran número de nutrientes para las plantas pero este debe ser sometido a un proceso de descomposición para que dichos nutrientes pueden ser transformados en sales, las cuales serán aprovechadas por las plantas.

El proceso de la Digestión Anaerobia es una tecnología de gran importancia para la producción de Biogás (fuente de energía renovable que puede utilizarse para actividades domésticas) y bioabono (biol) útil como fertilizante para el cultivo.

En este trabajo se presenta el proceso para obtener un fertilizante líquido orgánico (biol) producto de la Digestión Anaerobia, utilizando como sustrato el estiércol generado por los ganados de las comunidades de San Simón Coatepec, Tepetitla de Lardizábal y Tlatepango.

Palabras claves: Biol, Digestión Anaerobia, residuos, fertilizante

Introducción

La situación ambiental que vivimos en la actualidad requiere de la disminución de contaminantes en el planeta y el aprovechamiento de los residuos provenientes de las diferentes actividades económicas, bajo este enfoque la revaloración de subproductos es una temática que requiere de gran atención (Hernández, et al., 2014), como es el caso de la actividad ganadera que genera residuos como el estiércol del ganado cuyo aprovechamiento le da un valor agregado de interés.

La ganadería es una actividad complementaria a la agricultura, la oferta de estiércol y la demanda de fertilizantes orgánicos crean un equilibrio. Utilizar el estiércol como abono sin un previo tratamiento puede ser agresivo con los cultivos y con el suelo (Flotats, et al. 1998).

El estiércol contiene un gran número de nutrientes para las plantas pero este debe ser sometido a un proceso de descomposición para que dichos nutrientes pueden ser transformados en sales, las cuales serán aprovechadas por las plantas. Por ejemplo el nitrógeno orgánico debe ser convertido en nitrógeno amoniacal antes de ser absorbido por las plantas. Una tonelada de estiércol de vaca con un contenido del 50% de humedad

¹ Doctora. Investigadora. Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada. Instituto Politécnico Nacional. Dirección: Carretera Estatal Inés Tecuexcomac-Tepetitla Km 1.5, Tepetitla de Lardizabal, Tlaxcala. C.P. 90700, msolis@ipn.mx

² Doctora en Ingeniería. Docente de la Maestría en Ingeniería industrial y Administración del Instituto Tecnológico de Tehuacán. Dirección: Libramiento Tecnológico S/N A.P. 247 C.P. 75770, correo electrónico: misilovi@hotmail.com

³ Alumna de Ingeniero Bioquímica del Instituto Tecnológico de Tehuacán, araceli.cruz.murillo@gmail.com

contiene alrededor de 42 Kg de Nitrógeno, 18 Kg de P_2O_5 y 26 Kg de K_2O , esto es de gran importancia si tomamos en cuenta que los volúmenes de estiércol que se acumulan en las zonas rurales son generalmente grandes (Sánchez y Hernández, 2011).

Una estrategia para el tratamiento del estiércol es utilizar la digestión anaerobia, éste proceso tiene por objetivo transformar material orgánico a formas gaseosas combustibles (Biogas), el cual puede ser empleado como una fuente renovable de energía (Hernández, Sánchez, et al., 2014). Este proceso da como resultado otro producto de valor agregado el cual se denomina digestato y puede ser usado como fertilizante; el digestato consta de dos partes, una líquida llamada biol y la sólida denominada biosol.

Por lo que se propone el uso de digestiones anaerobias como un proceso de biodegradación como una solución para el tratamiento de residuos orgánicos procedentes de cualquier actividad agrícola, que permiten aprovechar la biomasa como efluente de energía renovable. Siendo el estiércol el principal sustrato de origen animal para la alimentación en el proceso de la digestión anaerobia.

La digestión anaerobia es un proceso mediante el cual se puede tratar un sinnúmero de residuos orgánicos, por ejemplo el estiércol, para poder modificar las características de este residuo para su adecuación como un fertilizante orgánico que cumpla estándares de calidad (Flotats, et al 1998), el proceso de la digestión anaerobia permite liberar $N-NH_4$, descomponer materia orgánica, eliminar materia orgánica fácilmente degradable, reducir las emisiones de malos olores, eliminar ácidos grasos volátiles (tóxicos para los cultivos a elevadas concentraciones) y modificar la alcalinidad del producto.

El proceso de la Digestión Anaerobia ayuda a contribuir con tres necesidades básicas: la primera es el mejoramiento de las condiciones sanitarias mediante el control de la contaminación, la segunda es la generación de energías renovables para actividades domésticas y la tercera es la obtención de materiales estabilizados (bioabono) como un fertilizante para cultivo. Por lo tanto podemos decir la Tecnología de la Digestión Anaerobia juega un papel muy importante en el control de la contaminación ambiental, generación de energías renovables y obtención de fertilizantes orgánicos donde los productos obtenidos de este proceso son de mayor valor agregado (Varnero, 2011).

Si nos basamos en el contexto de energías limpias podemos decir que el proceso de la Digestión Anaerobia es una tecnología de gran importancia para la producción de Biogás que puede ser sustituto de combustibles fósiles, el Biogás producido en este proceso puede ser rico en metano y este a su vez puede ser aprovechado directamente para los quemadores, estufas y para la alimentación de motores de combustión interna ó indirectamente para la producción de electricidad (Magaña, et al.,2006).

Parte de la producción de la digestión anaerobia es la generación de gases, mientras que el resto se conserva en forma de lodo que tiene altos contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio, materiales esenciales para el crecimiento de las plantas y, por lo tanto, puede ser utilizado como fertilizante después de ser sometido a un proceso de estabilización.

Es así como el proceso de la Digestión Anaerobia aporta grandes beneficios al sector ambiental y al sector energético. Éste proceso estabiliza los residuos orgánicos como es el estiércol para su incorporación al suelo, tiene como finalidad acelerar la descomposición o mineralización de subproductos y residuos orgánicos, para obtener un

producto orgánico más estable biológicamente, enriquecido en compuestos húmicos y libre de patógenos (Pinos-Rodríguez, 2012).

La aplicación del Biol trae consigo la mejora de cosechas y la disminución de egresos económicos por la utilización de fertilizantes químicos, estas ventajas vienen acompañados de beneficios al medio ambiente ya que la agricultura tomara un giro a favor de la preservación de recursos naturales, al uso de tecnologías limpias y de bajo coste.

Este trabajo presenta los resultados de la metodología para la obtención de un fertilizante líquido orgánico producto del proceso de la Digestión Anaerobia, utilizando como sustrato el estiércol generado por los ganados de las comunidades de San Simón Coatepec (Municipio de San Francisco Mixtla, Puebla), Tepetitla de Lardizábal (Municipio de Tepetitla de Lardizábal, Tlaxcala) y Tlatépango (Municipiode San Pable del Monte, Tlaxcla).

Planteamiento del Problema

Las comunidades rurales se enfrentan a la generación, manejo y disposición de residuos pecuarios como lo es el estiércol generado por el ganado, ya que en México el manejo de residuos pecuarios es prácticamente nulo. El estiércol generado por el ganado de las comunidades rurales generalmente es almacenado a cielo abierto sin previo tratamiento lo que causa problemas ambientales como la contaminación del agua, suelo y aire, además de la atracción de patógenos. Posteriormente y cercano a la fecha de cultivo se esparcen en las áreas agrícolas con la finalidad de fertilizarlas.

Se sabe que en la agricultura antigua se utilizaba el estiércol como abono para los suelos agrícolas por su alto contenido de materia orgánica sin embargo esta práctica no es recomendable porque si se esparce el estiércol directamente al suelo, se produce una alta concentración de materia orgánica a tal grado que en vez de ser un abono , puede afectar otras formas de vida, además disminuye la capacidad de drenaje e incrementa el desarrollo de microorganismos patógenos que dificultan la mineralización del nitrógeno.

En el estado de Puebla existían en 2014, 672,489 cabezas de ganado bovino, 1,219,910 cabezas de ganado caprino y 50,0819 cabezas de ganado ovino mientras que en el estado de Tlaxcala existen 53,751 cabezas de ganado bovino, 115,114 cabezas de ganado caprino y 228,099 cabezas de ganado óvido (INEGI, 2014).

Esto da una idea de la cantidad de estiércol generado en estos estados, ya que no se ha reportado la estadística del volumen generado de las heces y residuos de la producción pecuaria en estos estados. El principal uso de estos subproductos es como fertilizante en los suelos agrícolas, la generalidad de las veces este material solo se esparce en lo suelos previo al inicio de la cosecha, sin una estabilización previa, lo que ocasiona una lenta asimilación por parte de las plantas, problemas de contaminación al aire, suelo y agua, atracción de moscas y patógenos y en algunos casos problemas de fitosanidad (Quispe, 2015).

Por lo anterior se determina que es importante aplicar metodologías tendientes a tratar residuos orgánicos como es el estiércol para reducir su afectación por la contaminación que se produce por su inadecuada disposición y obtener productos de mayor valor agregado.

La digestión anaerobia permite una solución a esta problemática, ya que es un proceso mediante el cual se puede tratar un sinnúmero de residuos orgánicos, como es el caso del estiércol, y así poder modificar las características de éste residuo para su adecuación como un fertilizante orgánico que cumpla estándares de calidad (Flotats, et al 1998).

Objetivo

Producir biofertilizante (Biol) a través de un proceso de digestión anaeróbica utilizando estiércol proveniente de ganado vacuno, ovino y caprino de comunidades rurales de Puebla y Tlaxcala.

Marco teórico

Fertilizantes

La palabra fertilizante proviene de la raíz latina “fertil”, el término “fertilización” quiere decir volver fértil.

Por lo tanto los fertilizantes son productos naturales o industrializados, que contengan por lo menos cinco por ciento de uno o más de los tres nutrientes primarios (N, P y K) (FAO, 2002), los fertilizantes son destinados a la alimentación de las plantas y son aplicados directa o indirectamente para favorecer el crecimiento, aumentar su producción y mejorar la calidad de las mismas (Finck, 1988).

Beneficios del uso de Fertilizantes

Según la IFA (Asociación Internacional de la Industria de los fertilizantes) y la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) en el año 2002 dicen que los fertilizantes aportan algunos beneficios como:

- Proveen nutrientes que los cultivos necesitan.
- Al aplicar fertilizantes se pueden producir más alimentos y cultivos comerciales y de mejor calidad, es decir aumentan los rendimientos de los cultivos.
- Con los fertilizantes se puede mejorar la baja fertilidad de los suelos que han sido sobreexplotados
- Los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que están faltando.
- La aplicación de fertilizantes asegura el uso más eficaz de la tierra y del agua.
- Algunas de las ventajas de la producción del biofertilizante son:
 - Reducción en costos de producción.
 - Reciclamiento eficiente de los residuos orgánicos.
 - Conservación de áreas verdes y reservas de suelos.
 - Producción de alimentos sin fertilizantes químicos.

Clasificación de fertilizantes

Se distinguen 2 clases de fertilizantes, dependiendo del material empleado en su preparación: los inorgánicos también llamados químicos o minerales y los orgánicos o biofertilizantes (<http://www.fertilizer.org/>). Los fertilizantes inorgánicos se consiguen de

procesos químicos comerciales, mientras que los fertilizantes orgánicos provienen de materiales vegetales o animales.

Fertilizantes inorgánicos o químicos

Los fertilizantes inorgánicos también llamados minerales o químicos pueden ser de origen natural extraídos de la tierra o bien sintéticos elaborados por el hombre, sin importar su origen ambos se descomponen antes de ser absorbidos. Generalmente los de este tipo son de acción rápida y estimulan el crecimiento y vigor de las plantas cuando se aplican sobre la superficie. Los fertilizantes pueden contener macronutrientes y micronutrientes (Correa, 2003).

Fertilizantes orgánicos o biofertilizante

Antes de pensar en la aplicación de fertilizantes químicos, se debería aprovechar las fuentes disponibles de nutrientes orgánicos como son los estiércoles de ganado como el ovino, caprino y bovino y los desperdicios vegetales u otros materiales orgánicos. Sin embargo estos deberían ser convertidos en abono y ser descompuestos antes de su aplicación al suelo. La materia orgánica al ser sometida a un proceso de degradación se convierte en fuente importante de minerales.

Los biofertilizantes tienen origen animal y vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrimentos de ellos; el suelo con la adición de estos biofertilizantes se enriquece y mejora sus características físicas, químicas y biológicas.

Metodología

La metodología para la digestión anaerobia se esquematiza en la figura 1, indicando de donde provienen las muestras que fueron utilizadas, los pasos a seguir para la obtención de Bigas y Biol y los análisis a realizar a cada producto obtenido.

Recolección de muestras

La recolección de excretas para las muestras se obtuvieron en las comunidades rurales de San Simón Coatepec ubicado en el municipio de San Francisco Mixtla, Puebla; Tepetitla de Lardizabal en el municipio del mismo nombre y Tlaltepango en el municipio de San Pablo del Monte ambas ubicadas en el estado de Tlaxcala.

El estiércol fue en fresco provenientes de ganado vacuno, ovino y caprino con la finalidad de obtener y estudiar el biofertilizante (Biol) y el combustible (biogas) obtenido de la digestión anaerobia.

Se recolectaron 20 kg de estiércol de vaca, de cabra y de borrego como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Cantidad de muestra recolectada en las comunidades de interés.

Comunidad	Estiércol de vaca Kg	Estiércol de borrego Kg	Estiércol de chivo Kg
San Simón	20	0	0
Tepetitla	20	20	
Tlaltepango	20	0	20

Fuente: Elaboración Propia

Digestores para la obtención de biol por digestión anaeróbica

Para el proceso de la Digestión Anaerobia y obtención de Biol se utilizaron cinco digestores por duplicado tipo Bach de plásticos con capacidad de 10 litros, provistos de

una válvula superior para la salida del biogás y una inferior para la salida del digestato. La distribución de los tratamientos fue de la siguiente manera:

- 6 digestores con excretas de vaca.
- 2 digestores con excretas de borrego.
- 2 digestores con excretas de chivo.

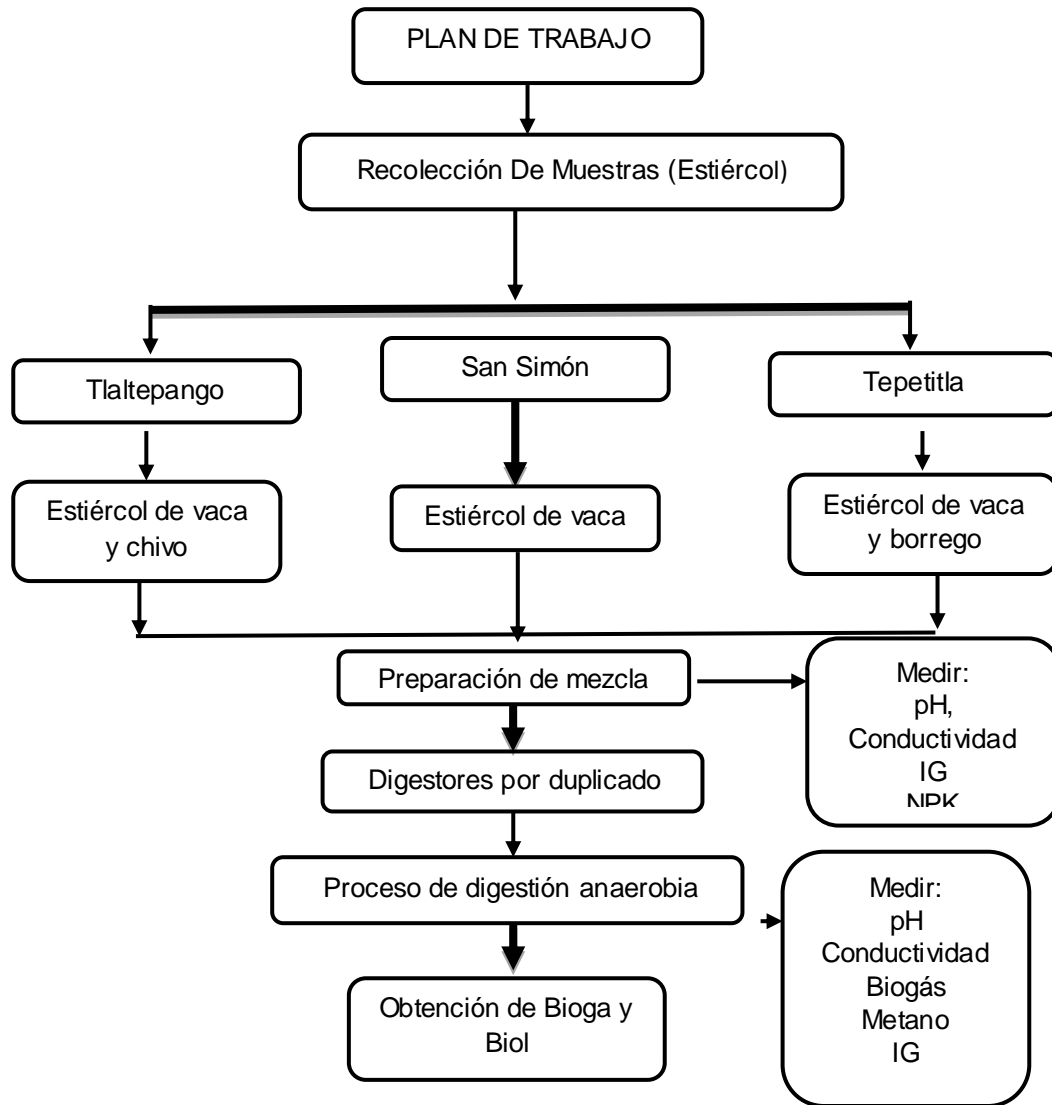


Figura 1 Proceso de Digestión Anaerobia

Fuente: Elaboración Propia

Los biodigestores fueron cargados a una capacidad del 70%, con 7% de sólidos base seca. La mezcla fue compuesta por estiércol y agua. Posteriormente se retiró el aire con una bomba de vacío, y se cerró herméticamente. El periodo de digestión fue de 7 semanas, en condiciones de invernadero. Se fueron tomando muestras de biogás y del Biol para llevar a cabo los análisis correspondientes.

Una vez terminado el proceso de la digestión anaerobia se filtra el digestato para obtener la parte líquida de la digestión (biol).

Resultados

Residuos usados para la mezcla del sustrato

Los residuos utilizados en el proceso de la digestión anaerobia fueron estiércol de vaca, borrego y chivo a cada tratamiento se le asignó una nomenclatura y se montaron dos digestores de cada tratamiento. Los digestores fueron cargados con una mezcla de agua y estiércol como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Nomenclatura de los tratamientos y mezclas preparadas para los biodigestores

COMUNIDAD	TRATAMIENTO	TIPO DE ESTIERCOL	ESTIERCOL (Kg)	AGUA (Lts.)
San Simón	SSIMV1	VACA	3.22	3.78
Tepetitla	TEPV1	VACA	3.85	3.14
Tepetitla	TEPB1	BORREGO	0.6398	6.36
Tlaltepango	TLAV1	VACA	3.43	3.56
Tlaltepango	TLAC2	CHIVO	5.80	5.80

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la tabla 2 que las cantidades de estiércol y de agua que fueron utilizados para la preparación de mezclas son diferentes para cada tratamiento, esto se debe al % de humedad que cada muestra de estiércol presento, se realizaron los cálculos necesarios para obtener un 7% en base seca para cada digestor.

Determinación de humedad del estiércol

El porcentaje de humedad se refiere al % de agua contenido en las muestras, la tabla 3 presenta el porcentaje de Humedad de los diferentes estiércoles que se utilizaron como sustrato para el proceso de la Digestión Anaerobia. La determinación se hizo en una termobalanza.

Tabla 3 Porcentajes de humedad del estiércol.

Comunidad	% DE HUMEDAD		
	Estiércol de vaca	Estiércol de borrego	Estiércol de chivo
San Simón	84.79	-	-
Tepetitla de Lardizabal	87.29	23.42	-
Tlaltepango	85.74	-	59.30

Fuente: Elaboración propia.

Determinaciones realizadas al efluente (digestado)

Determinación de Variaciones del pH

En la tabla 4 podemos observar el valor del pH inicial del estiércol, y el valor del pH ajustado de la mezcla, se decidió ajustar el pH para que las mezclas usadas en los 5 Biodigestores y duplicados tuvieran las mismas condiciones en el comienzo del proceso de la Digestión Anaerobia y porque según varios autores como (Magaña en 2006) indican

que el pH recomendado para llevar a cabo la Digestión Anaerobia y obtener metano es de 7 (Soria et al. 2001).

Tabla 4. Valores de pH inicial de las muestras de estiércol y de la mezcla alimentada.

TRATAMIENTO	pH INICIAL PROMEDIO DE LOS ESTIERCOLES UTILIZADOS	pH INICIAL AJUSTADO DE LAS MEZCLAS DE AGUA Y ESTIERCOL
SSIMV	7.5	7.5
TEPV	6	7.4
TEPB	9.16	7.6
TLAV	6.3	7.6
TLAC	9.6	7.4

Fuente: Elaboración propia

El pH de los estiércoles varían entre 6 y 9.6, las muestras de estiércol usadas en el tratamiento TEPV y TLAV son ligeramente acidas mientras que el estiércol del tratamiento SSIMV está cercano a la neutralidad mientras que el estiércol de los tratamientos TEPB y TLAC tienen valores de 9.16 y 9.6 respectivamente estos valores de pH se encuentran ligeramente básicos.

La variación del pH se debe a la composición del estiércol que depende del animal del que proviene, en el caso de los tratamientos SSIMV, TEPV Y TLAV el estiércol que se utilizo fue de vaca, en todos ellos el pH fue similar en el tratamiento TEPB el estiércol es de borrego mientras que en el tratamiento TLAC el estiércol utilizado fue de cabra., adema depende del tipo de alimentación, condiciones climáticas, y manejo del estiércol.

Monitoreo de pH en el proceso de la Digestión Anaerobia

El la figura 3 podemos observar el comportamiento del pH durante las 7 semanas del proceso de la digestión anaerobia, el monitoreo de este parámetro es importante porque nos da la pauta de saber en qué etapa del proceso de la digestión anaerobia está cada digestor. Cada etapa del proceso de digestión anaerobia cuenta con un pH óptimo, debido a las diferentes familias de bacterias que actúan en cada etapa. El pH recomendado para las bacterias acidogénicas es de 5.5 a 6.5 y entre 7.8 y 8.2 para el consorcio bacteriano metanogénicos. El pH más favorable para que todo el proceso de Digestión se lleve a cabo y haya una formación de metano es de 6.8 a 7.4., estos parámetros de pH son citados por Varnero en 2011.

Observamos que el pH de los 5 tratamientos comienza cercano a 7.5 y empieza a bajar debido a la hidrólisis y formación de ácidos y posteriormente empieza a subir por el consumo de dichos ácidos para la formación de acetato y posteriormente metano. En el caso de SSIMV y TEPB inicia el incremento del pH en la semana 4, para TLAC en la semana 5, mientras que para TEPV y TLAV no hubo incremento en dicho parámetro, lo que indica que prevalecieron las etapas hidrolíticas y acidogénicas. Si se analiza el pH de los estiércoles (Tabla 4) se observa que el pH inicial de los tratamientos TEPV y TLAV, que son donde subió el pH durante la digestión, fueron los menores y estuvieron fuera del intervalo de pH que sugiere que no favorable para el crecimiento de las bacterias metanogénicas. Esto nos indica que de entrada en estos materiales posiblemente hubo un bajo contenido de dichos microorganismos.

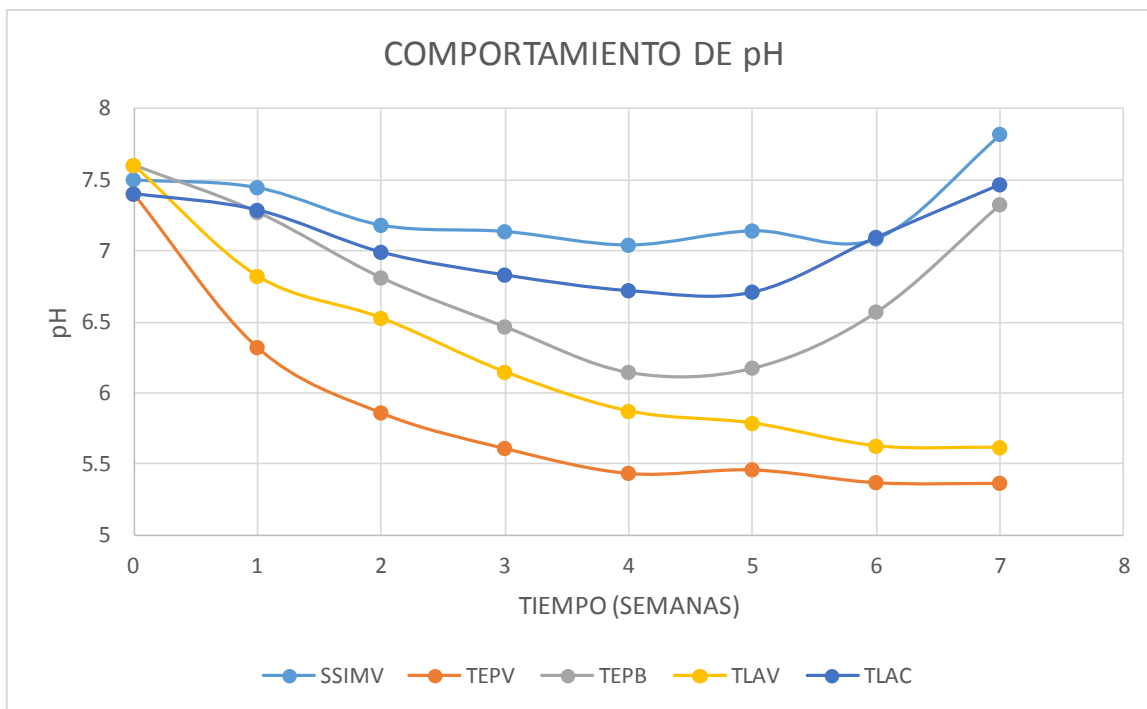


Figura 3 Comportamiento del pH durante el proceso de la Digestión Anaerobia
Fuente: Elaboración propia

Si se analiza el pH registrado en todo el proceso de digestión, se observa que en los tratamientos SIMV y TLAC éste parámetro no disminuyó de 6.7, lo cual sugiere que se favoreció el proceso para la formación de metano. En el caso del tratamiento TEPB hubo valores de pH debajo de 6.3, pero al final el pH sí incrementó. En el comportamiento de pH durante el proceso de digestión, a excepción de los tratamientos TLAV y TEPV que presentaron el valor más bajo de pH final. (5.6 y 5.4, respectivamente), el resto de los digestatos registraron valores superiores a 7, el tratamiento SSIMV registró los mayores valores de pH en promedio durante todo el proceso de evaluación y al final (7.8), seguido de TLAC (7.5), considerando que todos los pH iniciales se ajustaron a 7.5 (figura 3).

Los descensos de pH en los tratamientos en las primeras semanas se explica por lo que mencionan Carhuancho, *et al* (2012), donde la reducción del pH durante el proceso de fermentación, puede ser consecuencia de la producción o formación de ácidos grasos de cadena corta, que inhiben o eliminan los microorganismos que crecen en pH cercanos a la neutralidad, por lo tanto, se deduce que el proceso no ha llegado a la etapa acetogénica ni metanogénicas cuyos pH varían entre 6.5 y 7.5.

Prueba de Fitotoxicidad

Se evaluó la calidad agronómica del Biol durante todo el proceso de la Digestión Anaerobia mediante ensayos de germinación con semillas de lechuga. El propósito de este estudio fue evaluar la calidad del Biol de residuos orgánicos de estiércol de vaca, borrego y cabra. Se midió el índice de germinación (IG).

Para poder evaluar la calidad del Biol fue necesario hacer pruebas de Fitotoxicidad mediante el comportamiento del IG, en soluciones del 5 por ciento en volumen. Si el índice de germinación IG es mayor a 80 se sabe que el que el Biol no es fitotóxico y si es menor al 80 % el producto será considerado como fitotóxico (Zucconi et al 1987), si es

mayor a 120 se tiene un producto con efecto de inducción del crecimiento de acuerdo con Young *et al.* (2012)

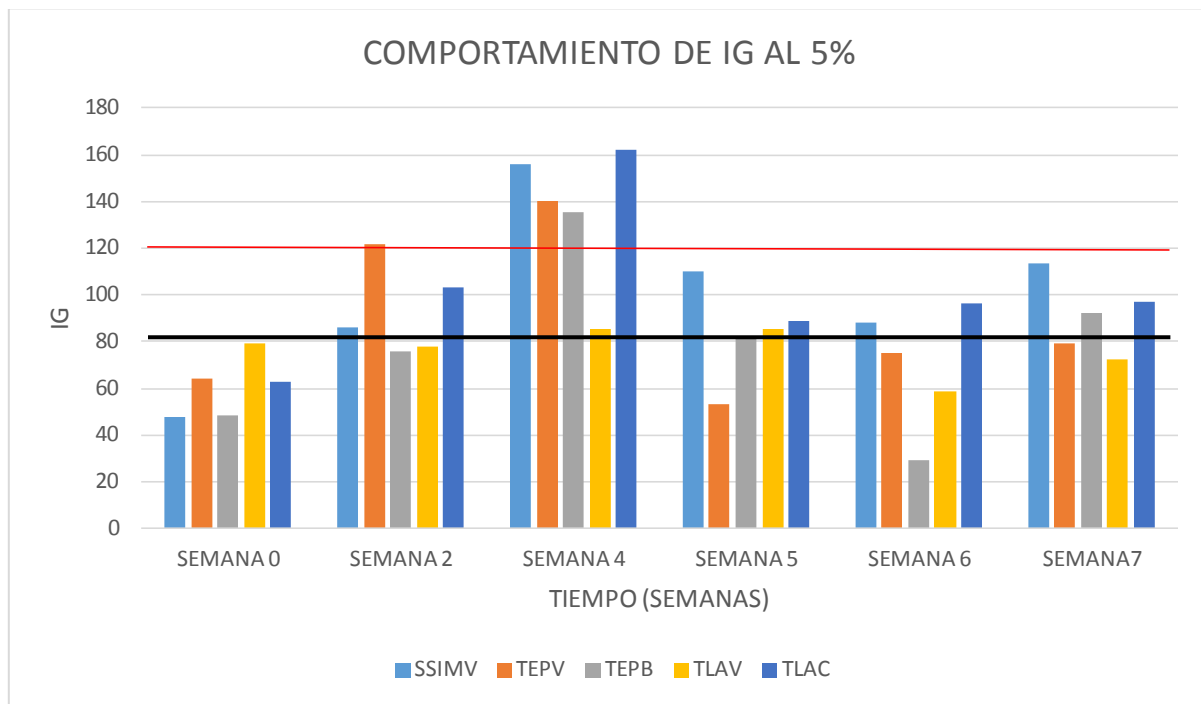


Figura 4. Comportamiento de IG del Biol al 5% durante el proceso de la Digestión Anaerobia.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 4 se puede apreciar el IG de las semillas de lechuga a soluciones del 5 % de los bioles. Para la semana 1 solo el tratamiento de TLAV alcanzo un IG igual al 80%, para la semana 2 los tratamientos SSIMV, TEPV, TLAC tuvieron un IG mayor al 80%, para la semana 4 los cinco tratamientos tuvieron IG superiores al 80% y con excepción del tratamiento TLAV los tratamientos restantes superaron un IG del 120% en la semana 7 solo el tratamiento TLAV no alcanzo el 80% de IG lo que nos indica que en esa semana el Biol de ese biodigestor resulta fitotóxico.

Llevando a cabo el proceso de digestión anaeróbica, independientemente del comportamiento del pH y de si se favorecieron las condiciones o no para obtener metano, el líquido resultante se puede aplicar en cultivos ya que no resulta ser fitotóxico y puede estimular el desarrollo vegetal.

Conclusiones

La materia orgánica, fue favorablemente mineralizada a través del proceso de Digestión Anaerobia, obteniéndose un material no fitotóxico, donde sus componentes se transformaron en compuestos asimilables por las plantas.

Los estiércoles obtenidos de en las tres comunidades pueden ser aprovechados mediante el proceso de digestión anaeróbica:

- Si se desea obtener biogás combustible puede usarse el estiércol proveniente de vaca, borrego y chivo pero se debe de cuidar que el pH del material sea cercano a la neutralidad, lo cual será un indicativo de la presencia de consorcio metanogénico.
- Para obtener un fertilizante orgánico se pueden usar los diferentes estiércoles sin importar el valor de pH inicial, es importante destacar que con los tres tipos de estiércol probados se puede obtener biol que favoreció el desarrollo radicular por lo que se presume tiene sustancias estimulantes.

Es importante resaltar que éste trabajo forma parte de un proyecto que busca utilizar los residuos, en especial los estiércoles de comunidades rurales, para que obtengan productos que pueden ser comercializables por éstas comunidades y así ayudarles a mejorar sus suelos y obtener una ganancia al ser usados como fertilizantes en cultivos de hortalizas dando un rendimiento semejante que cuando se usa un fertilizante químico.

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 2016. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo expresado en el escrito.

Referencias

- FAO y IFA. Food and Agriculture Organization of the United Nations y International Fertilizer Industry Association. (2002). Los Fertilizantes y su uso. 4a ed. Roma.
- Flotats X., Bonmetí A. E. Campos E. (1998). El Proceso de Secado de Purines en el Marco de una Gestión Integral de Residuos Ganaderos.
- Finck A. 1988. Fertilizantes y Fertilización. Editorial Reverté. España. 450 p.
- Hernández C., Sánchez N., Beteau F., Jiménez D. (2014). Análisis de un Proceso de Tratamientos de Efluentes para Producción de Metano. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial.
- Magaña L., Torres R., Martínez S., Hernández C. (2006). Producción de Biogás a Nivel Laboratorio Utilizando Estiércol de Cabras. Dirección de Investigación y Posgrado de la Universidad de Guanajuato.
- Pinos-Rodríguez J., García-López J, Peña-Avelino L., Rendón-Huerta J. (2012). Impacto y Regulaciones Ambientales del Estiércol Generado por los Sistemas Ganaderos de Algunos países de América. Recibido: noviembre, 2011. Aprobado: abril, 2012.
- Quispe L. (2015). El valor potencial de los residuos sólidos orgánicos, rurales y urbanos para la sostenibilidad de la agricultura Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 6, núm. 1, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Estado de México, México
- Sánchez S., Hernández M. (2011). Alternativas de Manejo de la Fertilidad Del Suelo en Ecosistemas Agropecuarios. Pastos y Forrejes, Vol. 34.
- Varnero T. (2011). Manual de Biogás. Proyecto CHI/DD/G32. Ministerio de Energía. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Global Environment Facility.

ALTERNATIVAS PARA EL INCREMENTO DE ALUMNOS DE NUEVO INGRESO DE LA LICENCIATURA EN ADMINISTRACIÓN.

* *Jessica Julieta Fierro Sosa*¹

* *Javier Martín García Mejía*²

Ciencias Económico-Administrativas

RESUMEN

La educación superior tecnológica en este nuevo siglo en México demanda gestión escolar herramienta estratégica formativa de calidad en los egresados, por ende, se ha convertido en uno de los ejes prioritarios a atender que pretenden modificar los procedimientos rutinarios de este tipo de instituciones formadoras. Cada vez más, las instituciones se dan cuenta de la necesidad de elaborar estrategias para lograr más alumnos-clientes, así como fidelizar a los que están cursando o ya han cursado algún tipo de formación. La competencia es decir las Universidades privadas, llevan un buen tiempo haciendo uso de los procesos mercadológicos para posicionar su marca en el mercado universitario en contraposición de las escuelas públicas de ese segmento que pareciera que solo por su existencia los alumnos deben de llenar sus aulas, al parecer esos tiempos han cambiado drásticamente; la presente investigación tiene como finalidad analizar algunos factores de comunicación social y de promoción que utiliza el IT Tehuacán en los alumnos próximos a egresar del Bachillerato en el ingreso a la carrera de Administración.

Palabras claves: Promoción, Calidad, Gestión educativa.

Introducción

El nivel superior forma parte importante de la secuencia del proceso formativo académico de los alumnos que se encuentran por terminar la educación media superior de instituciones públicas y privadas, es por ello que en las instituciones superiores tecnológicas se debe buscar satisfacer las necesidades e inquietudes que caracterizan a este sector del mercado. Contar con personas preparadas con el fin de construir mejores ciudadanos con mejores oportunidades, es parte de la misión del sistema tecnológico, sin embargo, en México se maneja una cifra de analfabetismo del 13.6% para el año 2010 INEGI (2015) cifra que preocupa y que es necesaria reducir mediante esfuerzos nacionales y locales. El diseño de investigación se orienta hacia el estudio de caso, el cual se presenta en el Instituto Tecnológico de Tehuacán (I.T.T). El presente estudio se orienta, en su análisis estratégico de selección de herramientas de comunicación social y de promoción, hacia el perfil de ingreso el cual demanda que “los aspirantes a estudiar esta carrera deberán tener un pensamiento crítico y matemático, ser analíticos, precisos, estructurados, organizados y solucionador de problemas, además de mostrar interés por el emprendedurismo”. Como marco referencial la investigación se desarrolla específicamente en la carrera de Licenciatura en Administración que anteriormente era denominada Licenciatura en Administración de Empresas, y que fue una de las 2 carreras con las que inició hace más de 40 años el tecnológico, aunque tuvo un lapso de 4 años que no se ofertó y posteriormente

¹ Licenciada en Administración. Estudiante de la Maestría en Ingeniería Administrativa en el Instituto Estudios Universitarios, jessie_1982@outlook.com

² Doctor en Pedagogía. Docente de la Maestría en Administración. Instituto Tecnológico de Tehuacán, posgrados10@hotmail.com

se adoptó nuevamente con el cambio de nombre oficial que tuvo dicho plan de estudios; por lo que hablamos de alrededor de 60 generaciones egresadas aunque de forma interrumpida, desde 1980 a la fecha; actualmente la matrícula ha disminuido considerablemente, ya que es una carrera que ofertan en la región cerca de 23 universidades e instituciones de educación superior, es por ello que la Institución está en la búsqueda de soluciones al incremento de matrícula de ésta especialidad en el I. T. T. Se debe cubrir las necesidades formativas y educativas deseables y manifiestas en el perfil de egreso, siendo destacables aquellas en las que el alumno: "diseña e innova estructuras administrativas y procesos, con base en las necesidades de las organizaciones para competir eficientemente en mercados globales", "aplica métodos, técnicas y herramientas para la solución de problemas en la gestión empresarial con una visión estratégica" y "promueve el desarrollo del capital humano, para la realización de los objetivos organizacionales, dentro de un marco ético y un contexto multicultural". El presente proyecto pretende responder las siguientes preguntas: ¿Qué elementos apoyarán al incremento de matrícula de la Licenciatura en administración?, ¿Por qué los egresados de bachillerato de la región desean estudiar ésta Licenciatura?, ¿Qué es lo que buscan de una institución educativa al escoger alguna Licenciatura? ¿Qué estrategias promocionales debe utilizar el Tecnológico para atacar éste segmento de mercado?

Planteamiento del Problema

Después de analizar el número de alumnos que ingresan a la Licenciatura en Administración del Instituto Tecnológico de Tehuacán del semestre actual se decidió hacer un estudio relacionado con dicha situación. El bajo número de alumnos que ingresan a la Licenciatura en Administración del Instituto Tecnológico de Tehuacán. Para conocer algunos factores que pueden influir en los alumnos para determinar la elección de la Licenciatura, así como la institución, recordaremos algunos conceptos relacionados con la orientación vocacional para que al momento que se lleguen a las visitas programadas se conozca. Podemos realizar diferentes estudios para averiguar cuál es el motivo principal para que el estudiante de nivel medio superior, no se decida por la licenciatura y/o institución. Conociendo el prestigio con el que se cuenta, los beneficios e instalaciones que se ofrecen.

Nos encontraremos con diferentes situaciones que pueden afectar en dicha decisión, se tomara en cuenta algunos aspectos importantes, los mitos de esa carrera, como que es fácil y para que te puede servir más adelante, que ya está muy saturada o que es como la carrera de contaduría, entre otros puntos. Esta investigación dará a conocer lo que ocasionará la falta de alumnos en la Licenciatura de Administración afectando al Instituto Tecnológico de Tehuacán y al ambiente empresarial a continuación se mencionan algunos: personal capacitado en las micro, medianas y grandes empresas de la localidad; sin alumnos los docentes especializados en esas áreas; falta de proyectos de residencia; asistencia a las empresas de servicios o producción.

Objetivos

General

Proponer las estrategias necesarias para el incremento de alumnos que ingresan a la Licenciatura en Administración del Instituto Tecnológico de Tehuacán.

Específicos

- * Evaluar las deficiencias que podemos encontrar en el proceso de comunicación entre el estudiante de preparatoria con el Instituto.
- * Conocer el proceso actual que se utiliza en la promoción del instituto como de la Licenciatura en Administración.
- * Analizar las posibles deficiencias en dicho proceso.
- * Promover la Licenciatura de Administración.
- * Conocer las inquietudes del mercado meta (alumnos del nivel medio superior de los semestres 5° y 6° del área económico- administrativas)

Hipótesis

La implementación del conocimiento de la orientación vocacional, comunicación, difusión y promoción nos ayudaran a incrementar a los alumnos de nuevo ingreso.

Marco Teórico

De acuerdo con D'Amico (2002), se toma como comienzo dos características que, según afirman, poseen todas las decisiones: a) hay un individuo que debe tomar una decisión; b) Hay dos o más cursos de acción de los cuales debe elegir uno basándose en la información que tiene acerca de ellos. Las estrategias de marketing, también conocidas como estrategias de mercadotecnia, estrategias de mercadeo o estrategias comerciales, consisten en acciones que se llevan a cabo para lograr un determinado objetivo relacionado con el marketing (Fisher y Espejo, 2011). Ejemplos de objetivos de marketing pueden ser: captar un mayor número de clientes, incentivar las ventas, dar a conocer nuevos productos, lograr una mayor cobertura o exposición de los productos, etc. El diseño de las estrategias de marketing es una de las funciones del marketing. Para poder diseñar las estrategias, en primer lugar, debemos analizar nuestro público objetivo para que luego, en base a dicho análisis, podamos diseñar estrategias que se encarguen de satisfacer sus necesidades o deseos, o aprovechar sus características o costumbres. Pero al diseñar estrategias de marketing, también debemos tener en cuenta la competencia (por ejemplo, diseñando estrategias que aprovechen sus debilidades, o que se basen en las estrategias que les estén dando buenos resultados), y otros factores tales como nuestra capacidad y nuestra inversión. Según Fisher y Espejo (2011), la promoción consiste en comunicar, informar, dar a conocer o recordar la existencia de un producto a los consumidores, así como persuadir, motivar o inducir su compra o adquisición. Para una mejor gestión de las estrategias de marketing, éstas se suelen dividir o clasificar en estrategias destinadas a 4 aspectos o elementos de un negocio: estrategias para el producto, estrategias para el precio, estrategias para la plaza (o distribución), y estrategias para la promoción (o comunicación).

Metodología

Este método lo podemos manejar de forma convencional, realizando visitas necesarias a quien sean nuestros sujetos a investigar, llevando diferentes propuestas llamativas para poder resolver el problema que nos hemos planteado y cumplir con la hipótesis que es encontrar las estrategias para incrementar a los alumnos y así comprobar la hipótesis del porque los alumnos que se encuentran cursando el último semestre de la educación media superior en el área económico-administrativas no se deciden por integrarse a la matrícula del Instituto Tecnológico de Tehuacán. Los resultados que esperamos encontrar nos servirán para tener una mejora en las oportunidades que encontremos después de haber realizado las encuestas y codificado los resultados exitosamente, sin olvidar que nuestra información debe de ser confiable y verídica, teniendo el porcentaje de confiabilidad en algún aspecto.

El alcance de esta investigación es encontrar las estrategias necesarias para incrementar el número de alumnos que ingresan en la Licenciatura en Administración, la investigación que se ocupará será la no experimental. Toda investigación requiere de la identificación de la población, objeto de estudio y la selección del tamaño de muestra que será analizada:

1.- Población. Es el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado. Cuando se vaya a llevar a cabo alguna investigación debe de tenerse en cuenta algunas características esenciales al seleccionarse la población bajo estudio. (Sampieri, p.209) La población específica que nos dirigiremos son los estudiantes de sexto semestre de educación media superior, de escuelas públicas y privadas del área ciencia económico administrativas, así como de bachilleratos técnicos que tengan la especialidad de Gestión/Administración o afines ofreciéndoles todos los beneficios que tendrán al estudiar en el Instituto Tecnológico de Tehuacán.

2.- Muestra. Es un subconjunto fielmente representativo de la población. Hay diferentes tipos de muestreo. El tipo de muestra que se seleccione dependerá de la calidad y cuán representativo se quiera sea el estudio de la población. (Sampieri, p.209). Se ocupará la muestra probabilística "Subgrupo de la población en el que todos los elementos de ésta tienen la misma posibilidad de ser elegidos. (Sampieri, p.168).

El cálculo de la muestra será después de haber visitado por primera vez las instituciones, será el 50% del total de los estudiantes aproximadamente pues aún no se conoce con exactitud el número de alumnos que encontraremos en las instituciones de igual manera en el Instituto Tecnológico de Tehuacán en el curso de inducción que se les imparte a los alumnos aceptados en el área económico-administrativas. Tomando en cuenta en el nivel de confianza del 95% y probabilidad de éxito de 0.5; se determina el tamaño de la muestra de 53 aspirantes de una población de 120 enfocándose únicamente a esa área.

Instrumentos de Investigación y sus pruebas de validez y confiabilidad.

Se realizan encuestas a los alumnos de educación media superior que se encuentren en sexto semestre en la especialidad en económico administrativas, de instituciones públicas, privadas y bachillerato técnicos y en el curso de inducción a los alumnos aceptados en la licenciatura. Con medición enfocado en la escala de Likert.

El instrumento de medición, nos servirá para conocer sus intereses al momento en que decidió en qué institución se va a inscribir para cursar su Licenciatura. El instrumento se muestra a continuación:

CUESTIONARIO.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TEHUACAN



Su opinión es importante para ayudarnos a conocer sus necesidades o expectativas que busca al momento de escoger la Universidad que tenga la Licenciatura de Gestión/Administración.

Edad:	Sexo:	Semestre:	Especialidad:
Nombre de la Escuela:	Pública	Privada	Bachillerato Técnico

En relación a evaluar de 1 al 5 cada una de las siguientes afirmaciones en donde 1 significa totalmente de acuerdo y 5 significa totalmente en desacuerdo.

		1	2	3	4	5
1.-	La publicidad del Instituto Tecnológico es suficiente.					
2.-	La promoción en todos los puntos es relevante para la Institución.					
3.-	Se te hizo suficiente la información de la Institución para tu decisión.					
4.-	Las instalaciones las consideras seguras para tu bienestar.					
5.-	La Institución te inspira confianza .					
6.-	Conocías la ubicación del Tecnológico antes .					
7.-	Crees que el precio es justo para el estudiante que ingresa .					
8.-	Consideras que es de fácil acceso el proceso de Admisión.					
9.-	Conoces los apoyos y becas que se ofrecen en el Tecnológico.					
10.-	Fue tu primera opción estudiar la Licenciatura en Administración.					

Gracias por tu participación.

Figura 1. Cuestionario dirigido a los alumnos de Nuevo Ingreso.

Fuente: elaboración propia

Resultados iniciales obtenidos.

La prueba de validez se realizó con la opinión de expertos en el diseño de cuestionarios que imparten las materias de mercadotecnia y análisis de mercado; en cuanto a la prueba de confiabilidad de los instrumentos para su recolección de los datos se medirá con el método AlfaCronbach, el cual nos ayudara a determinar si nuestra información es válida. Al aplicarse dio el resultado de 0.76752 El resultado que nos arrojó podemos determinar que se encuentra en rango de confiabilidad, así para poder realizar nuestro estudio con éxito sabiendo que las respuestas obtenidas son confiables y válida. A continuación se presentan los Gráficos de las opiniones de los estudiantes próximos a ingresar.

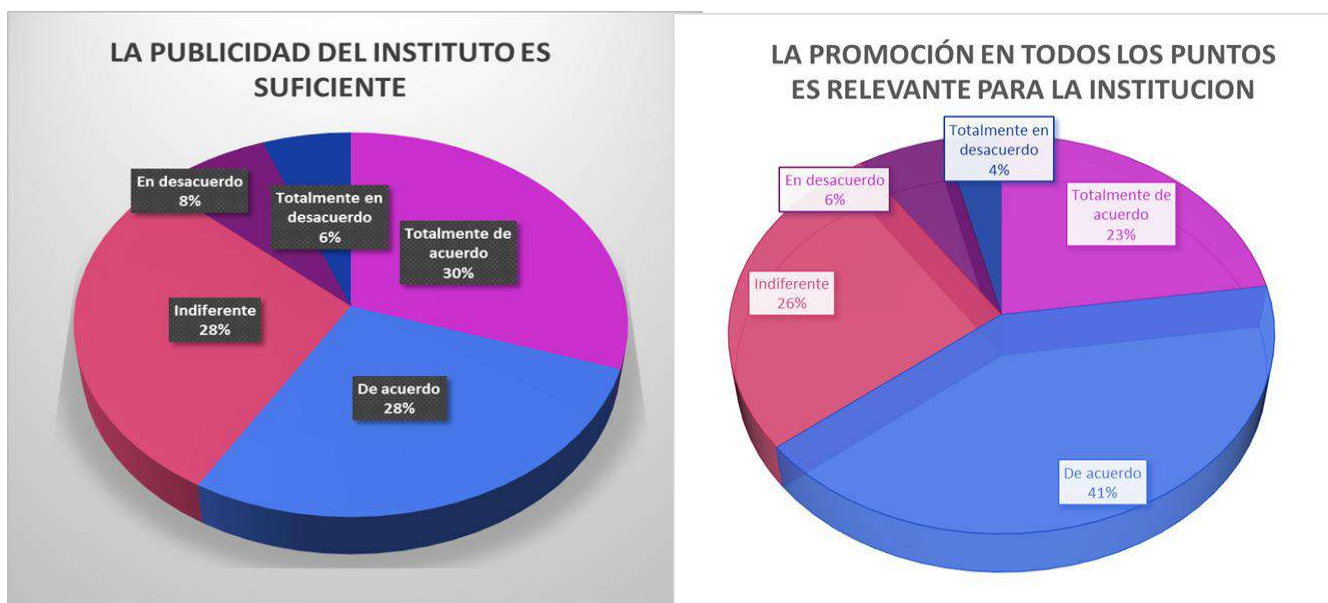


Figura 2. Gráficos de publicidad y promoción utilizados por el ITT.

Fuente: Elaboración Propia

Lo que se puede interpretar de los gráficos anteriores, en la figura 2, es que, en el gráfico de la izquierda el 6% está totalmente en desacuerdo y en que la publicidad del Instituto es suficiente, el 8% se encuentra en desacuerdo, el 28% se encuentra indiferente y también de acuerdo y 30% Totalmente en desacuerdo, esto quiere decir que los estudiantes consideran que la publicidad que en esta ocasión se ocupó para conocer el proceso de admisión de este semestre fue un tanto suficiente.

Se puede interpretar, en el gráfico de la derecha en la gráfica 2, que el 4% está totalmente en desacuerdo que la promoción en todos los puntos es relevante para la institución, el 6% en desacuerdo, el 26% se encuentra indiferente, el 41% de acuerdo y el

23% en totalmente de acuerdo, podemos decir que la promoción sirvió al momento de realizar la selección de la institución a donde les gustaría estudiar la licenciatura en Administración, esto quiere decir que en el Instituto Tecnológico de Tehuacán.

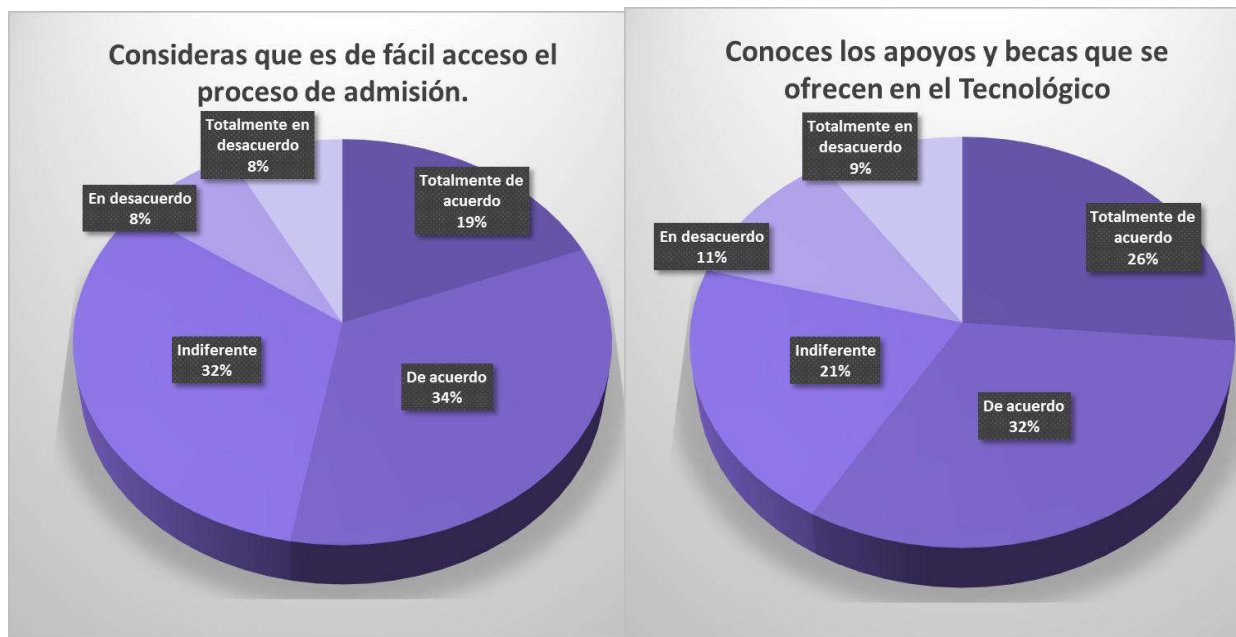


Figura 3. Gráficos de proceso de admisión y de apoyos y becas para estudiar en el ITT.

Fuente: elaboración propia.

En la figura 3, el gráfico de la izquierda, otras de las preguntas importantes arroja que el 8% totalmente en desacuerdo y 8% en desacuerdo, consideras que es de fácil acceso el proceso de admisión, 32% indiferente, 34% en acuerdo y 19% totalmente de acuerdo, este resultado es importante pues se buscara en que es lo que se está cometiendo algún error para que no seamos considerados con un proceso de admisión fácil o que dificultades se encuentran al ingresar a ellos, tomando en cuenta que es presencial y vía plataforma, conocer en que de estos puntos se encuentra la falla y mejorarla a la brevedad.

Se interpreta en la figura 3, enfocando al gráfico de la derecha, que el 9% totalmente en desacuerdo, 11% en desacuerdo, 21% indiferente, 32% de acuerdo y 26% totalmente en acuerdo no revela que es importante aparte de la información que se le ofrece al ingreso darles a conocer todos los programas de apoyo y becas con que se cuentan para que ellos se sientan motivados en mantener buenas calificaciones para así ser acreedores a dichos apoyos.

Propuesta:

1-Ferías

Realizar eventos donde los principales invitados sean los estudiantes interesados en ingresar a la escuela y brindarle toda la información necesaria para que ellos se vayan satisfechos a sus casas y

En estas visitas se debe hablar en general de todo el Tecnológico no enfocarse en algo en específico llámese ingeniería o licenciatura, en caso de que alumnos interesados en áreas específicas brindarles la información requeridas.

lo comenten con sus padres.

Estos eventos se pueden realizar en el tecnológico y hacer un día especial para ellos y también para los padres, pues ellos son parte importante a la hora de tomar la decisión del donde estudiar.

Llevar acabo visitas guiadas por toda la institución y talleres en el área específica de su interés, con alumnos sobresalientes del área al igual que docentes especializados, pues si aún tienen alguna duda o inquietud se resuelva al momento.

2-Exposiciones

Dentro de estas ferias pueden realizarse exposiciones en áreas específicas que acaparen la atención de los visitantes. De igual manera visitar a las Instituciones de Media Superior con dichas exposiciones para acaparar su atención de los candidatos.

3-Visitas

Esta propuesta ya se lleva acabo, pero se le debe dar prioridad a otras poblaciones y verificar que las poblaciones que se visitan realmente dan el resultado esperado, en todo caso que así no sea poder revisar la logística nuevamente y modificar los lugares de visita.

4-Proceso de selección

En este caso la propuesta que se da es mantenerla, ya que los resultados arrojaron que es de fácil acceso.

5-Becas deportivas

La propuesta que se tiene es que se realicen convenios con las instituciones de educación media superior que tienen selección deportiva, y ofrecerles becas deportivas, para que el alumno no pague completo su estancia en la institución, los requisitos serian que el alumno tuviera un promedio de 89.0 y excelente desempeño en su disciplina de preferencia, para entrar y para mantenerla seria el promedio de 85.0 y continuando con el desempeño excelente.

6-Becas académicas

Sería tener un excelente promedio en su bachillerato y mantenerlo en toda su estancia en el instituto.

7-Precio

Buscar alternativas para poder disminuir el costo de ficha de examen de admisión que se encuentra que es uno de los factores importantes para que el alumno no se interese, pues no se tiene la seguridad de ingresar y si se hace un gasto fuerte al pagar dicha ficha.

Conclusión:

Se recomienda la implementación de la propuesta y corresponde al departamento de Comunicación y difusión del I. T. Tehuacán, el darle seguimiento y logística acorde a los lineamientos y políticas institucionales. También se recomienda que se mantengan a los alumnos que ya han ingresado y que dentro de 4 años y medio se ven los resultados, depende claro del alumno, docente, área administrativa y directivos, y brindarles todo el apoyo que ellos necesiten en todo momento. Cuando se inició este proyecto se tenía el problema de que había muy poco número de estudiantes interesados en incorporarse al Tecnológico, sin importar el área de su interés. Se analizó todo detalladamente y poco a poco se empezaron a ver mejoras interesantes, por cual motivo podemos concluir que el trabajo de investigación realizado cumplió con su objetivo, pues para este semestre que está por iniciar los resultados son favorables para el departamento de Ciencias Económico Administrativas, así como para el Tecnológico en general.

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 2016. 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:

- Balestrini, M. (2006). *Como se elabora el proyecto de investigación*. Caracas. Consultores Asociados. 7ma edición.
- Chiavenato I. (1999) *Administración de los Recursos Humanos*. México. Mc Graw Hill
- D'Amico, Zikmuna. Marketing (2002) *Crear y mantener clientes*, USA. Editorial Thompson Learning. 7ª Edición.
- De la Garza M. (2004) *Promoción de Ventas. Estrategias mercadológicas de corto plazo*, México, Editorial CECSA.
- Finol, F. & Camacho, H. (2008) El proceso de Investigación Científica. Caracas. Revista Venezolana de Gerencia.
- Fisher L. y Espejo J. (2011) *Mercadotecnia*. México, Editorial McGraw Hill. 4ta. Edición.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (1991) *Metodología de la Investigación*. México. Mc Graw Hill. 5ta. Edición
- Kerlinger, F., Lee, H. (2002). *Investigación del Comportamiento*. México. Editorial McGraw Hill. 4ta. Edición.
- Kotler P. & Armstrong G. (2008), *Fundamentos de Marketing*. México. Prentice Hall.
- Rascovan, S. (2005) *Orientación Vocacional: una perspectiva crítica*. México. Paidós. 1ª Edición.

ESTRATEGIAS AGROECOLÓGICAS PARA MAÍZ ALMACENADO

*Areli Idalia Matías-Oregán¹
Betizabeth Cecilia Pérez-Torres²
Agustín Aragón García³
Dionicio Juárez Ramón⁴
Jesús Francisco López Olguín⁵

Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente.

Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de CaO (cal viva), *Beauveria bassiana*, *Ricinus communis*, almacenamiento en atmósfera modificada y almacenamiento en ambiente hermético, sobre la incidencia y daños de *Sitophilus zeamais* en maíz almacenado, en el municipio de Tlacotepec de Benito Juárez, Puebla. Estas herramientas que se proponen son con el fin de generar paquetes tecnológicos evitando el uso de insumos químicos de origen sintético, pretenden ser rentables en beneficio de los productores, respetando el ambiente y la salud humana. El experimento se estableció en una bodega de block de concreto, siguiendo el proceso que comúnmente el agricultor hiciera pos cosecha. Se tomaron medidas de humedad y temperatura del grano, y se determinaron los parámetros de número de individuos adultos de *S. zeamais*, número de granos dañados y porcentaje de daño en granos almacenados por 247 días en un total de 72 muestras. En este periodo se encontró un efecto significativo ($P < 0.05$) en los tratamientos con cal viva y ambiente hermético, tratamientos que resultaron una alternativa favorable para el almacenamiento y la conservación del grano, su acceso a estos tratamientos hace factible el manejo pos cosecha dirigido a los pequeños agricultores, son elementos propios para el desarrollo sostenible, pues incorpora una perspectiva de largo plazo en el manejo de los recursos naturales y materiales para la disposición del maíz y generar la seguridad alimentaria de la familia.

Palabras clave: agroecología, control físico, control natural, daños, gorgojo del maíz.

Introducción

México es considerado como centro de origen y biodiversidad del maíz; su producción y conservación es fundamental para el desarrollo agrícola del país el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP 2014) es el cultivo de mayor importancia. El consumo de maíz para alimentación en México se observa en el gasto familiar. El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) refleja que, en promedio, se destina el 8% del gasto en alimentos tan solo para adquirir tortillas de maíz (INEGI, 2014). Su mayor volumen se produce para autoconsumo por pequeños y medianos productores, quienes enfrentan el problema de conservación y almacenamiento de la cosecha por largos periodos para disponer del alimento de forma constante (Larraín 1994).

¹ Ingeniero Ambiental. Estudiante de la Maestría en Manejo Sostenible de Agroecosistemas. Centro de Agroecología Instituto de Ciencias. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. aimatiasoregan@gmail.com

² Dra. en Ciencias Ambientales. Docente. Centro de Agroecología, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla., betizabeth.perez@correo.buap.mx

³ Dr. en Ciencias Ambientales. Docente. Centro de Agroecología, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla., agustin.aragon@correo.buap.mx

⁴ Dr. en Ciencias, especialista en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional. Docente. Centro de Agroecología, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla., dionicio.juarez@correo.buap.mx

⁵ Dr. en Agronomía (Producción y Protección de Cultivos). Docente. Centro de Agroecología, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla., jesus.lopez@correo.buap.mx

Lamentablemente esta actividad se ve entorpecida por los insectos plaga de los granos almacenados, que causan cuantiosas pérdidas, tanto en lo económico como en su disponibilidad para la alimentación de seres humanos y animales amenazando la seguridad alimentaria. Los granos almacenados constituyen un agroecosistema complejo por la serie de interacciones producidas entre luz, temperatura, humedad y agentes bióticos como insectos y hongos que repercuten en la calidad del grano de maíz (Olakojo y Akinlosotu 2004; Neethirajan *et al.* 2007).

Durante el proceso de almacenamiento ocurre el fenómeno de la respiración, causada por el grano, dando origen a actividades metabólicas de los seres vivos presentes, produciendo energía y agua, que tienden a acumularse en el lugar donde se generaron, formando focos de calentamiento que son los primeros indicios de un proceso deteriorativo del producto almacenado (Alabadian y Oyewo 2005). Los granos de maíz deben almacenarse de tal forma que no se deteriore su calidad. Lo anterior puede lograrse si se controla la humedad del grano, la humedad relativa y la temperatura relativa, ya que son determinantes para su conservación (Manuel *et al.* 2007).

El contenido de humedad es muy importante, ya que si es mayor a 15,5%, durante su almacenamiento pueden crecer hongos e insectos y producirse pérdidas importantes (Méndez *et al.* 2005), debido a la producción de las toxinas y deterioración del grano (Charm 2007). Para disminuir las pérdidas se recurre a insecticidas sintéticos; sin embargo, su aplicación intensiva deteriora la biota silvestre, contamina suelo, agua, desarrollo de resistencia en las plagas e incrementa los costos de producción; además su uso representa un riesgo para la salud de los seres vivos, dañando al sistema neurológico, hepático y renal al consumir productos contaminados (Castillo *et al.* 2002), por lo que es necesario buscar y proponer alternativas al respecto. Una opción es realizar un manejo adecuado por medio de plantas con efecto insecticida que se encuentren dentro de cada región, siendo de fácil manejo, además de que al ser aplicados sus residuos son biodegradables (Lagunes *et al.* 1994), por lo que no presenta ningún problema de contaminación al ecosistema, además se propone el uso de métodos físicos que ayuden a la conservación y almacenaje de los granos.

De acuerdo con lo anterior, en este trabajo se buscó poder brindar al productor nuevas alternativas para la conservación del maíz almacenado sin utilizar productos químicos, que sean económicos, biodegradables y disponibles al productor, además de ser armónico con el ambiente, esto se busca con la aplicación de cal viva, *Beauveria bassiana*, higuierilla (*Ricinus communis*), almacenamiento con restricción de oxígeno inducido y almacenamiento sin restricción de oxígeno inducido. Con el fin de generar alternativas, como paquetes tecnológicos que sean alternativos al químico, sean rentables en beneficio de los productores de escasos recursos y que propongan soluciones prácticas al problema, por lo que el objetivo de esta investigación fue evaluar métodos alternativos al químico para el control de *Sitophilus zeamais* en maíz almacenado, en el municipio de Tlacotepec de Benito Juárez, Puebla.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en el municipio de Tlacotepec de Benito Juárez el cual se localiza en la parte Sureste del Estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 18° 14' 12" y 18° 21' 00" de latitud norte y los meridianos 96° 55' 24" y 96° 43' 00" de longitud occidental. Tiene una superficie de 340.61 kilómetros cuadrados que lo ubica en el lugar 22 con respecto a los demás municipios del Estado

En el municipio pueden identificarse dos climas: el clima predominante es el clima semiseco templado con lluvias en verano y escasas a lo largo del año; y clima templado subhúmedo con

lluvias en verano; (INAFED, 2010). Los tratamientos fueron establecidos en una bodega de maíz local, construida de block de concreto con una puerta para su acceso que permaneció cerrada, con dimensiones de 4 m de largo por 3 m de ancho en ella se siguió el proceso que normalmente hace el agricultor para el almacenamiento de sus granos.

El tipo de maíz que se utilizó fue criollo blanco obtenido en el mes de enero de 2015, cosechado la segunda semana de Diciembre de 2014, previo al almacenaje tuvo un proceso de secado en campo durante 2 meses. Posterior a ello, el 30 de enero se estableció el experimento. Donde se aplicaron seis tratamientos para el manejo agroecológico de *Sitophilus zeamais* en maíz almacenado (Tabla 1). Para evaluar el efecto de los tratamientos, las unidades experimentales se ubicaron bajo un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones de cada tratamiento, haciendo un total de 30 unidades experimentales. Cada unidad experimental se conformó de 16 kg de maíz almacenados en diferentes condiciones de acuerdo a cada tratamiento.

Tabla 1. Tratamientos para el manejo agroecológico de *Sitophilus zeamais*.

Clave de tratamiento	Tratamiento	Concentración (%)	Contenedor
cv	Cal viva (CaO)	2	Costal de plástico (rafia)
Bb	<i>Beauveria bassiana</i>	10 ⁹	
Rc	<i>Ricinus communis</i>	1.5	
am	Almacenamiento en atmósfera modificada	-	Silos de 20 L
ah	Almacenamiento en ambiente hermético	-	Garrafa de plástico de 20 L
tg	Testigo	-	Costal de plástico (rafia)

La cal viva, se pulverizó previamente, se usó a una dosis de 2 % y se espolvoreó homogéneamente en el maíz antes de ser almacenado en costales de rafia con una dosis única. Para el tratamiento con clave Bb, se hizo uso de 32 g de espora de *B. bassiana* a una concentración de [10⁹], procedente de una presentación comercial, este tratamiento se aplicó cada dos meses de acuerdo a la cantidad de grano contenida en la unidad experimental.

El tratamiento con *R. communis* se elaboró a partir del fruto de la planta la cual se colectó en la zona de estudio en su etapa de fructificación; se colectó el fruto cuando estaba maduro, el material colectado se secó sobre papel de estraza y bajo sombra, durante 25 días hasta obtener un peso constante. Se molió en un molino eléctrico para grano marca NIXTAMATIC, hasta obtener un polvo fino el cual se aplicó a las unidades experimentales correspondientes, que consistió en un costal de rafia y los 16 kg de maíz, a una dosis de 1.5%, espolvoreando las semillas homogéneamente, y repitiendo la aplicación cada dos meses.

Para el tratamiento de almacenamiento en atmósfera modificada, se usaron recipientes de lámina galvanizada (Silos) de 25 kg de capacidad, en su interior se colocó los 16 kg de maíz y una vela encendida en la parte superior del grano almacenado con el propósito de generar una reacción de combustión, sellando el recipiente para evitar el posible acceso de aire en el interior del mismo, este procedimiento se repitió cada vez que se tomó una muestra de maíz.

Para el almacenamiento en ambiente hermético el cual tuvo la finalidad de limitar la respiración del grano, se utilizaron garrafas de 20 L de capacidad, y una vez que se depositaron

los 16 kg de maíz permanecieron cerradas para evitar todo contacto con el medio externo, colocadas en posición horizontal para hacer que la salida de las muestras de maíz sea siempre por la parte más baja de la garrafa.

En cuanto al testigo el proceso que tuvo fue el que normalmente sigue el agricultor para el almacenamiento de su maíz, el cual consistió en colocar los 16 kg del grano en costales de rafia, sin la aplicación de ningún tratamiento.

Se obtuvieron muestras representativas de cada unidad experimental de 250 g cada 20 días durante 247 días obteniendo un total de 72 muestreos.

En cada muestreo se tomaron datos de humedad y temperatura de los granos. Para la obtención de estos datos se utilizó un medidor de humedad y temperatura, aplicable para granos almacenados modelo TPM-MD7822.

Se evaluaron las siguientes variables:

Número de individuos adultos: Conociendo las características biológicas y ciclo de vida del *S. zeamais* se identificaron y cuantificaron el número de adultos separando machos y hembras.

Número de granos dañados: Del total de los granos contenidos en la muestra se hizo un conteo de los granos dañados por *S. zeamais* y granos sanos, considerando el total de granos como el 100 % se obtuvo el porcentaje de granos dañados.

Porcentaje de daño en el grano: De los 250 g que presentaron daños y mediante observación directa de los granos colocándolos a contra luz, se cuantificó el porcentaje de daño que presentaba el grano por *S. zeamais*. La valoración del porcentaje de daño en el grano de la muestra se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$PDG = \frac{\sum_{i=0}^n P_i}{n} \times 100$$

Dónde:

PDG: Porcentaje de daño en los granos de la muestra

n: # de granos en la muestra.

P_i : Proporción de daño en el grano i -ésimo con $i=1,2,3,\dots,n$.

Número de individuos adultos, número de granos dañados y porcentaje de daño en el grano, se sometieron a un análisis de varianza (ANVA) y a la separación de medias con la prueba de Tukey, con una significancias de $\alpha = 0.05$, con lo cual se determinó el efecto de los tratamientos sobre el combate de *S. zeamais* en maíz almacenado. Los datos y pruebas estadísticas se realizaron utilizando el software estadístico STATGRAPHICS Centurión XVI Versión 16.1.02

Resultados y discusión

Durante los 247 días de almacenaje la temperatura en el grano se mantuvo dentro de un rango entre 15-25 °C y se observó que no hubo variabilidad en el comportamiento de la temperatura entre los tratamientos (Figura 1), la influencia de la temperatura sobre el proceso respiratorio para la conservación del grano es un factor importante que afecta la calidad del grano, en el manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural de la FAO (1993) diversos investigadores concluyen que la respiración aumenta rápidamente cuando la temperatura se eleva de 30 °C a 40 °C y los límites de temperatura para el desarrollo de la mayoría de los insectos que atacan los granos almacenados varían entre 20 y 35 °C.

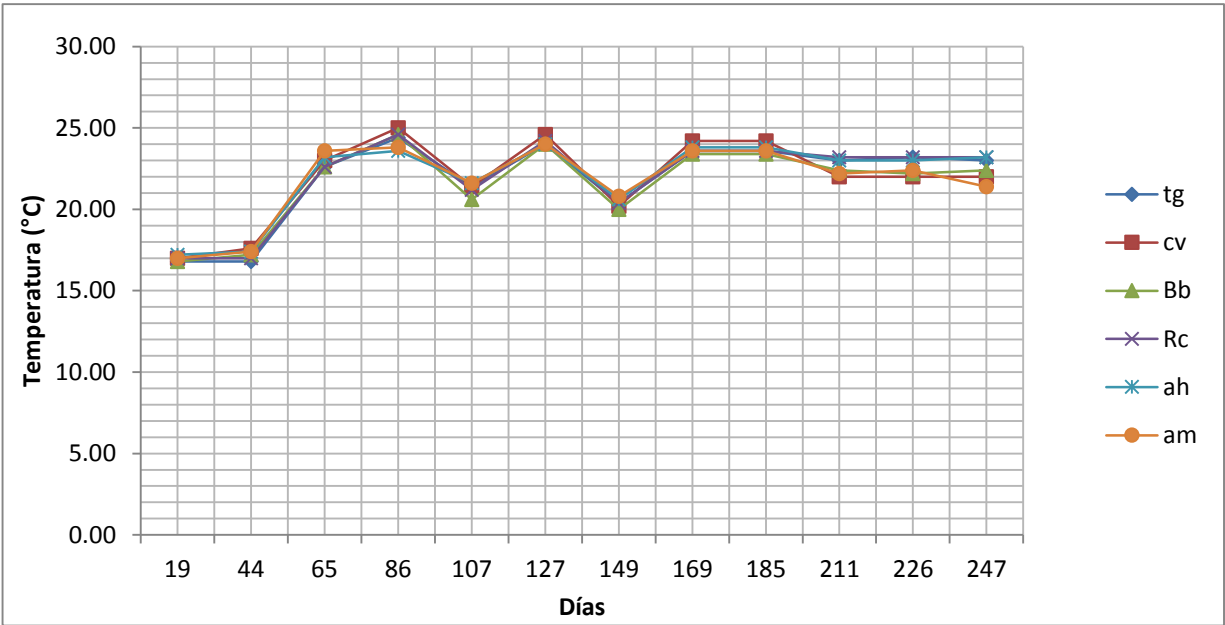


Figura 1. Temperatura de los granos almacenados

El porcentaje de humedad (Figura 2) que presentaron los granos almacenados durante el experimento tuvo variabilidad dependiendo de la manera de almacenaje, el tratamiento en atmosfera modificada (silos) presentó un porcentaje mayor al 15 % a partir del doceavo muestreo (247 días) y de acuerdo a estudios realizados por Jiménez *et al.* (2004), comentan que el grano almacenado con humedad mayor a 15 % respira más rápido que cuando está seco, produciendo más calor el cual crea condiciones favorables para el crecimiento y desarrollo de hongos y el ataque de insectos, debido a la formación de puntos calientes. Los granos almacenados en galones de plástico a pesar que tuvieron limitada su respiración, debido a que no hubo alteración en la atmósfera, la humedad en su interior no se condensa y los granos no presentaron afectaciones por humedad (Figura 2).

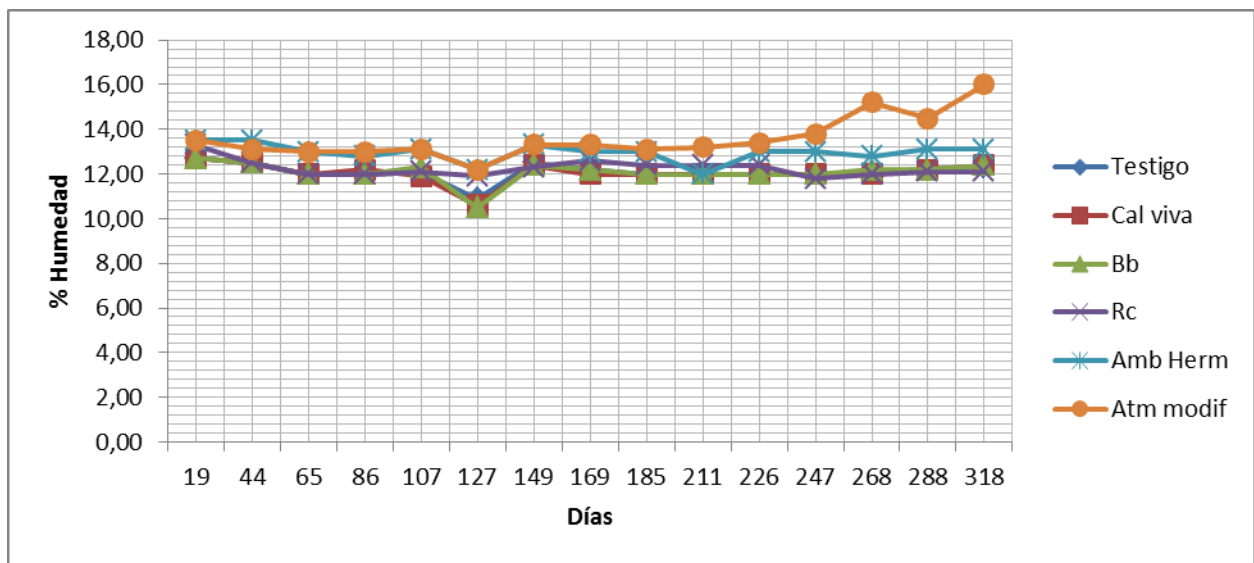


Figura 2. Porcentaje de humedad de los granos almacenados.

Es importante señalar que la relación entre temperatura y humedad del grano actúan como catalizadores de los procesos metabólicos, aumentando la tasa de respiración de los granos y la pérdida de materia seca. A mayor temperatura y humedad, mayor riesgo en la conservación de los granos. (Newman 2003). Los tratamientos con cal viva, *R. communis*, *B. bassiana* y el testigo almacenados en costales de plástico mantuvieron la temperatura por debajo de los 35 °C y dentro de los parámetros que establece la norma mexicana NMX-FF-034/1-SCFI- 2002 donde menciona que la humedad adecuada para la conservación de granos almacenados es de 14 %. La infestación fue mayor en el testigo como se puede apreciar en la Figura 3, lo que provocó un mayor número de granos dañados (Figura 4), y por consiguiente el porcentaje de daño en los granos se incrementó durante los 247 días en que se desarrolló el experimento Figura 5.

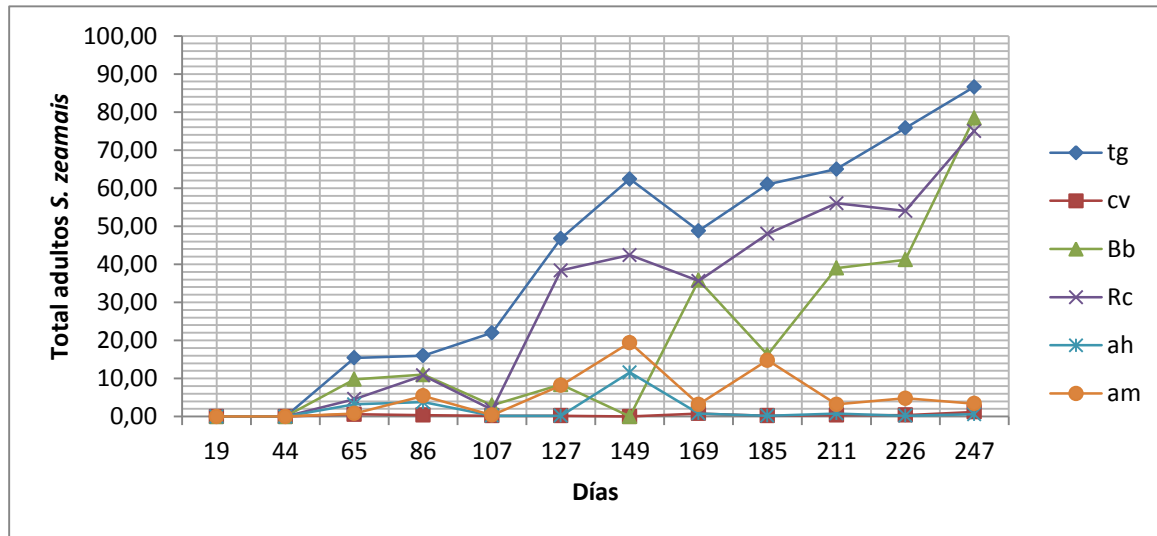


Figura 3. Infestación de adultos de *S. zeamais* en la muestra representativa.

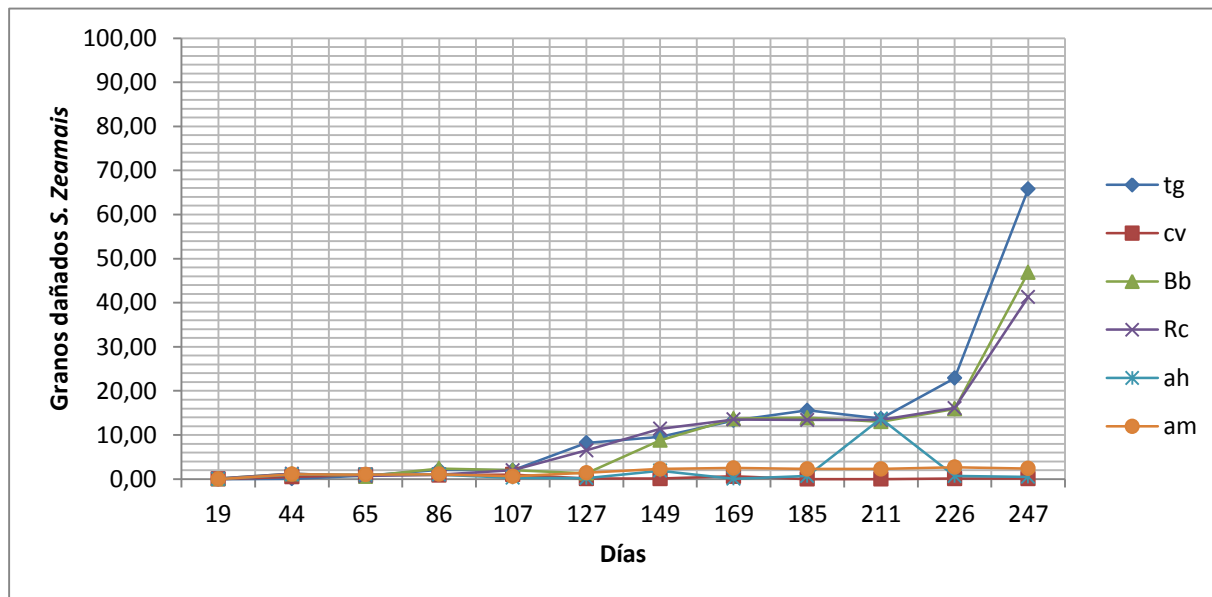


Figura 4. Número de granos dañados por *S. zeamais* en diferentes tratamientos durante 247 días.

En la Tabla 2 se presenta el número de individuos, granos dañados y porcentaje de daño en los granos a los 127 días de almacenaje, presentándose dos grupos de medias para las dos primeras variables, siendo el los tratamientos con *R. communis* y el testigo los que presentaron

Tratamiento	Número de individuos adultos	Número de granos dañados	Porcentaje de daño en el grano
Testigo	46.8 ± 11.13 b	8.20 ± 2.38 b	2.12 ± 0.76 c
<i>Beauveria bassiana</i>	8.4 ± 3.41 a	1.30 ± 0.33 a	0.44 ± 0.12 ab
Cal viva	0.2 ± 2.00 a	0.10 ± 0.10 a	0.02 ± 0.02 a
<i>Ricinus communis</i>	38.4 ± 8.96 b	6.50 ± 1.15 b	1.72 ± 0.22 bc
Almacenamiento en atmósfera modificada	8.2 ± 2.67 a	1.40 ± 0.50 a	0.3 ± 0.11 ab
Almacenamiento en ambiente hermético	0.2 ± 0.20 a	0.20 ± 0.12 a	0.04 ± 0.04 a

mayor número de individuos y granos dañados, siendo estadísticamente diferentes con los demás tratamientos, en el porcentaje de daño en el grano se presentaron tres grupos de medias siendo el tratamiento testigo el que presentó el mayor porcentaje de daño al día 247 del establecimiento del experimento se observa en la tabla 3 a estos mismos tratamientos con la misma tendencia teniendo una diferencia significativa respecto al resto de los tratamientos en número de granos dañados y porcentaje de daño en el grano, en el tratamiento *R. communis* su eficiencia insecticida y su principio activo de alcaloides no tuvo respuesta en la población de *S. zeamais*, la población de individuos adultos incrementó significativamente a lo largo del experimento, esta forma de actuar del *R. communis* al ser altamente biodegradables y con un período de duración corto que en su mayoría va desde pocas horas hasta dos días. (Lagunes y Rodríguez, 1992) probablemente sea la causa de su bajo efecto en este insecto.

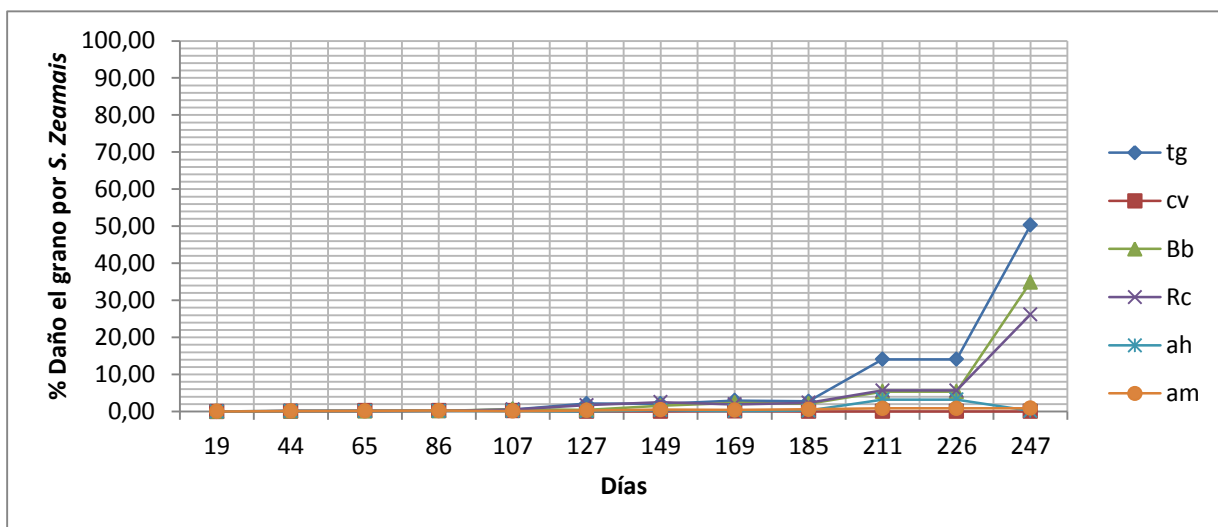


Figura 5. Porcentaje de daño en el grano por *S. zeamais* en la muestra representativa.

Los tratamientos con cal viva, almacenamiento en atmósfera modificada y almacenamiento en ambiente hermético resultaron ser los que mejor contribuyeron para proteger los daños al grano

por el gorgojo del maíz, presentando un efecto estadísticamente similar entre ellos y diferente al efecto que presentaron el resto de los tratamientos. La cal viva provoca abrasividad en las articulaciones de los gorgojos restringiéndoles el movimiento en el grano, por lo que evita la cópula y por ende su oviposición. Su manera de actuar es evitar el movimiento de los gorgojos, raspa la capa de cera de la cutícula y en consecuencia se deshidratan y finalmente mueren. (Lagunes y Rodríguez, 1989). El uso de otros polvos inertes como ceniza volcánica y tierra de diatomeas actúan de manera similar a la cal viva contra el *S. zeamais*, Jairoce *et al.* 2016 obtuvieron una tasa de mortalidad del 100% a los cinco días de haber establecido el experimento en laboratorio con el uso de tierra de diatomeas. Goudoungou *et al.* 2015 evaluaron ceniza volcánica y tierra diatomeas, obtuvieron una reducción significativa de granos dañados e infestación.

Tabla 3. Monitoreo de variables evaluadas a los 247 días del experimento.			
Clave de tratamiento	Número de individuos adultos	Número de granos dañados	Porcentaje de daño en el grano
tg	66.0 ± 5.06 bc	65.8 ± 5.14 c	50.3 ± 4.11 c
Bb	78.4 ± 6.18 c	46.9 ± 4.26 b	34.9 ± 2.88 b
cv	1.2 ± 0.24 a	0.1 ± 0.1 a	0.02 ± 0.02 a
Rc	55.0 ± 2.54 b	41.3 ± 2.05 b	26.2 ± 2.55 b
am	3.4 ± 1.5 a	2.4 ± 0.33 a	0.9 ± 0.2 a
ah	0.6 ± 0.80 a	0.5 ± 0.22 b	0.16 ± 0.08 a

En el caso del ambiente hermético, si el grano se almacena sin gorgojos como se realizó en este trabajo, no proliferan debido a que el contenedor de almacenamiento se mantiene cerrado y no hay acceso a los gorgojos, siendo un buen método para evitar la infestación de *S. zeamais* en el maíz almacenado. Un buen sistema de almacenamiento permite disminuir las mermas ocasionadas por plagas y enfermedades, reduciendo así los costos económicos, ambientales y sociales que estos generan. La disponibilidad de grano libre de plagas y enfermedades permite, a su vez, hacer frente a los periodos de escasez de alimentos (Ortiz *et al.* 2015). Almacenar el maíz en condiciones de atmósfera modificada es considerado un buen método ya que además de que no se introducen los gorgojos, la disminución de oxígeno en el interior de contenedor no permite que proliferen los organismos y por consiguiente disminuyó considerablemente la infestación.

Conclusiones

El manejo de los granos de maíz en un almacenaje prolongado requiere de prácticas adecuadas, la cal viva, atmósfera modificada y ambiente hermético probados contra *S. zeamais* controlaron de manera positiva la población de individuos, por lo tanto los granos de maíz no presentaron un daño significativo. El tratamiento con ambiente hermético que limita el contacto del grano con el exterior y se tiene un control en la manipulación del grano en la entra y salida e ingreso de *S. zeamais*.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son de gran utilidad y factibles de llevar a cabo en la práctica, en especial por pequeños agricultores que almacenan el maíz para el auto consumo.

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 2016. 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

- Alabandan, B.A. y O.A. Oyewo (2005). Temperature Variations within Wooden and Metal Grain Silos in the Tropics During Storage of Maize (*Zea mays*), Leonardo Journal of Sciences 6(1): 59-67
- Castillo, C.G., M. Montante, L. Dufour, M.L. Martínez, and M.E. Jiménez-Capdeville. 2002. Behavioral effects of exposure to endosulfan and methyl parathion in adult rats. Neurotoxicol. Teratol. 24:797-804.
- Charm S. (2007) *Food Engineering Applied to Accommodate Food Regulations, Quality and Testing*, Alimentos Ciencia e Ingeniería 16(1): 5-8
- FAO (1993) Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia.
<http://www.fao.org/docrep/x5027s/x5027S0k.htm>. Fecha de consulta 20 de febrero de 2016.
- INAFED (2010) Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Estado de Puebla. Tlacotepec de Benito Juárez.
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21177a.html>. Fecha de consulta 26 de Enero de 2016
- INEGI (2014) *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en los Hogares. Tabulados básicos*. México.
<http://www3.inegi.org.mx/Sistemas/TabuladosBasicos/tabdirecto.aspx?s=est&c=33501> Fecha de consulta 7 de Mayo de 2016
- Jairoce CF, Teixeira CM, Nunes AM, Holdefer DR, Krüger AP, Garcia FRM (2016). Efficiency of inert mineral dusts in the control of corn weevil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 20(2), 158-162.
- Jiménez H., Navarrete J. L., Botello E. (2004). *Estudio Numérico de la Convección Natural de Calor y Masa 2-D en Granos Almacenados en Silos Cilíndricos*, Agrociencia 38(2): 325-342
- Lagunes T.A., Rodríguez JC (1992) Temas selectos de manejo de insecticidas agrícolas. Sociedad Mexicana de entomología 50P
- Lagunes T.A, Vázquez M (1994) El bioensayo en el manejo de insecticidas y acaricidas. Colegio de Postgraduados. Montecillo. 159P
- Lagunes T.A, Rodríguez HC (1989) Búsqueda de tecnología apropiada para el combate de plagas del maíz almacenado en condiciones rústicas. Informe final de Proyecto CONACYT/ PVT/ AI/ NAL/ 85/3149. CONACYT-CP. Chapingo, México. 150P
- Larraín P. (1994). Manejo integrado de plagas en granos almacenados. Investigación y Progreso Agropecuario 81: 10-16.
- Manuel I. R., Gil M. A., Ramírez V. B., Hernández S. J. H. y M. Bellon (2007) Calidad física y fisiológica de semilla de maíz criollo almacenada en silo metálico y con métodos tradicionales en Oaxaca, México, Revista Fitotecnia Mexicana 30(1): 69-78.
- Méndez M. G., Solorza F. J., Velázquez del V. M., Gómez M. N., Paredes L. O., Bello P. L. A. (2005) Composición química y caracterización calorimétrica de híbridos y variedades de maíz cultivadas en México. Agrociencia Colegio de Postgraduados Texcoco, México 39 (3): 267-274
- Neethirajan S. y Karunakaran W. D. (2007). Detection techniques for stored-product insects in grain. Food Control 18: 157-162.

Newman C. (2003). *Grain Storage: Maintaining Grain Quality*, Farmnote N° FN 65, Government of Australia, Department of Agriculture, Australia 1-4

Norma Mexicana para Maíces Destinados al Proceso de Nixtamalización, NMX-FF-034/I-SCFI-PARTE -1. (2002) Productos alimenticios no industrializados para consumo humano-cereales-maíz blanco para proceso alcalino para tortillas de maíz y productos de maíz nixtamalizado. Especificaciones y Métodos de prueba. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Dirección General de Normas. México, D. F. 6P.

Olakojo S. A., Akinlosotu T. A. (2004). Comparative Study of Storage Methods of Maize Grains in South Western Nigeria, *African Journal of Biotechnology* 3(7): 362-365

Ortiz Rosales, M. Á., Ramírez Abarca, O., González Elías, J. M., & Velázquez Monter. (2015). Almacenes de maíz en México: tipología y caracterización. *Estudios Sociales*, 163-184.

SIAP (2014) Cierre de la producción agrícola por cultivo. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo>. Fecha de consulta 27 de marzo de 2016

Wini G. J., Nukenine E. N., Ndjonka D., Suh C., Cornel A. (2015) *Journal of Entomology and Zoology Studies* 3(5): 390-397.

REPRODUCCIÓN DE CANDELILLA (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.) POR MEDIO DE RIZOMAS EN SISTEMAS SEMIHIDROPÓNICOS EN VIVERO

*M.I.A. Lucila Juárez Mendoza¹
*I.B.Q. Misael González López²
M.C. Francisco Ramón Díaz Arriaga³

Ciencias de la tierra y del Medio Ambiente

RESUMEN

El presente artículo expone la problemática hacia la demanda de la planta de Candelilla ya que, ha disminuido por la práctica de explotación tradicional para su recolección y extracción de cera. El objetivo de la investigación fue determinar el mejor sustrato para la reproducción de planta de Candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.) por medio de 126 rizomas en un sistema semihidropónico en el vivero del Instituto Tecnológico de Tehuacán, en donde se utilizaron 4 diferentes sustratos: arena, fibra de coco, lana de roca y tezontle, a los cuales se les realizó caracterización física (densidad, espacio poroso total, capacidad de retención de humedad y espacio aéreo). Las variables de crecimiento que se evaluaron en la planta fueron: altura del tallo, diámetro del tallo y número de brotes. Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (BCA) con 4 tratamientos y 5 repeticiones; donde los resultados fueron evaluados con el análisis de varianza ANOVA con un 95% de confiabilidad y la comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$), por medio del programa Minitab17. De los resultados obtenidos se concluye que, el sustrato adecuado para la producción de candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.) en semihidroponía es el sustrato de tezontle, el cual favorece el crecimiento de la planta de acuerdo a las variables evaluadas.

Palabras claves: Candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.), reproducción, Semihidroponía, Tezontle.

Introducción

México cuenta con una amplia variedad de ecosistemas, por ende con recursos naturales donde podemos obtener productos forestales maderables y no maderables con un valor comercial. Dentro de esta vasta gama de recursos se encuentran las plantas de la familia de las Euforbiáceas, nombre común de una extensa familia de plantas con flores de aspecto similar a los cactus, que son productoras de un látex lechoso; dentro de esta familia se encuentra la planta Candelilla (*Euphorbia Antisyphilitica* Zucc.).

La Candelilla (*Euphorbia Antisyphilitica* Zucc.) es una planta perenne casi desprovista de hojas, se desarrolla en condiciones de clima y suelo extremadamente raquíuticos, como respuesta adaptativa a las condiciones ambientales extremas, la Candelilla produce cera que le permite protegerse del exceso de energía calorífica y retener la poca humedad que capta en los tiempos de lluvia.

Esta planta es nativa de las zonas áridas y semiáridas del norte de México; en los estados de Chihuahua, Durango, Zacatecas, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Puebla y Coahuila,; siendo este último el más importante en superficie y producción, y en el sureste de Estados Unidos de América.

Sin embargo en este trabajo se estudia la zona de Zapotitlán Salinas que colinda al norte con Tehuacán, al sur con Caltepec, oriente con San Gabriel Chilac, San José Miahuatlán y Altepexi y poniente con Atexcal y el estado de Oaxaca; el municipio ocupa gran parte del Valle de Zapotitlán que forma parte de la Sierra Mixteca del sur de Puebla y se encuentra en plena reserva de la biósfera Tehuacán – Cuicatlán. En este territorio desértico, dominado por cactáceas es donde se localiza esta especie en mayor cantidad sobre las otras variedades. Sin embargo por los cambios climáticos y la erosión del suelo así como el

¹ Maestra en Ingeniería Ambiental; Instituto Tecnológico de Tehuacán, lucilajuarez@hotmail.com

² Ingeniero Bioquímico. Egresado en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, krash_gl53@hotmail.com

³ Maestro en Ciencias en Ingeniería Ambiental; Instituto Tecnológico de Tehuacán, ingfdiaz749@gmail.com

saqueo de diferentes plantas endémicas, entre ellas la Candelilla, es que ha ido disminuyendo la población de esta planta.

Por lo tanto este trabajo se enfoca en la reproducción de la planta con alternativas de cultivos a través de sistemas semihidropónicos por medio de rizomas en un vivero de 36 m² y de la cual el área útil es de 21 m² utilizando como soporte diferentes sustratos (arena, fibra de coco, lana de roca y tezontle) evaluados por un diseño experimental de bloques completamente al azar, considerando que es importante hacer una buena elección del sustrato ya que tiene que permanecer continuamente inundado y la cantidad de oxígeno no se renueva: se necesitan sustratos con muy buena capacidad de absorción y retención de aire. Además de que en ellos es donde crece la planta y sustituye al suelo en la función de sostener a la planta.

Planteamiento del Problema

Debido a que la planta de Candelilla (*Euphorbia antisiphilitica* Zucc.) está dentro de la reserva de la biósfera y la superficie de la planta disminuye por la práctica de explotación tradicional para su recolección y extracción de cera, ha traído la demanda del recurso.

Por lo tanto este trabajo se realizó para reproducir la planta de Candelilla a través de rizomas mediante un sistema semihidropónico en un vivero con diferentes sustratos (arena, fibra de coco, lana de roca y tezontle) para evaluar cuál es el óptimo para su reproducción aportando una solución a la comunidad y así dar una alternativa a los empresarios que utilizan la extracción de la cera para alargar la vida de anaquel de frutas y hortalizas.

Objetivos

General

Reproducción de la planta de Candelilla (*Euphorbia Antisyphilitica* Zucc.) por medio de rizomas en sistemas semihidropónicos, utilizando diferentes sustratos (tezontle, arena, fibra de coco y lana de roca) y evaluar a través del modelo BCA cual es el sustrato óptimo.

Específicos

- Determinar la influencia de los sustratos; tezontle, lana de roca, fibra de coco y arena como medios de enraizamiento para la producción de la Candelilla.
- Disminuir el tiempo de desarrollo de la Candelilla a través de fertilizantes empleando la fórmula de la solución nutritiva de Steiner.
- Evaluar a través del diseño experimental de bloques completamente al azar cuál es el sustrato óptimo para el desarrollo de la Candelilla.
- Realizar prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) con la finalidad de saber con certeza cuál de los sustratos presenta resultados óptimos.

Hipótesis

La asimilación de la solución de nutrientes así como del fertilizante en la planta, varía de acuerdo a los diferentes sustratos a evaluar y a las condiciones climáticas.

Marco Teórico

El descubrimiento y uso de la Candelilla se debe a los indígenas del norte de México, quienes extraían cera cruda mediante calentamiento de los tallos en recipientes de barro y después la mezclaban con colorantes para usarlas con fines ornamentales (Romhan, 1992).

En 1910 aparecen las primeras notas a nivel científico sobre la Candelilla en una publicación de la Sociedad Real de Arte de la Gran Bretaña en las que destacaban sus propiedades medicinales en especial el tratamiento de enfermedades venéreas de ahí su clasificación *E. Antisyphilitica* ya que en esos tiempos era empleada para el tratamiento de la sífilis.

Joseph Gerhard Zuccarini un botánico alemán profesor de Botánica en la Universidad de Munich, describió por primera vez la planta en 1832. Por lo que la abreviatura Zucc; se emplea para indicarlo como autoridad en la descripción y clasificación científica de la planta.

Además la revista de la Sociedad Real de Arte, declaró que la planta de Candelilla contiene cera de excelente calidad y en suficiente cantidad para su explotación, lo que la convierte en una especie muy valiosa; sin embargo, después de tantos años de recolectar el recurso, persisten dos factores inalterados: las condiciones de extrema pobreza de los habitantes de la zona candelillera y el proceso de extracción. (Salas, 1981).

Esta variedad es considerada la más óptima en cuanto a producción de candelilla; cuya taxonomía se presenta en la Tabla 1 (Flora, 2009).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de Candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*).

Clasificación taxonómica de Candelilla (<i>Euphorbia Antisyphilitica</i> Zucc.)	
Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Malpighiales
Familia	Euphorbiaceae
Subfamilia	Euphorbioideae
Tribu	Euphorbieae
Subtribu	Euphorbiinae
Género	Euphorbia
Especie	<i>E. antisyphilitica</i> Zucc
Nombres comunes	Candelilla

(Flora, 2009).

Distribución

La Candelilla es un recurso vegetal nativo de las zonas áridas y semiáridas del norte de México, se distribuye en las regiones semidesérticas de los Estados de: Chihuahua, Coahuila, Durango, Hidalgo, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas. En Estados Unidos de América, se distribuye en los Estados de Nuevo México y Texas. (Salas, 1981).

El municipio de Zapotitlán Salinas se localiza al sureste del estado de Puebla y se encuentra enclavado en la porción suroccidental del Valle de Tehuacán, donde el tipo de suelo que se encuentra en el Valle de Zapotitlán es comúnmente de yeso y caliza, muchas veces con altos contenidos de sales.

El Valle de Zapotitlán Salinas presenta un clima seco o árido, semicálido, con una marcada época de lluvias en el verano. La precipitación anual es de 380 mm y su promedio de temperatura a lo largo de todo el año es de 21.2 °C. El clima seco de esta región se debe principalmente a que las corrientes de viento cargado de humedad que provienen del Golfo de México chocan contra las montañas de la Sierra Madre Oriental, dejando caer toda la

lluvia en las zonas del lado oriente de la Sierra, y pasando al otro lado en forma de vientos secos.

Por lo que, sólo una mínima parte de esta lluvia pasa hacia el Valle de Zapotitlán, generando el clima semiárido que lo caracteriza. A este fenómeno se le denomina efecto de sombra de montaña o sombra orográfica. Por otro lado, se dan cambios muy extremos en la temperatura: por ejemplo, durante el día el sol intenso provoca altas temperaturas y durante la noche la temperatura puede descender incluso por debajo de los 0 °C. Estas condiciones determinan que solamente algunos tipos de plantas puedan habitar en esa zona. (Toledo, 2000). Analizando las características ecológicas descritas anteriormente, se puede observar que la Candelilla se desarrolla en condiciones de clima y suelo extremadamente raquíuticos, comúnmente inadecuados para otro tipo de cultivo que son más exigentes en cuanto suelo y agua se refiere. (Flora, 2009).

Especificaciones físicas de la especie (*Euphorbia antisiphilitica* Zucc).

Pertenece a la familia Euphorbiaceae, que está constituida por árboles, arbustos, y herbáceas típicamente con látex; así mismo esta planta es también conocida como: *Euphorbia antisiphilitica* var. *typica* Miranda, *Euphorbia cerífera* Alcocer, *Euphorbia occulta* Klotzsch y *Tirucallia antisiphilitica* (Zucc.).

Es un arbusto perenne, de tallos cilíndricos, color verde a grisáceo, de hasta 110 cm de altura por 5-11 mm de ancho como se puede observar en la imagen 4, glaucos que emergen de la raíz o rizoma carnosos. Sus hojas son esparcidas, sésiles y pequeñas de 1 mm de longitud y de 2 mm de ancho, de color verde. Son arbustos con un diámetro aproximado a 90 cm, la raíz es pequeña; aunque una planta de tamaño moderado puede desarrollar más de 100 tallos de color verde grisáceo, con dimensiones típicas de 30-60 cm de largo y de 0.1 -1.0 cm de diámetro. Las flores se encuentran reunidas en inflorescencia de tipo cima. Las cimas se distribuyen a lo largo del tallo en las estrangulaciones y en la parte terminal.

Sustratos

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta.

El mejor sustrato para el cultivo en cada caso varía de acuerdo con diferentes factores entre los que se encuentran: tipo del material vegetal (semilla, estaca, planta, etc.) especie cultivada, condiciones climáticas, tamaño y forma del contenedor, tipo de riego, así como el aspecto económico, entre otros. (García, 2001)

Metodología

Este proyecto se realizó en el invernadero del Instituto Tecnológico de Tehuacán, que se ubica en Libramiento Tecnológico S/N, A.P. 247, 75770 Tehuacán, Puebla. Con coordenadas geográficas; latitud 18°26'5.88"N, longitud 97°23'57.43"O, su altitud promedio es de 1640 msnm, ciudad en la que se presenta una temperatura media anual que oscila entre los 18° y 22° C. Se llevó a cabo en un vivero como área experimental, con dimensiones de 9 x 4 m, lo cual nos da un área de 36 m², donde solo se utilizaron 21 m². Se emplearon 126 macetas con capacidad de 10 kg con dimensiones de 35x35 cm; distribuidas en 3 filas dobles de 21 macetas cada fila, con una densidad de 6 macetas/m². De las 126

mesetas se llenaron 31 macetas por cada sustrato (arena, fibra de coco, lana de roca y tezontle) distribuidas en un diseño experimental llamado bloques completos al azar.

La planta de Candelilla se extrajo del Jardín Botánico Comunitario Helia Bravo Hollis, que se encuentra en la zona de Zapotitlán Salinas, de manera legal por medio de un convenio realizado entre la Institución y el jardín Botánico.

Preparación de sustrato

Los sustratos fueron preparados con un desinfectante para prevenir el desarrollo de patógenos en el sistema radicular, así como el desarrollo de cualquier otra planta ajena a la investigación con ayuda de un fungicida compuesto de Metil-tiofanato. Para iniciar con la desinfección se llenaron toneles con los sustratos de arena, fibra de coco y tezontle, para después agregarles la solución de Metil-tiofanato, de manera que cubra por completo el área superior; y así se distribuya totalmente por el sustrato.

En el caso del sustrato de lana de roca, éste se encontraba en cubos por lo que se desinfectaron uno por uno, y fueron utilizados individualmente. Se les realizaron cinco repeticiones de lavados con agua hasta que el sustrato dejó de tener el olor característico de la solución desinfectante.

Evaluación de la caracterización de sustratos

Los sustratos en esta investigación juegan un papel muy importante puesto que dentro de los objetivos específicos está el de evaluar cuál de los cuatro que se utilizan en este trabajo reúne ciertas características físicas para considerarse aceptable para la investigación. A los sustratos (arena, fibra de coco, lana de roca y tezontle) se les realizó su caracterización física para determinar su densidad, espacio poroso total, retención de humedad y espacio aéreo.

Éste análisis se realizó en el laboratorio de Biotecnología de la Institución, en el cual se llevaron a cabo 8 repeticiones para así obtener un valor promedio de cada una de las características físicas, y así poder compararlas con los datos recolectados de la bibliografía.

Determinación de la densidad del sustrato.

En la caracterización se utilizó un vaso de precipitado de 400 ml de la marca Pyrex como recipiente para los sustratos, el cual se registró su peso estando el vaso de precipitado vacío; utilizando una balanza granataria de la marca Ohaus, posteriormente se llenó el vaso hasta el nivel de 100 ml con el sustrato a evaluar; apretándolo suavemente para compactarlo y así registrar el peso del vaso de pp con el sustrato. Para la determinación de la densidad (gr/cm^3) se restó el peso del vaso de pp vacío al peso obtenido del vaso con el sustrato y se dividió entre 100.

Determinación del espacio poroso total del sustrato.

Usando una probeta de 250 ml de la marca Pyrex se vertió agua cuidadosamente sobre el medio hasta observar que todos los espacios porosos fueran llenados y se observara un espejo de agua en el sustrato. Se anotó el volumen de agua requerido que equivale al espacio poroso total en porcentaje.

Determinación de la capacidad de retención de humedad del sustrato.

Con cuidado se invirtió el vaso de pp con el sustrato sobre un papel absorbente para dejar que el agua se filtrara libremente, después de haber terminado el filtrado se pesó

nuevamente el vaso de precipitado más el sustrato. Para obtener el % de capacidad de retención de humedad se restó el peso del sustrato del peso obtenido del drenado del agua.

Determinación del espacio con aire del sustrato.

Para obtener el porcentaje del espacio con aire se resta el agua retenida; que es el valor de capacidad de retención de agua, a la capacidad de campo del espacio poroso total. En la Tabla 2 se muestran los datos obtenidos del análisis de cada uno de los sustratos.

Tabla 2. Valores obtenidos del análisis en laboratorio.

	Sustrato	Densidad	Espacio Poroso Total	Capacidad de Retención de Humedad	Espacio con Aire
Valores obtenidos en el análisis	Arena	1.64gr/cm ³	50%	50%	36%
	Fibra de coco	0.2 gr/cm ³	94%	57%	33.12%
	Lana de roca	0.09 gr/cm ³	96.8%	53,7%	32.1%
	Tezontle	2.6 gr/cm ³	67%	26%	56.5%

(González López, 2015)

Selección y trasplante de la planta

Posteriormente se seleccionaron plantas sanas y vigorosas con tallos en buen estado sin señales de enfermedades, plagas o algún otro defecto o deformación; con la finalidad de que los rizomas seleccionados fueran lo más uniformes posible para su estudio. Se realizaron cortes transversales a los rizomas; comúnmente conocidos como estacas, con el propósito de no lastimar la planta, ya que al hacerlo de forma horizontal o jalando el tallo para su separación, lastimamos la planta al destruir la corona o cuello del tallo, ocasionando que ésta no se recupere y desarrolle de forma correcta.

Las estacas recolectadas fueron cortadas con una longitud de 30cm; se colocaron en un lugar con sombra por siete días; pasado este tiempo se trataron con una solución desinfectante en su parte basal para evitar el crecimiento de hongos y la pudrición del sistema radicular, al mismo tiempo se sumergieron en una solución enraizadora Rootex de la línea Cosmocel, con finalidad de inducir la emisión de raíces así como fortalecer su crecimiento posterior. Ya que los beneficios del reforzamiento del sistema radicular son: mayor capacidad exploratoria del suelo, en este caso de los sustratos a estudiar, mejor formación del tejido vascular y mayor capacidad para sintetizar hormonas que en conjunto establecen condiciones para mayor potencial productivo.

Antes del trasplante, se llenaron las bolsas con los sustratos a estudiar para después distribuirlas conforme al modelo estadístico de bloques completos al azar, se les agregó un litro de agua con la finalidad de humedecer el sustrato y retirar por completo residuos del fungicida, se dejaron 24 horas para que se drenara el exceso de agua.

Riegos

Se plantó una estaca por cada maceta a 5 cm de profundidad en el centro de la maceta y se regaron inmediatamente con solución nutritiva; esta solución es la creada por Steiner, que es utilizada como solución general para varios tipos de cultivo, los riegos subsecuentes se aplicaron tres veces por semana con una medida de 100 ml, por las mañanas para su mejor asimilación, según las condiciones climatológicas, de manera manual.

Se utilizó esta fórmula ya que la planta de Candelilla está acostumbrada a un tipo de suelo pobre en nutrientes; como antes se mencionó constituido principalmente por yeso y caliza, siendo esta solución formulada en concentraciones ideales para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Las estacas también fueron regadas con una solución compuesta por un fertilizante concentrado (Stoller 30 – 10 - 10) de la línea Harvest More, que se le dosificaba cada cuatro días durante dos meses; se le suministraba con el propósito de que la planta desarrollara su sistema radicular en menor tiempo.

Análisis estadístico de bloques completamente al azar

Se le realizaron mediciones a la planta de Candelilla (*Euphorbia antisiphilitica* Zucc.) para realizar el análisis estadístico correspondiente, cuyas variables a evaluar fueron: el crecimiento de la estaca (altura), el número de brotes por estaca y el grosor de la estaca (diámetro). Las mediciones fueron recolectadas del mes de febrero al mes de noviembre, cada quince días después de su trasplante, para mostrar mejor los avances de crecimiento en las variables a evaluar de la planta.

Estos datos fueron evaluados mediante el modelo estadístico BCA., con el análisis de varianza ANOVA con un 95% de confiabilidad en el programa Minitab17, 2014, para saber cuál o cuáles sustratos son los que presentaban resultados diferentes en el experimento; por lo que también se realizaron pruebas de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$), con la finalidad de saber con certeza cuál fue el sustrato que presentó resultados óptimos.

Resultados:

Podemos observar que el sustrato de Tezontle mostró mejores resultados en cada una de las variables evaluadas; con 32,8 cm de altura promedio del tallo, 0,94 cm de diámetro promedio y con un total de 119 brotes en sus bloques, siguiéndole de cerca el sustrato de arena con 32,4 cm de altura promedio del tallo, 0,86 cm de diámetro promedio y con 103 brotes totales en sus bloques. Ya que la planta de candelilla crece en suelos calcáreos que retienen poca humedad no está acostumbrada a gran cantidad de agua, por lo que el sustrato de tezontle presentó buenas condiciones en cuanto a la retención de humedad. En el caso del sustrato de arena; que es el que le secunda en resultados, es un sustrato adecuado como soporte y tiene una buena capacidad de retención de humedad, el inconveniente es que con el tiempo se pierde parte de la fase aérea debido a la compactación por lo tanto la capacidad de aireación disminuyó, y en el caso de los sustratos de fibra de coco y lana de roca presentaron menor rendimiento, debido a su alta capacidad de retención de humedad, como se observa en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados obtenidos en el experimento.

VARIABLES	SUSTRATOS			
	ARENA	FIBRA DE COCO	LANA DE ROCA	TEZONTLE
ALTO DEL TALLO (cm)	32,4	31,32	28,28	32,8
DIAMETRO DEL TALLO (cm)	0,86	0,7	0,64	0,94
NUMERO DE BROTES	103	16	1	119

(González López, 2015).

Conclusión:

Los cuatro diferentes sustratos que fueron evaluados presentaron propiedades físicas dentro del rango permitido, incidiendo positivamente en el desarrollo de la planta. El uso de la solución nutritiva de Steiner nos brindó resultados satisfactorios, de manera tal que el crecimiento de la Candelilla fue beneficiado por la adición del fertilizante, promoviendo el crecimiento saludable tanto del tallo como del sistema radicular, así como en la formación de brotes. El mejor sustrato para la reproducción de la planta de Candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.) en fase de vivero, es el sustrato de tezontle, obteniendo los mejores resultados anteriormente mostrados de las variables evaluadas, evidenciados por el análisis ANOVA 95% de confiabilidad y la comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$). Probando ser un excelente sustrato para la reproducción de candelilla y de esta manera dar solución al problema de explotación excesiva de la especie; al ser utilizada como materia prima en el aprovechamiento de la extracción de su cera, ya que es de gran importancia ecológica y etnobotánica para empresarios y gente de la región.

Autorización y Renuncia.

Los autores del artículo autorizamos al Instituto Tecnológico de Tehuacán publicar el mismo en su revista digital I+D Dinámica del saber edición 2015. El instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo expresado en el escrito.

Referencias:

- ANEXO Fondo Mixto, C. -G.-1. (2005). Desarrollo de agricultura de temporal y aprovechamiento racional de zonas áridas. Chihuahua.
- Angel, M. d. (2013). Situación actual de las poblaciones de Candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc): inventario, su propagación sexual y asexual en el estado de Coahuila, México. Coahuila, México.
- Ansari, Y. (2012). Project Noah.
- Ariel Alain Arias Toledo, M. T. (2000). *Las plantas de la región de Zapotitlán Salinas, Puebla*. México .
- C., O. G. (2001). Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en maceta .
- Capítulo 3. Soluciones Nutritivas. (s.f.). En Compendios de Horticultura.
- Capítulo 5. Matorral xerofilo. (s.f.).
- CITES. (2009). Evaluación del estatus de *Euphorbia antisyphilitica* en México dentro de los apéndices de la CITES. Convención sobre el comercio internacional de especies. México.
- Correa, P. I. (2000). Notas de Diseños Experimentales. Mérida, Yucatan.
- Desconocido. (s.f.). Sustratos y Contenedores 2. En Producción de jitomate mediante técnicas de hidroponía.
- Edgardo A. Burboa, 1. J.-V.-C.-H. (2014). Capacidad antioxidante y antibacteriana de extractos. Revista Mexicana de Ciencias Farmaceuticas.

- Esteban Favela Chavez, P. P. (2006). Manual para la preparación de Solucion Nutritiva . Torreón, Coahuila .
- Flores-del Angel ML, R. F.-E.-Á. (2013). Morphology, viability and germination of candelilla seeds (*Euphorbia antisyphilitica*). Revista Internacional de Botánica Experimental .
- Group, N. o. (2004). Medical Plant Conservation . Medical Plant Specialist Group , 46-49.
- Lorence, F. G. (2011). Aprovechamiento, manejo y valoración de plantas de importancia económica en zonas áridas y semiáridas de México. Tesis. México.
- Martin, G. V. (s.f.). Forma de aprovechamiento de los recursos naturales forestales en México: fibras, resinas y ceras. Informe final de Seminario . México .
- Molina, R. R. (2011). Pasado, Presente y Futuro de la Candelilla. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 7-18.
- Salas, A. B. (1981). Investigación de Candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*) en el area del CIFNE.
- Science, P. A.-N. (s.f.). Infoagro Productos para la agricultura. Obtenido de: www.infoagro.com
- SEMARNAT. (2008).
- Smithers Oasis de Mexico S, A. d. (2014). Manual de Hidroponia. México.
- Trejo-Téllez, L. I., Ramírez-Martínez, M., Gómez-Merino, F. C., & García-Albarado. (2013). Evaluación física y química de tezontle y su uso en la producción de tulipán. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.
- Villa-Castorena¹, M., Catalán-Valencia¹, E. A., Inzunza-Ibarra¹, M. A., & González-López¹, M. d. (2010). Producción de plántulas de Candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.) mediante estacas . Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente.
- Zapotitlan, H. A. (s.f.). ZAPOTITLÁN. Obtenido de: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21209a.html>

PERSONALIZACIÓN DEL ÁREA DE RECURSOS HUMANOS, EN LAS PYMES DE SERVICIOS DE TEHUACÁN

*L.C. María del Carmen Fuentes Autrán¹,
M.I.E. B. Leticia Franco Salazar²,
M.C. Senén Juárez León³
M.E. Ma. de Jesús Oregán Silva⁴
Dra. Miriam Silvia López Vigil⁵*

Ciencias Económico-Administrativas

Resumen

El presente trabajo, es el resultado parcial de una investigación, que aborda el rol que efectúa el profesional de recursos humanos, tomando como unidad de estudio a las PyMEs de servicios de Tehuacán, el propósito fue conocer los tipos de roles que desempeñan actualmente el administrador de los recursos humanos, se basa en la teoría de Ulrich (2008).

El uso efectivo de los recursos humanos es mediante aportes que constituyan capacidades competitivas e impulsados por los gerentes, y se identifican como roles que los profesionales pueden desempeñar, según Ulrich estos pueden ser el socio estratégico, experto administrativo, líder de los negocios y agente de cambio.

La investigación fue de tipo cuantitativo, no experimental-transversal y el alcance fue descriptivo-exploratorio.

Los resultados revelaron, que el 42% de la muestra el tipo de rol del profesional de recursos humanos es el de un experto administrativo, ya que el tipo de funciones que realizan en la actualidad son: la contratación de personal, formación, compensación, beneficios, comunicación, diseño organizativo, equipos de alto desempeño.

Los profesionales de recursos humanos al tener una cadena de valor se convertirán en socios, actores y pioneros, son más que una gente que está de paso en esa función y a la que se le asigna tareas de recursos humanos, son expertos que tienen base teórica y están motivados para la competitividad.

Palabras clave.- Roles de Recursos Humanos y Pymes

¹ María del Carmen Fuentes Autrán, Licenciada en Contaduría. Estudiante de la Maestría en Administración en el Instituto Tecnológico de Tehuacán. Oriente 5 No 138, Col. Miguel Hidalgo, C.P. 75790, correo electrónico: autran19@hotmail.com

² B. Leticia Franco Salazar, Maestra en Investigación Educativa. Coordinadora y docente de la Maestría en Administración del Instituto Tecnológico de Tehuacán. Dirección: Libramiento Tecnológico S/N A.P. 247 C.P. 75770, correo electrónico: investposgrado@hotmail.com

³ Senén Juárez León, Maestro en Ciencias en Desarrollo Regional. Docente del área de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Tehuacán. Dirección: Libramiento Tecnológico S/N A.P. 247 C.P. 75770, correo electrónico: sjleon34@hotmail.com

⁴ María de Jesús Oregán Silva, Maestra en Educación. Docente del área de ingeniería mecatrónica del Instituto Tecnológico de Tehuacán. Dirección: Libramiento Tecnológico S/N A.P. 247 C.P. 75770, correo electrónico: matiaslopez@hotmail.com

⁵ Miriam Silvia López Vigil, Doctora en Ingeniería, Docente del área de ingeniería bioquímica y de la maestría en ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Tehuacán. Dirección: Libramiento Tecnológico S/N A.P. 247 C.P. 75770, correo electrónico: misilovi@hotmail.com

Introducción

México, un país de contrastes económicos, políticos y sociales, actualmente presenta enormes retos y oportunidades para las PyMEs, el Sector Empresarial está conformado por micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs), conforman 97% del patrimonio local siendo base de la economía mexicana, (Juárez, 2011, p 23).

Sin embargo el éxito de toda empresa depende en gran medida de la efectividad de su administración, ahora bien la tarea del administrador consiste en administrar, gestionar, supervisar y una buena toma de decisiones, así mismo fortalecer las habilidades y vínculos con las personas, para conjuntamente lograr el objetivo de la organización y por tanto una autorrealización del colaborador.

Por consiguiente, mediante la presente investigación se tuvo como finalidad caracterizar la función y el rol que desempeña el profesional de Recursos Humanos en las PyMEs de Servicios de Tehuacán, Puebla, en este artículo solo se presentan resultados del tipo de roles que el administrador de recursos humanos actualmente realiza.

Planteamiento del Problema

En la actualidad los dirigentes de PyMEs enfrentan numerosos desafíos en materia de administración de recursos humanos, los cuales tendrán que resolver para que sus organizaciones sean competitivas. Los problemas que enfrentan, como la falta de administración, desconocen cómo llevar a cabo sus metas y objetivos establecidos por la empresa, debido a la ausencia de una planeación y organización adecuadas.

Además no cuentan con una estructura organizacional formal y poseen personal que no está capacitado para realizar labores específicas. Esto produce un grave problema para su desarrollo, pues se llega a la necesidad de contratar a personas externas, las cuales no ayudan a resolver problemas que se presenten dentro de la empresa y orienten a como poder evitarlos más adelante.

Ante el desconocimiento de los tipos de roles del área de Recursos Humanos en la actualidad en las PyMEs de servicios en Tehuacán, Puebla y con base en lo anterior planteado, el presente estudio tiene el siguiente objetivo:

Objetivo

Caracterizar el rol que desempeña el profesional de Recursos Humanos en las PyMEs de Servicios de Tehuacán, Puebla.

Pregunta de Investigación

1. ¿Cuáles son los tipos de roles que efectúa actualmente, el profesional de recursos humanos en las PyMEs de servicios en Tehuacán?

Marco Teórico

Roles para Recurso Humanos

Dave Ulrich en los últimos años ha debatido en una serie de artículos, columnas periodísticas y libros la cuestión de si “debemos acabar con los Recursos Humanos”. Si no se logra agregar valor o dar resultados entonces deben acabar con ellos.

El pensamiento actual sobre los recursos humanos, en la mayoría de encabezamientos de capítulos se centran en lo que la gente hace: contratación de personal, formación, compensación, beneficios, comunicación, diseño organizativo, equipos de alto desempeño. En los últimos cuarenta años, asegurarse que el manejo del recurso humano se realice cada vez más innovadoras, útiles e incluso elegantes.

Ulrich se concentra menos en lo que hacen los profesionales de los RR.HH. y más en lo que éstos aportan. Su aporte se centra en los productos, las garantías y los resultados del trabajo de RR.HH.

Los profesionales deben convertirse en socios, actores y pioneros. Son algo más que una gente que está de paso en esa función y a la que por casualidad se le asigna tareas de RR.HH., son expertos que tienen base teórica y están motivados por la competitividad.

Las prácticas de los RR.HH. deben diseñarse de modo de crear valor y proporcionar resultados. Son procesos organizativos que pueden aumentar la competencia individual y las capacidades de la organización.

Roles

El uso efectivo de los RR.HH.; ejecución de la estrategia, eficiencia administrativa, contribución de los empleados y capacidad de cambio define cuatro aportes. Dichos aportes constituyen capacidades de compañías competitivas, y deben ser impulsados por gerentes operativos como por los profesionales de RR.HH.

Estos Cuatro aportes también identifican los roles que cumplen los profesionales de RR.HH., cuando crean valor. Los roles que se desprenden de estos aportes clave se describen a continuación.

1. Socio estratégico

Se centra en alinear las estrategias y prácticas de RR.HH. con estrategia de negocios, ayudando a lograr el éxito de las estrategias de negocios. Al cumplirlo aumenta la capacidad de una empresa de ejecutar sus estrategias. Al traducir las estrategias de negocios a prácticas de RR.HH, ayuda a la empresa de tres maneras:

La empresa:

- 1) Puede adaptarse al cambio al reducir el tiempo entre la concepción y ejecución de una estrategia.
- 2) Responder mejor a la demanda de clientes debido a que sus estrategias de servicios al consumidor se han traducido en políticas y prácticas específicas.

- 3) Lograr un mejor desempeño financiero por medio de una ejecución más efectiva de su estrategia.

2. Experto administrativo

Requiere que los profesionales se diseñen y aporten procesos de RR.HH. eficientes para formación de planteles, entrenamiento, evaluación, premios, promoción, y manejen de forma distinta el movimiento de empleados mediante la organización. Una segunda forma en que los ejecutivos de RR.HH. pueden mejorar la eficiencia general de la empresa es contratando, entrenando y premiando a gerentes que aumenten la productividad y reducen derroche de recursos.

El aporte del rol de infraestructura es eficiencia administrativa, los profesionales la logran de dos formas:

- 1) Eficiencia en los procedimientos de RR.HH. (rediseño de procedimientos).
- 2) Contratando, entrenando y premiando a gerentes que aumentan la productividad y reducen derroche de recursos.

Los gerentes de RR.HH. destacan su rol como “expertos administrativos”, dominando y conduciendo esfuerzos de reingeniería que incrementan procesos de recursos humanos y de los negocios y simplificando la mayoría de sus funciones hoy **es hacer más con menos** alcanzar dicho objetivo debería ser resultado de asumir este rol.

3. Líder de los negocios

Los profesionales de RR.HH se involucran en los problemas, preocupaciones y necesidades cotidianas de los empleados. Las empresas en la que el capital intelectual es fuente decisiva productora de valor, los profesionales han de ser activos y enérgicos en el progreso de este capital.

Los profesionales se convierten en líder de los empleados al vincular la contribución de los empleados al éxito de la organización. El entender sus necesidades y asegurar que se responda a esas necesidades, su contribución general aumenta. Aportes de gestión relativa a la contribución de empleados son **mayor dedicación y competencia** entre ellos.

El líder de los empleados ocupa parte de su tiempo en relacionarse personalmente con ellos, y a gerentes de otros departamentos los entrenan y alientan a que hagan lo mismo. Entender las necesidades de éstos y asegurarse de que se responda a ellas, aumenta la contribución general del personal.

4. Agente de cambio

Por medio del cual agregan valor a una firma, conducir a la transformación y cambio. La transformación, implica cambios culturales esenciales dentro de la firma, los profesionales que la conducen se convierten en guardianes y catalizadores de la cultura de la empresa. El aporte de la conducción de la transformación y el cambio es la capacidad de cambio. El sufrir una transformación en la firma los ejecutivos de RR.HH., se desarrollan como socios de negocios ayudando a los empleados a renunciar a lo viejo y adaptarse a una nueva cultura de trabajo.

Actuar como agente de cambio es honrar el pasado significa apreciar y respetar la tradición y la historia de una empresa mientras actúa de cara al futuro.

Las acciones de agentes de cambio, incluyen identificar y encuadrar problemas, crear relaciones de confianza, resolver problemas y crear y llevar a cabo planes de acción.

Aportar valor a las firmas los profesionales de recursos humanos, de hoy deben cumplir roles múltiples y descartar los simples, especificar aportes a de cada uno de sus roles y actuar para concretar los roles correspondientes. Reconocer la situación paradójica que tienen en la firma, aceptar rendir cuentas para el logro de resultados y contribuir al compromiso compartido requerido para lograr resultados.

Metodología

El enfoque que se siguió en este trabajo es de tipo cuantitativo es decir se usa la recolección de datos para responder a las preguntas de investigación, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías", (Hernández, 2010).

El alcance es exploratorio y descriptivo, exploratorio porque el objetivo consiste en examinar un tema poco estudiado y descriptivo, ya que describe tendencias del grupo de profesionales (Hernández, 2010), de las cualidades de recursos humanos en las Pymes de Servicios de Tehuacán.

El estudio de campo se llevó a cabo, a través de la aplicación de un cuestionario dirigido a los dueños, administradores o encargados del área de recursos humanos, de las Pymes de Servicios (restaurant, bancos, hospitales, hoteles, escuelas de educación superior y financieras) de Tehuacán, Pue.

Resultados

Los resultados parciales se presentan respondiendo a la pregunta de investigación.

Características de la muestra

La muestra de esta investigación fue de 28 empresas de servicios, donde el 75% (21) fueron pequeñas y el 25% (7) fueron medianas, las cuales son de diferente sector económico, para esta investigación participaron un 25% (7) de restaurantes, 21% (6) de bancos, 18% (5) de hospitales, el 14% (5) de hospitales, 14% (4) hoteles, el 11% (3) instituciones de educación superior y 11% (3) de financieras.

Tipo de rol que efectúa el profesional de Recursos Humanos en las PyMEs de servicios de Tehuacán

De acuerdo a la muestra realizada a las Pymes de servicios y descritas en la figura 1, los profesionales de recursos humanos dedican tiempo a realizar diferentes tareas, en primer lugar a escuchar a los empleados con el 36% (18), en segundo lugar a cuestiones operativas con el 28% (13) y en tercer lugar con el 18% (9) a cuestiones estratégicas y competitividad de la firma respectivamente.

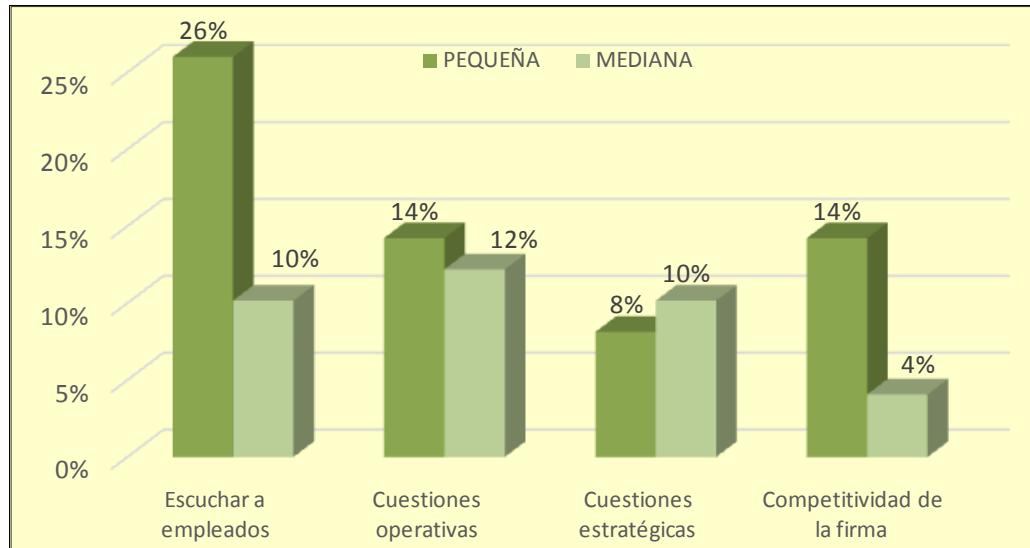


Figura 1 Tareas a las que Dedican Tiempo los Profesionales de Recursos Humanos
Fuente: Elaboración propia.

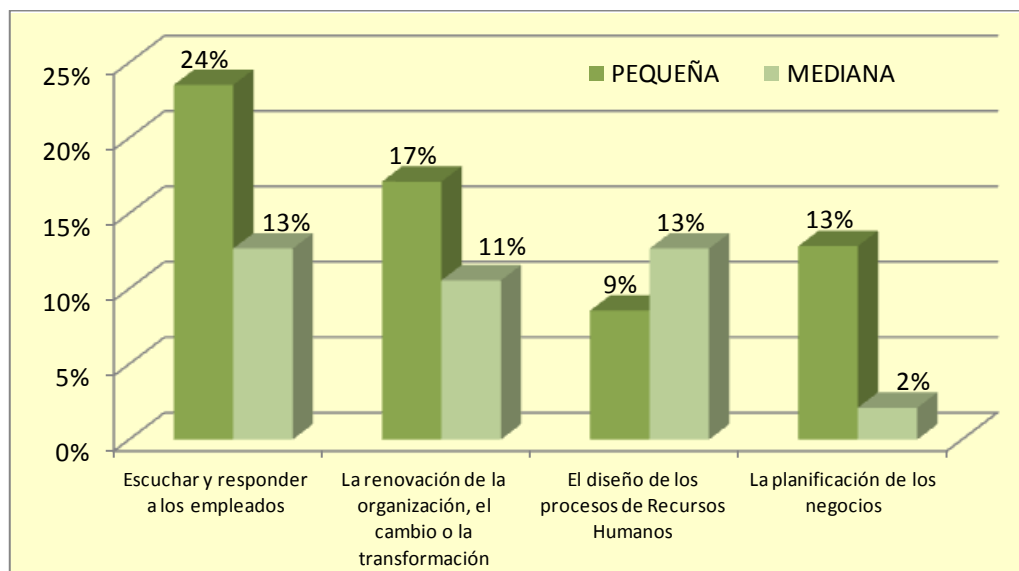


Figura 2 Funciones en las que Participan los Profesionales de Recursos Humanos
Fuente: Elaboración propia.

La muestra aplicada a empresas pequeñas y medianas (Pymes) como lo describe la figura 2, los profesionales de recursos humanos participan activamente, en primer lugar a escuchar y responder a los empleados con el 37% (17) en las que el 24% (11) son pequeñas empresas y el 13% (6) medianas, en segundo la renovación de la organización, el cambio o la transformación 28% (13) representados por 17% (8) en pequeñas empresas y 11% (5) medianas, en tercer lugar diseño de los procesos de recursos humanos con 22% (10) en las cuales el 9% (4) son pequeñas empresas y 13% (6) medianas y en cuarto lugar planificación de los negocios con 15% (7) de las que el 13% (6) son pequeñas y el 2% (1) medianas.

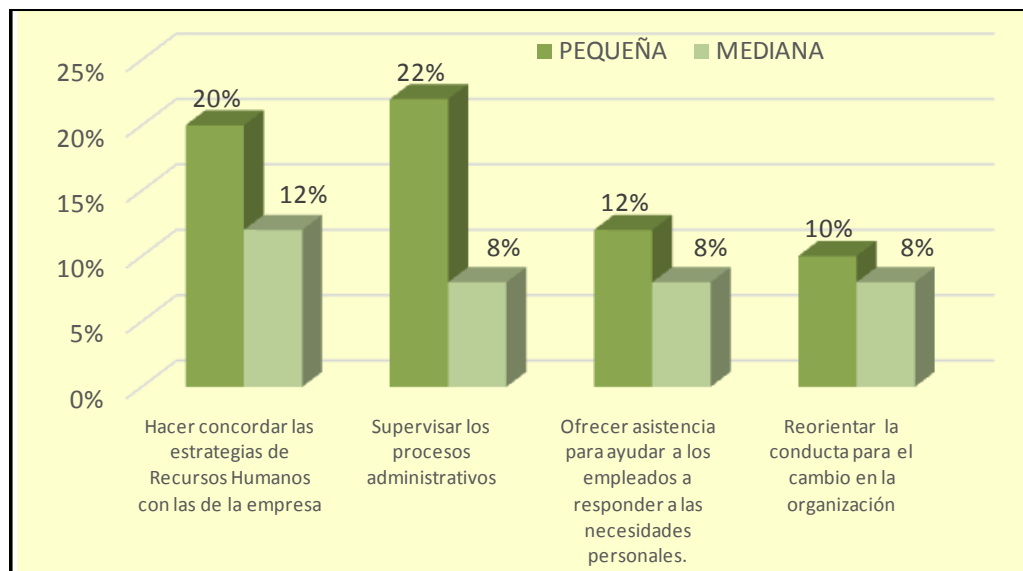


Figura 3 Acciones en las que Trabajan los Profesionales de Recursos Humanos
Fuente: Elaboración propia.

La figura 3 describe que en las PyMEs, las acciones en las que trabajan los profesionales de recursos humanos, en primer lugar para hacer concordar las estrategias de recursos humanos con las de la empresa con el 32% (16) en las que el 20% (10) son pequeñas empresas y el 12% (6) medianas, en segundo supervisar los procesos administrativos 30% (15) representados por 22%(11) en pequeñas empresas y 8% (4) medianas, en tercer lugar ofrecer asistencia para ayudar a los empleados a responder a las necesidades personales con 20% (10) en las cuales el 12% (6) son pequeñas empresas y 8% (4) medianas y en cuarto lugar reorientar la conducta el 18% (9%) de las que el 10% (5) son pequeñas y el 8% (4) medianas.

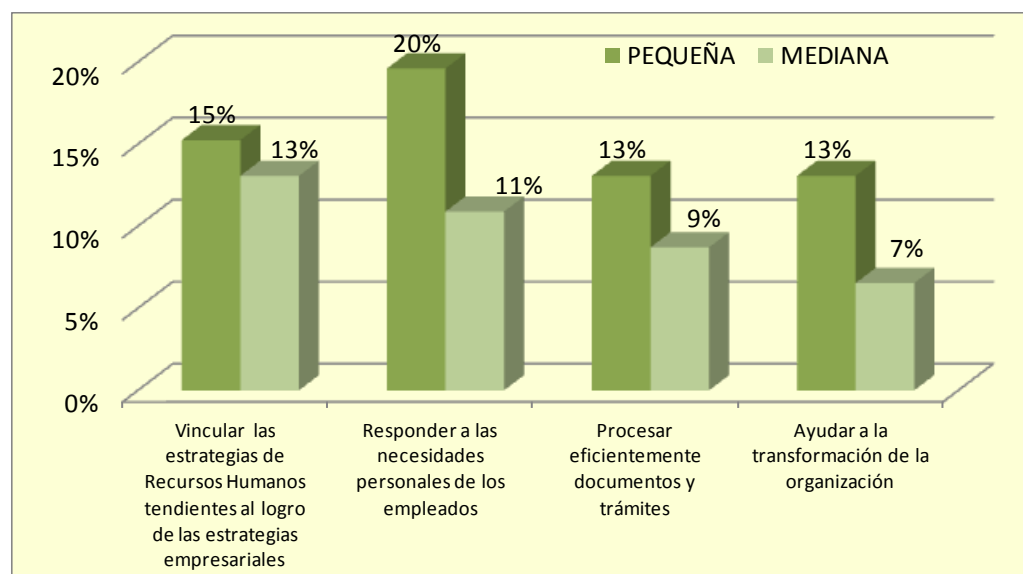


Figura 4 Actividades que Desempeñan los Profesionales de Recursos Humanos
Fuente: Elaboración propia.

La figura 4 especifica que en las Pymes, que actividades desempeña los profesionales de recursos humanos, en primer lugar a responder a las necesidades personales de los empleados con el 31% (14) en las que el 20% (9) son pequeñas empresas y el 11% (5) medianas, en segundo lugar vincular las estrategias de recursos humanos tendientes al logro de las estrategias empresariales 28% (13) representados por 15%(7) en pequeñas empresas y 13% (6) medianas, en tercer lugar procesar eficientemente documentos y trámites con 22% (10) en las cuales el 13% (6) son pequeñas empresas y 9% (4) medianas y en cuarto lugar ayudar a la transformación de la organización con el 20% (9) donde el 13% (6) son pequeñas empresas y el 7% (3) medianas.

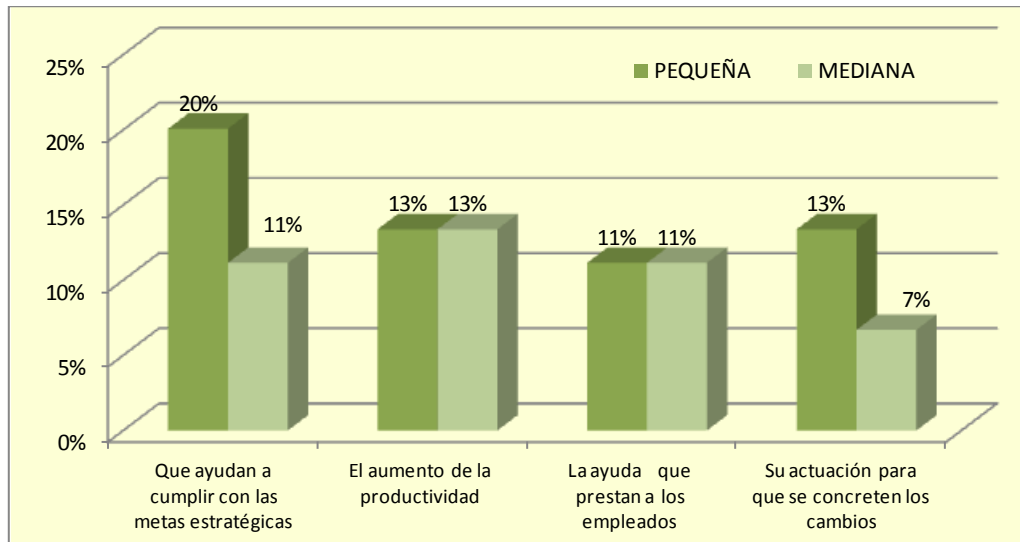


Figura 5 Ocupación del Profesional de Recursos Humanos

Fuente: Elaboración propia.

En las empresas pequeñas y medianas empresas, la ocupación que realiza el profesional al frente de recursos humanos; como lo describe la figura 5 deriva de ayudar a cumplir con las metas estratégicas con el 31% (14), aumento de la productividad (26%) (12), la ayuda que prestan a los empleados 22% (10) y concretar los cambios 20% (9).

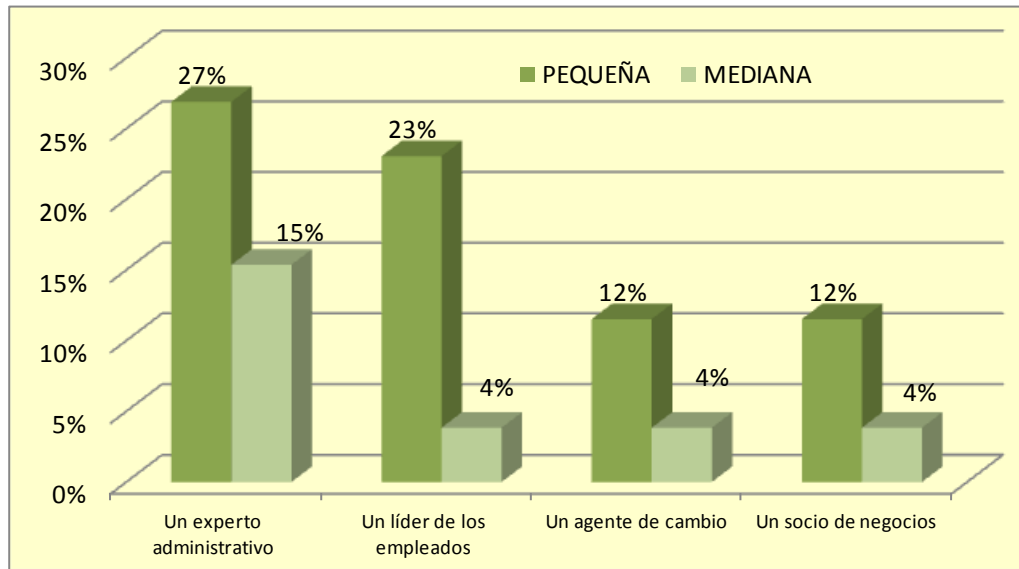


Figura 6 Tipo de Rol del Profesional de Recursos Humanos

Fuente: Elaboración propia.

La figura 6 especifica que en las Pymes, el tipo de rol del profesionales de recursos humanos se consideran en primer lugar un experto administrativo con el 42% (11) en las que el 27% (7) son pequeñas empresas y el 15% (4) medianas, en segundo lugar un líder de los empleados 27% (7) representados por 23%(6) en pequeñas empresas y 4% (1) mediana y en tercer lugar un agente de cambio y socio de negocios con el 16% (4) integrado por el 12% (3) son pequeñas empresas y el 4% (1) medianas.

Conclusiones

El desarrollo de esta investigación ha permitido concluir lo siguiente:

1. El tipo de rol que actualmente desempeñan los profesionales de recursos humanos en las PyMEs de servicios es la de un experto administrativo con el 42% de la muestra de esta investigación.
2. Los roles estratégicos, de cambio y de líderes se da en un bajo porcentaje, dando como consecuencia que las funciones de recursos humanos, no cobran valor ni producen resultados.
3. El desconocimiento de los empresarios de la PyMEs de servicios de Tehuacán, de que el profesional de Recursos Humanos puede evolucionar al permitirle o motivarlo a desarrollar otros roles, que le impactarían positivamente en la productividad y competitividad de sus empresas.

Autorización y Renuncia

El o los autores del artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D=Dinámica del saber edición 2016. 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 Bibliográficas

- Ángeles Hernández, Xavier, 2008. PYMES (Pequeñas y mediana empresas). México: ISEF.
- American Psychological Association. 2002. Manual de Publicaciones. México, D.F. Manual Moderno.
- Calderón Pablo, 2014. Situación de las MiPyMEs de América Latina: Conociendo el campo de acción. Recuperado el 14 de marzo de 2014 en <http://blogs.infobae.com/startups/2014/02/19/situacion-de-las-pymes-de-america-latina/>
- Chiavenato, Idalberto. 2001. Administración de Recursos Humanos. Colombia. Mc Graw Hill.
- De la Vega Fernando, 2011. El Rol del Gerente de Recursos Humanos. Recuperado el 24 de mayo de 2016 en <http://www.grandespymes.com.ar/2011/04/23/el-rol-del-gerente-de-recursos-humanos/>
- Douglas A., Lind. 2005. Estadística para administración y economía. México, D.F. Alfaomega
- El Cronista Comercial, 2009. RRHH en las pymes una asignatura pendiente. Recuperado el 18 de agosto de 2011 en http://www.gyccapitalhumano.com/index_archivos/Page832.htm
- García Gutiérrez, C., & Oliver López, Edith. (Enero 2011). Contaduría Pública No 461.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, Carlos & Baptista Lucio María del Pilar. 2010. Metodología de la Investigación. 5° Ed. Chile: Mc Graw-Hill
- Juárez Arista, Berenice. 2011. Pymes Adminístrate Hoy No 203
- Rodríguez Valencia, Joaquín. 2009. Administración de Pequeñas Medianas Empresas. México, D.F.: Cengage Learning.
- Soto Pineda, Eduardo. 2003. Las PYMES ante el desafío del siglo XXI. Thomson.
- Ulrich, Dave, 2008. Recursos Humanos Champions: Cómo pueden los recursos humanos cobrar valor y producir resultados. Buenos Aires, Argentina. Granica

Autorización y Renuncia

Los autores del artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D= Dinámica del Saber, edición 2016. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de los que se expresa en el artículo.

Referencias

Juárez Badillo E., Rico Rodríguez A., Mecánica de suelos Tomo 1 Fundamentos de la mecánica de suelos, LIMUSA (1996)

Juárez Camarena Moisés, Auvinet Guichard Gabriel, Méndez Sánchez Edgar, Geotechnical zoning of Mexico Valley subsoil, Ingeniería Investigación y Tecnología, vol. XVII (número 3) (2016)

Lenz Óscar, Ochoa Sánchez Octavio A., Zonificación y caracterización geotécnica de los suelos del Puerto de Veracruz, Revista Ingeniería Civil no. 167 (2012)

Ordóñez Ruiz Jorge, Auvinet Guichard Gabriel, Juárez Camarena Moisés, Caracterización del subsuelo y análisis de riesgos geotécnicos asociados a las arcillas expansivas de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Ingeniería Investigación y Tecnología, vol. XVI (número 3) (2015)

Vera Alejandre A, Azomoza Ponce G., Zonificación geotécnica para el área urbana del valle de Puebla, ICD SA de CV (1996)

GEOESTADÍSTICA APLICADA A LA REGIONALIZACIÓN GEOTÉCNICA DE TEHUACÁN, PUE.

Eduardo López Sánchez¹
Melisa Flores Barrera²
David Ángel Hernández Valencia²
Paulino Sánchez Marcos²

Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente
Investigación Aplicada

Resumen

El presente artículo es un reporte parcial de la investigación aplicada en proceso que se desarrolla en la ciudad de Tehuacán a través del *Instituto Tecnológico de Tehuacán* para determinar la regionalización geotécnica de la ciudad aplicando las técnicas matemáticas de la geoestadística procesadas mediante un software de uso abierto conocido como *SgEMS* (Stanford Geostatistical Modeling Software).

Esta regionalización permitirá conocer el estado actual de resistencia mecánica y otras propiedades geotécnicas que se presentan en el subsuelo de Tehuacán mediante el análisis geoestadístico que se han realizado a 66 pozos a cielo abierto superficiales de hasta 3.00 m y 15 sondeos ensayados con la prueba de penetración estándar (SPT) hasta una profundidad máxima de 10 m.

Los resultados arrojan información parcial muy interesante hasta una profundidad de 10 m, sin embargo, se pretende realizar estudios profundos hasta 60 m mediante el préstamo de un equipo de perforación minera apoyados por el *Instituto de Minería de la Universidad Tecnológica de la Mixteca* para desarrollarse en el semestre Agosto-Diciembre del 2016.

Palabras claves: **Geoestadística, regionalización, geotecnia, riesgo sísmico.**

Introducción

La mecánica de suelos es una ciencia relativamente joven, y se interesa en estudiar el comportamiento mecánico del suelo y sus propiedades para aplicarse en el diseño de obras de cimentación, de retención y de estabilidad en el suelo en donde se desplanta una construcción nueva. Un profesional dedicado a la construcción, como un ingeniero civil o arquitecto, debe tener certeza de las características del suelo en donde pretenda proyectar y/o construir, pues es la única manera segura y económica de proponer una cimentación adecuada diseñada a las propiedades de respuesta mecánica reales del suelo, evitando con ello, riesgos en el futuro a la edificación, además de que ciertos parámetros son punto de referencia para otros estudios, como la elaboración del atlas de riesgo y la microzonificación sísmica. Es importante en una ciudad de tamaño medio, como Tehuacán, saber las características del suelo y las condiciones reales del subsuelo a partir de sus parámetros geotécnicos para determinar su respuesta mecánica ante las sollicitaciones de las cargas que plantean las edificaciones, y la regionalización geotécnica

¹ Ingeniero civil y estudiante de la maestría en Ingeniería Civil en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, edulpzsan@gmail.com

² Alumnos residentes de la carrera de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de Tehuacán.

pretende resolver parte de esta problemática mediante la elaboración de mapas que visualicen tridimensionalmente el estado actual del suelo.

Planteamiento del problema

Se tiene la idea equivocada de que la ciudad de Tehuacán presenta suelos con alta resistencia al esfuerzo cortante, por ser identificados como "tepetates", suelos arenosos limosos de consistencia dura o muy dura y fuertemente cementados de naturaleza volcánica identificados geológicamente como tobas calcáreos o tobas cristalinas andesitas (Rosales Hurtado, 2011); esta situación puede presentarse en algunas regiones de la ciudad, pero no es general para toda la superficie, por lo cual se requiere un estudio serio y detallado que permita informar claramente de las características del suelo y su resistencia mecánica.

Así mismo, debido a su ubicación en zona sísmica C (MDOC-CFE, 2015), la ciudad de Tehuacán requiere información precisa de los parámetros del suelo para iniciar con los criterios de dinámica de suelos y la dinámica estructural, que permitan diseñar una edificación de forma sismo-resistente. La investigación del subsuelo realizada de forma superficial (de 0.00 a 3.00 m) y profunda (más de 3.00 m hasta 60.0 m) permitirá generar un mapa estratigráfico que permitirá mostrar las resistencias al esfuerzo cortante de cada uno de los estratos, y establecer zonas o regiones con características similares que permitan la regionalización geotécnica. La correlación entre parámetros geotécnicos permitirá calibrar con mejor precisión la regionalización, estableciendo correspondencia entre profundidad y humedad, profundidad y resistencia al esfuerzo cortante y humedad contra resistencia al esfuerzo cortante.

La existencia de túneles artificiales que cruzan el subsuelo de Tehuacán, producto de la excavación de galerías a diferentes profundidades, es un problema latente que requiere el conocimiento certero del suelo donde se desplantan edificaciones para conocer y estimar el potencial de riesgo que puede presentarse en el caso de que los esfuerzos provocados por el peso de un edificio pudiera provocar el colapso del techo del túnel y generar hundimientos considerables en la cimentación o el derrumbe del piso de las habitaciones o espacios de la construcción.

En el pasado, se intentaron realizar algunos trabajos de zonificación en la ciudad, como los que realizó el ingeniero civil japonés con especialidad en geología, Dr. Norio Abeki y docentes del departamento de Ciencias de la Tierra del Instituto Tecnológico de Tehuacán en 1998, dirigido específicamente a determinar la vibración ambiental de edificaciones mediante pruebas geofísicas, cuyos resultados resultaron ser muy puntuales y focalizados (Abeki, 2002), lo que impidió su expansión para convertirse en una verdadera regionalización

Localización del área de estudio

El municipio de Tehuacán se localiza en la parte sureste del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 18°22'06" y 18°36'12" de longitud norte, y los meridianos 97°15'24" y 97°37'24" de longitud occidental. Sus colindancias son: al Norte con Tepanco de López, Santiago Miahuatlán, Nicolás Bravo y Vicente Guerrero; al Este con Vicente Guerrero, San Antonio Cañada y Ajalpan; al Sur con San Gabriel Chilac, Zapotitlán y Atlix y al Oeste con Zapotitlán, San Martín Atexcal, Juan N. Méndez y Tepanco de López. El municipio de Tehuacán representa el 1.15% de la superficie del estado, abarcando una extensión aproximada de 553.67 kilómetros cuadrados, que lo ubican en el lugar 18° con respecto a los demás municipios del estado. (INAFED, 2010). La ciudad de Tehuacán, considerando la poligonal topográfica con las coordenadas UTM, tiene una extensión de 51,221,199.28 m², que corresponde al 9.25% de la superficie del municipio con una población de 274,906 habitantes. (INEGI, 2010).

El municipio por su ubicación y extensión forma parte de tres regiones morfológicas, como lo señala la Enciclopedia de Municipios y Delegaciones de México, versión digital, elaborada por el Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED):

“Al oriente, a partir de la cota 2000, pertenece a la Sierra de Zongolica, estribación de la Sierra Madre Oriental que se caracteriza por su rápido descenso hacia la planicie costera del Golfo.

Al occidente, a partir de la cota 2000, forma parte de la Sierra de Zapotitlán.

Por último, el territorio comprendido entre las dos cotas forma parte del Valle de Tehuacán; ancho y largo, valle que va paralelo a la dirección que tienen los pliegues de la Sierra Oriental. Comenzando por el oriente, el relieve alcanza alturas de hasta 2,950 metros sobre el nivel del mar y muestra un declive constante hacia el sureste hasta estabilizarse a una altura promedio de 1,600 metros, en lo que es la parte del Valle de Tehuacán. El relieve se mantiene plano aproximadamente unos 13 kilómetros. Y comienza nuevamente a ascenderse en lo que son las estribaciones de la Sierra de Zapotitlán, primero suave y después abruptamente, hasta llegar a alturas de 2,750 metros sobre el nivel del mar.

Independientemente de lo anterior el Valle del Municipio muestra un declive en dirección noroeste-sureste, que es aproximadamente de 500 metros.

También cuenta con los siguientes cerros: Las Chivillas, Mojada, El Muerto, cerro Viejo, Coatepec, La Tarántula, Ocotempa, Maguey, El Gavilán y Plaza de Armas” (INAFED, 2015).

Geología de Tehuacán

La ciudad de Tehuacán se encuentra dentro del valle del mismo nombre de formación por depresión tectónica, el cual está rodeado de las formaciones Chivillas, Tehuacán, San Isidro y Mequitongo pertenecientes a la provincia fisiografía de la Sierra Madre del Sur. (Dávalos, 2002). Destacan tres formaciones representativas: el conglomerado Teotitlán (“Cerro Colorado”), los sedimentos lacustres Altepexi (meseta de “El Riego”) y la formación Tehuacán (Conglomerado San Isidro). La formación Tehuacán identificada estratigráficamente como una secuencia cretácica de limonita y arenisca por Aguilera (1906) da forma principal a los rellenos del valle de Tehuacán (VT). En su parte inferior y media tiene capas con estratificación delgada a media de caliza lacustre, arenisca y limolita que intemperizan a un color amarillo, así como lutita amarilla y lodolita verde intercaladas; presenta diferentes grados tanto de disolución como de recristalización y de silicificación. Hacia la cima hay lodolita verde y yeso fibroso con algunos horizontes tobáceos intercalados y es común observar huellas de desecación. La toba se presenta tanto de color verde como blanco, con un grado de compactación variable; es densa, laminar, y tiene huecos producidos por la alteración de minerales; su textura es porfídica, con fenocristales euédricos de biotita y líticos de una roca silícica. En las capas subyacentes a la toba hay enriquecimiento en sílice, aparentemente en forma de pedernal, de color verde y muy duro. (Dávalos, 2002) (figura 1)

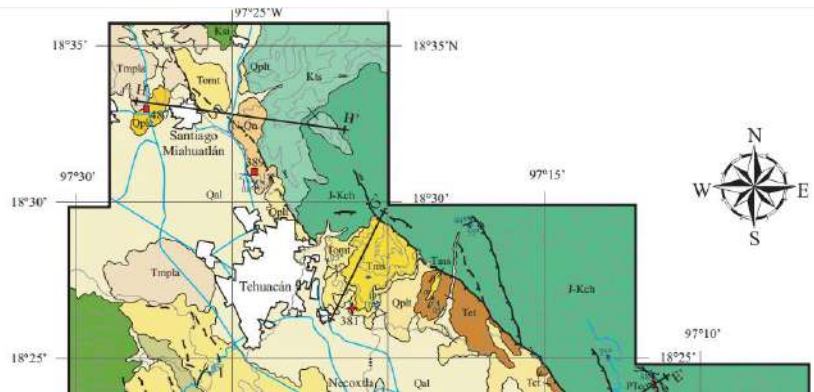


Figura 1. Carta geológica parcial del Valle de Tehuacán.
Fuente: Dávalos (2002)

Marco Teórico

La mecánica de suelos es fruto de la ingeniería del siglo pasado a partir de 1913 cuando se formaliza sistemática y organizadamente los estudios en el tratamiento del suelo. Nace en una universidad del cercano oriente, en la antigua Checoslovaquia, de la mano de Karl Terzaghi quien en 1925 publicó su libro “*Erdbaumechanik*” en Viena. (Juárez Badillo, Rico Rodríguez, 1996)

La geotecnia es una rama de la mecánica de suelos interesada en el estudio de las propiedades de clasificación y mecánicas de los suelos, principalmente en el rango de profundidades donde se usa al suelo como desplante de las cimentaciones o en excavaciones para determinar la estabilidad de las paredes, o interviene directamente en el comportamiento de una obra civil sobre la corteza terrestre, como la estabilidad de un talud de una ladera de una montaña, los empujes provocados sobre un muro de retención, la estabilidad de las paredes de un corte o los hombros de un terraplén.

La geoestadística es una rama de la matemática relativamente nueva que surge a partir de los trabajos de George Matheron en 1965 implementados para descubrir nuevos yacimientos mineros en Sudáfrica, y que se ha extendido universalmente con aplicaciones en diferentes áreas, como la hidrología, la geología, la climatología, y recientemente se ha aplicado exitosamente en geotecnia (Ordoñez, 2015). Juárez Camarena menciona en una reciente publicación que “la geoestadística se define como la aplicación de la teoría de funciones aleatorias para la descripción de la distribución espacial de las propiedades de materiales geológicos, ofreciendo herramientas valiosas para estimar datos, tales como el espesor de un estrato específico, o el valor local de una propiedad del suelo dada, tomando en cuenta la estructura correlacional del medio. Además, se asocia incertidumbre a esas estimaciones para ser cuantificadas”. (Juárez Camarena, 2016).

Para comprender la geoestadística es necesario definir algunos conceptos iniciales, como lo estableció Auvinet en 2002 para aplicarse en problemas geotécnicos a partir de los modelos propuestos inicialmente por Matheron en 1965, cuyo enfoque se aplicó para minería. (Matheron, 1965; Auvinet, 2002)

Haciendo referencia a Auvinet, Ordoñez Ruiz, en 2015, establece que un campo aleatorio es un espacio R^n , donde $n = 1, 2$ ó 3 , en donde conviven variables $V(X)$ continuas de tipo físico, mecánico o geométrico, para cada punto X del dominio, las variables se consideran aleatorias. Para describir este campo se requieren los siguientes parámetros y funciones.

$$\text{Esperanza matemática: } E\{V(X)\} = \mu_v(X) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V(X_i)$$

$$\text{Varianza: } \sigma_v^2(X) = \text{Var}[V(X)] = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V^2(X_i) - \mu_v^2(X)$$

Desviación estándar: $\sigma_v(X) = \sqrt{Var[V(X)]}$

Coefficiente de variación: $C_v(X) = \frac{\sigma_v(X)}{E\{V(X)\}}$

Función de autocovarianza: $C_v(X_1, X_2) = Cov[V(X_1), V(X_2)] = E\{[V(X_1) - \mu_v(X_1)][V(X_2) - \mu_v(X_2)]\}$, esta función representa el grado de dependencia lineal entre los valores de la propiedad de interés entre los valores de la propiedad de interés en dos puntos diferentes del medio. Esta función se puede escribir bajo la forma de un coeficiente de autocorrelación adimensional, cuyo valor queda siempre comprendido entre -1 y 1. (Ordoñez, 2015). Si $X_1 = X$ y $X_2 = X + uh$, donde h es la distancia entre dos puntos X y $X + uh$ del dominio, la autocovarianza se puede estimar aproximadamente como $C_v[V(X), V(X + uh)] = \frac{1}{N(hu)} \sum_{i=1}^{N(hu)} [V(X_i)V(X_i - hu) - \mu_v(X)^2]$; aquí, u es un vector unitario en la dirección considerada, N es el número total de datos y $N(hu)$ es el número de datos pares separados una distancia h en la dirección u con intervalos de tolerancia apropiados (Juárez Camarena, 2016).

Coefficiente de correlación: $\rho_v[V(X), V(X + uh)] = \frac{C_v[V(X), V(X + uh)]}{\sigma_v^2(X)} = \rho_v(hu)$. La autocovarianza y el coeficiente de correlación no son propiedades intrínsecas de dos puntos X y $X + hu$, ellos también depende de la población, esto es, en el dominio en el cual el campo se define.

Distancia de correlación: también conocida como influencia o rango, es la distancia más allá en el cual las variables $V(X)$ y $V(X + hu)$ ya no son correlacionales. La distancia de correlación $\delta(u) = 2\alpha(u)$ convencionalmente se estima del correlograma experimental como $\alpha(u) = \int_0^{h_c} \rho_v(hu)dh$, donde h_c es el primer valor de h para el cual $\rho_v(hu)$ es igual a cero.

BLUE (Best Linear Unbiased Estimation): esta técnica del mejor estimador imparcial lineal, también conocida como "kriging ordinario" (Auvinet, 2002) utiliza el estimador $V^*(X) = \sum_{i=1}^n \lambda_i V(X_i) + (1 - \sum_{i=1}^n \lambda_i) \mu_v$.

Varianza de estimación: $\sigma_E^2(X) = Var[V(X)] + v - \sum_{i=1}^n \lambda_i C(X - X_i)$

La regionalización geotécnica se define como el establecimiento de zonas o regiones con características similares respecto de las propiedades del suelo dentro un contorno espacial que permita la generación de mapas o cartas geotécnicas que faciliten la búsqueda de parámetros de respuesta del suelo en un punto geo-referenciado. Aplicando la geoestadística se puede estimar el valor de una propiedad de interés en puntos del medio donde no han hecho mediciones directas. Es posible interpolar entre datos disponibles y definir sondeos virtuales, secciones transversales o configuraciones de un estrato dado dentro del suelo (Juárez Camarena, 2016).

En México se han hecho diversas investigaciones del suelo en distintas ciudades aplicando exitosamente la geoestadística, mencionando que geotécnicamente se han aplicado a diversas situaciones para solucionar problemas inherentes a su entorno. En el Valle de México se han hecho una gran variedad de trabajos de zonificación, caracterización y regionalización geotécnica (Juárez Camarena, 2016) sobresaliendo el trabajo *Geotechnical Zoning of Mexico Valley Subsoil* que se pretende implementar en la próxima edición del reglamento de construcciones de la Ciudad de México; en ciudades medias, como Tuxtla Gutiérrez, Chis, se realizó una caracterización de las arcillas expansivas y su correspondiente mapa de riesgos geotécnicos (Ordoñez, 2015); en el Puerto de Veracruz, Ver., Lenz y Ochoa (2012) efectuaron la zonificación y caracterización geotécnica de sus suelos con énfasis en estratigrafía geológica. (Lenz, 2012). En la capital del estado de Puebla, se han realizado trabajos de microzonificación sísmica (Ruiz, 1993) y de

zonificación geotécnica a partir de estudios superficiales y profundos de geotecnia para la identificación de unidades geológicas del subsuelo sin aplicar geoestadística, que han sido generadores de cartas geotécnicas (Vera, Asomoza, 1996). En Tehuacán, en 1998 se efectuaron estudios de vibración ambiental de algunos edificios con la colaboración de docentes del área de ingeniería civil del ITT (Instituto Tecnológico de Tehuacán) y un estudiante de maestría en ingeniería de la UPAEP (Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla), mismo que sirvió de pauta para otras investigaciones, pero las conclusiones con miras a aplicarse al campo geotécnico quedaron en pausa.

Metodología

La recolección de los datos procesados en estudios de mecánica de suelos y geotecnia realizados en la ciudad de Tehuacán desde el año 2009 a 2015 efectuados por la empresa Geolabs, forma parte de la primera parte del trabajo geoestadístico y consiste en encontrar los parámetros estadísticos como la media, varianza, desviación estándar y coeficiente de correlación existentes alrededor de las variables geotécnicas, como la humedad, los pesos volumétricos o específicos, los porcentajes de gravas, arenas y finos de los suelos, el límite líquido, el límite plástico, la contracción lineal, el equivalente de arena, la resistencia al esfuerzo cortante neto, la cohesión y ángulo de falla. Se recopilaban todos los informes de mecánica de suelos realizados durante el período enero 2009 a diciembre 2015, recuperando los datos geotécnicos del formato de resumen que se presenta en dichos estudios (Figura 2). Esta primera actividad fue realizada por la alumna Melisa Flores Barrera de la carrera de ingeniería civil a través de su residencia profesional interna durante el período agosto - diciembre del 2015.

INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA CAPACIDAD DE CARGA

OBRA: CONSTRUCCION DE LA AMPLIACION DEL LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL Y AULA MULTIMEDIOS		ENSAYE NO.	
LOCALIZACION: INSTITUTO TECNOLOGICO DE TEHUACAN, TEHUACAN, PUE.		FECHA DE RECIBO:	06/06/2014
		FECHA DE INFORME:	10/07/2014
DATOS DEL MUESTREO	MATERIAL PARA:	CAPACIDAD DE CARGA PARA DESPLANTE DE CIMENTACION	
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL:	LIMO ARCILLAS ARENOSAS COLOR AMARILLO (TEPETATE)	
	CLASE DEL DEPOSITO MUESTREADO:	EN SPT 1, ESTRATO DOS	
	TRATAMIENTO PREVIO DE MUESTREO:	NINGUNO	
	UBICACION DEL SONDEO:	VER CROQUIS	
	MUESTREADO POR:	ING. DANIEL MONTALVO HERRERA	
P.E. SECO SUELTO, kg/m ³ :	1245.00	CIV REGISTRADO EN CAMPO:	NO REG.
P.E. SECO COMPACTO, kg/m ³ :	1468.00	PROFUNDIDAD DE MUESTREO, m:	1.50
P.E.S. MAXIMO, kg/m ³ :	1604.00	OBSERVACIONES:	
HUMEDAD OPTIMA, %:	17.88	PCA 1, ESTRATO 2, DESPLANTE CIMENTACION	
P.E. DEL LUGAR, kg/m ³ :	1476.00		
HUMEDAD DEL LUGAR, %:	18.90		
GRADO DE COMPACTACION, %:	92.0%		
COMPOSICION GRANULOMETRICA	MALLA	% RETENIDO	
	EN 50.00		
	EN 37.50		
	MALLA	% QUE PASA	
	50.000	100%	
	37.500	100%	
	25.400	100%	
	19.000	100%	
	9.500	99%	
	4.750	95%	
	2.000	90%	
	0.850	84%	
0.425	81%		
0.250	75%		
0.150	72%		
0.075	66%		
CAPACIDAD DE CARGA NETA, Ton/m ² :	15.486	PRUEBAS EN MATERIAL MAYOR QUE LA MALLA 9.500	
COHESION, Ton/m ² :	4.065	ABSORCION, %:	
ANGULO DE FRICCION INTERNA:	34.620	DENSIDAD:	
PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA NUM. 0.425			REFERENCIA:
LIMITE LIQUIDO, %:	36.14	EQUIVALENTE DE ARENA, %:	18.25
LIMITE PLASTICO, %:	25.17	CONTRACCION LINEAL, %:	2.02
INDICE PLASTICO:	10.97	CLASIFICACION SUCS:	ML-CL
NOTA: LOS RESULTADOS SE REFIEREN EXCLUSIVAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS; SE PROHIBE LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DE GEOLABS			
LABORATORISTA:	JEFE DE LABORATORIO:	SELLO	FORMATO NO.
ING. DANIEL MONTALVO HERRERA	ING. EDUARDO LOPEZ SANCHEZ		

Figura 2. Formato de datos geotécnicos
Fuente: Del autor

Se procesaron estadísticamente los 65 estudios, obteniendo la siguiente información estadística resumida de los valores geotécnicos (Figura 3) que se muestra en la Tabla 1.

No.	LUGAR	FECHA	TIPO DE MUESTRA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS UTM			PROFUNDIDAD DE MUESTREO
				LATITUD	LONGITUD	X	Y	z	
1	Viviendas Fracc. Santa Cruz	05/02/2010	FCA	18°27'17.90" N	97°23'59.90" W	663954.06	2041270.07	1541.93	2.00
2	Viviendas Fracc. Residencial Bicentenario	18/01/2011	FCA	18°26'22.60" N	97°24'08.70" W	666717.54	2039567.65	1526.81	2.00
3	Funeraria, Fracc. Arcadia	18/01/2011	FCA	18°27'47.50" N	97°24'15.50" W	669495.40	2042176.01	1551.66	1.00
4	Fracc. Valle del Ángel	3/01/2011	FCA	18°29'01.20" N	97°24'20.50" W	668325.80	2044440.48	1559.09	2.00
5	Estación de servicio, Grupo SRS	3/01/2011	FCA	18°27'05.20" N	97°22'13.90" W	672074.60	2040907.35	1514.42	3.60
6	Edificio 4 niveles, Av. Reforma Sur	09/02/2011	FCA	18°26'44.90" N	97°23'48.50" W	665301.64	2040258.45	1526.27	2.90
7	Casa-Hab. Cto. Ma. Coapan	15/02/2011	FCA	18°26'33.50" N	97°24'28.10" W	666145.76	2039897.75	1530.03	2.00
8	Pista de aterrizaje (lado norte)	14/03/2011	FCA	18°29'50.00" N	97°25'12.00" W	666804.50	2045927.50	1584.32	4.60
9	Aeropuerto (lado sur)	14/03/2011	FCA	18°29'23.00" N	97°24'51.20" W	667422.29	2045102.70	1672.95	4.55
10	Predio Velázquez Luna	20/09/2011	FCA	18°29'25.10" N	97°23'47.20" W	669297.95	2045306.89	1591.48	2.60

Figura 3. Tabla parcial de recopilación de datos

Fuente: Del autor

VARIABLE	Media	Desv. Estándar	Varianza	Coef. De Variación
Humedad, w	19.148%	7.906%	62.497	41.29%
PVSS	1104 kg/m ³	113 kg/m ³	12683	10.20%
PVSC	1282 kg/m ³	125.5 kg/m ³	15755	9.79%
PVSM	1540 kg/m ³	123.8 kg/m ³	15321	8.04%
Humedad óptima, w _{opt}	22.947%	5.724%	32.761	24.94%
Límite Líquido, LL	34.313%	7.228%	52.246	21.07%
Índice Plástico IP	11.604%	5.944%	35.332	51.22%
Equivalente de Arena, EA	19.12%	10.41%	108.32	54.42%
Contracción Lineal, CL	3.220%	1.468%	2.156	45.60%
Esfuerzo Cortante Neto, Q _u	15.82 Ton/m ²	13.36 Ton/m ²	178.45	84.45%
Cohesión, C	4.893 Ton/m ²	4.437 Ton/m ²	19.685	90.67%
Ángulo de Fricción, φ	31.80°	10.38°	107.744	32.66%

Tabla 1. Resumen de valores estadísticos.

Fuente del autor.

Con ayuda de Google Earth se localizaron los sitios muestreados y se obtuvieron sus coordenadas expresadas en latitud y longitud para convertirse a coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator). Estos puntos se localizaron en el plano de Tehuacán, generado con las coordenadas UTM disponibles en la base de datos de INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), generando un plano topográfico en dos dimensiones (Figura 3).

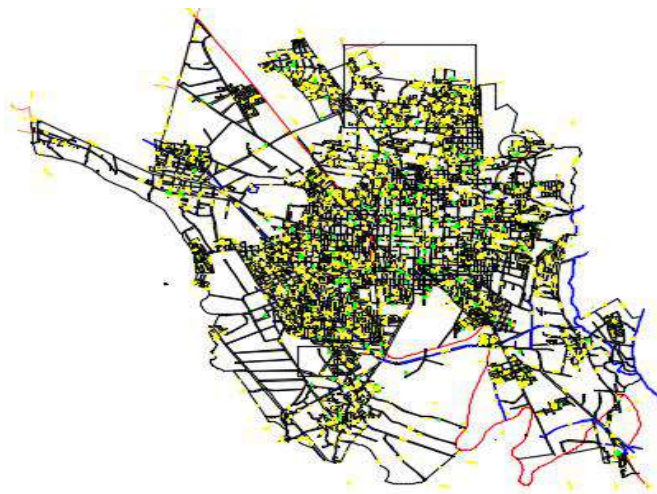


Figura 3. Poligonal de la Ciudad de Tehuacán, Pue.

Fuente: Del autor

Fuente: Residentes internos

Se recomienda observar las correlaciones entre las variables de estudio para iniciar con el planteamiento geoestadístico, situación que se muestra en la figura 6, donde se correlaciona la variable esfuerzo cortante contra las coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) en un gráfico bidimensional.

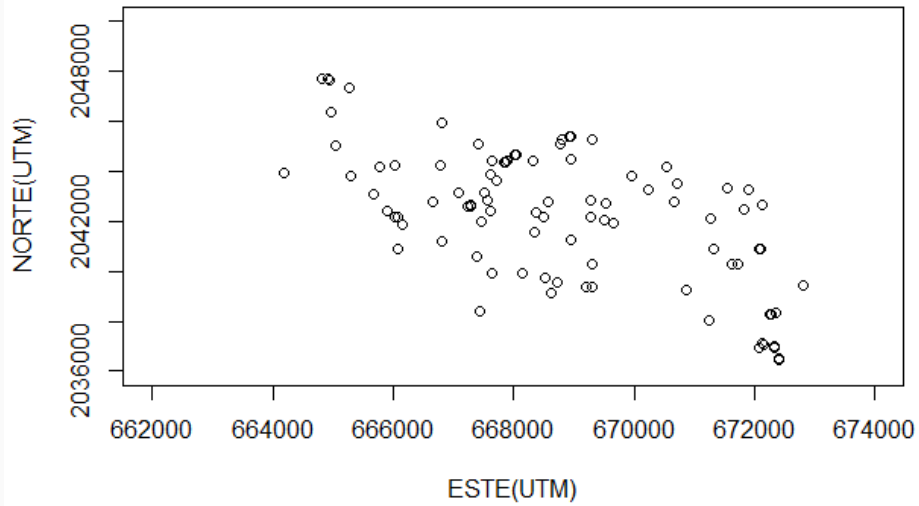


Figura 6. Correlación coordenadas UTM y esfuerzo cortante neto Q_u
Fuente: Residentes internos.

El variograma correspondiente con su ajuste esférico respectivo se muestra en la figura 7.

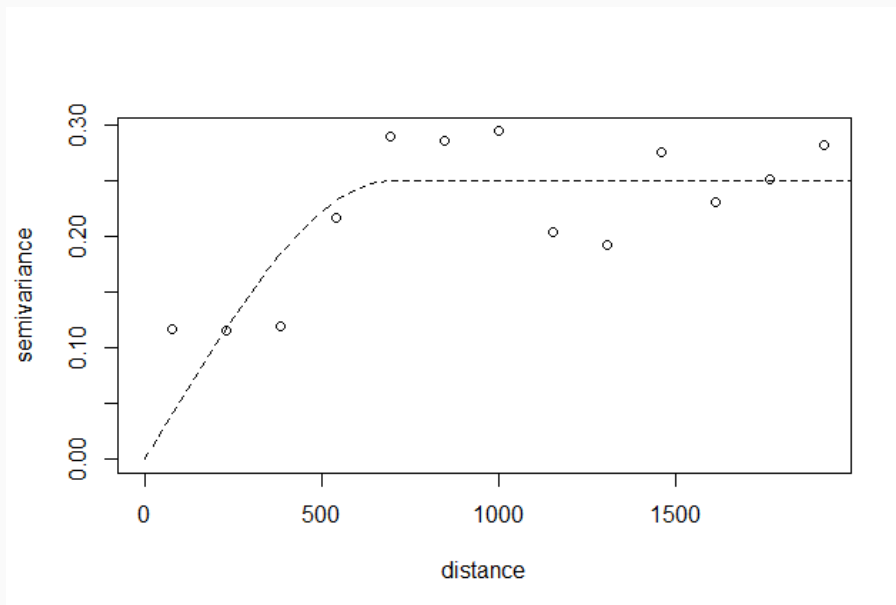


Figura 7. Variograma de Q_u
Fuente: Residentes internos.

En la figura 8 se muestra las corridas geoestadística en el programa SgEMS (Stanford Geostatistical Modeling Software) en donde se observa el mapa regionalizado coloreado con tonos en el espectro RGB (Red-Green-Blue) para mostrar el comportamiento de la variable esfuerzo cortante neto Q_u con respecto a la poligonal de la ciudad de Tehuacán, como parte de un primer procesamiento parcial de la información de los estudios alimentados en el software.

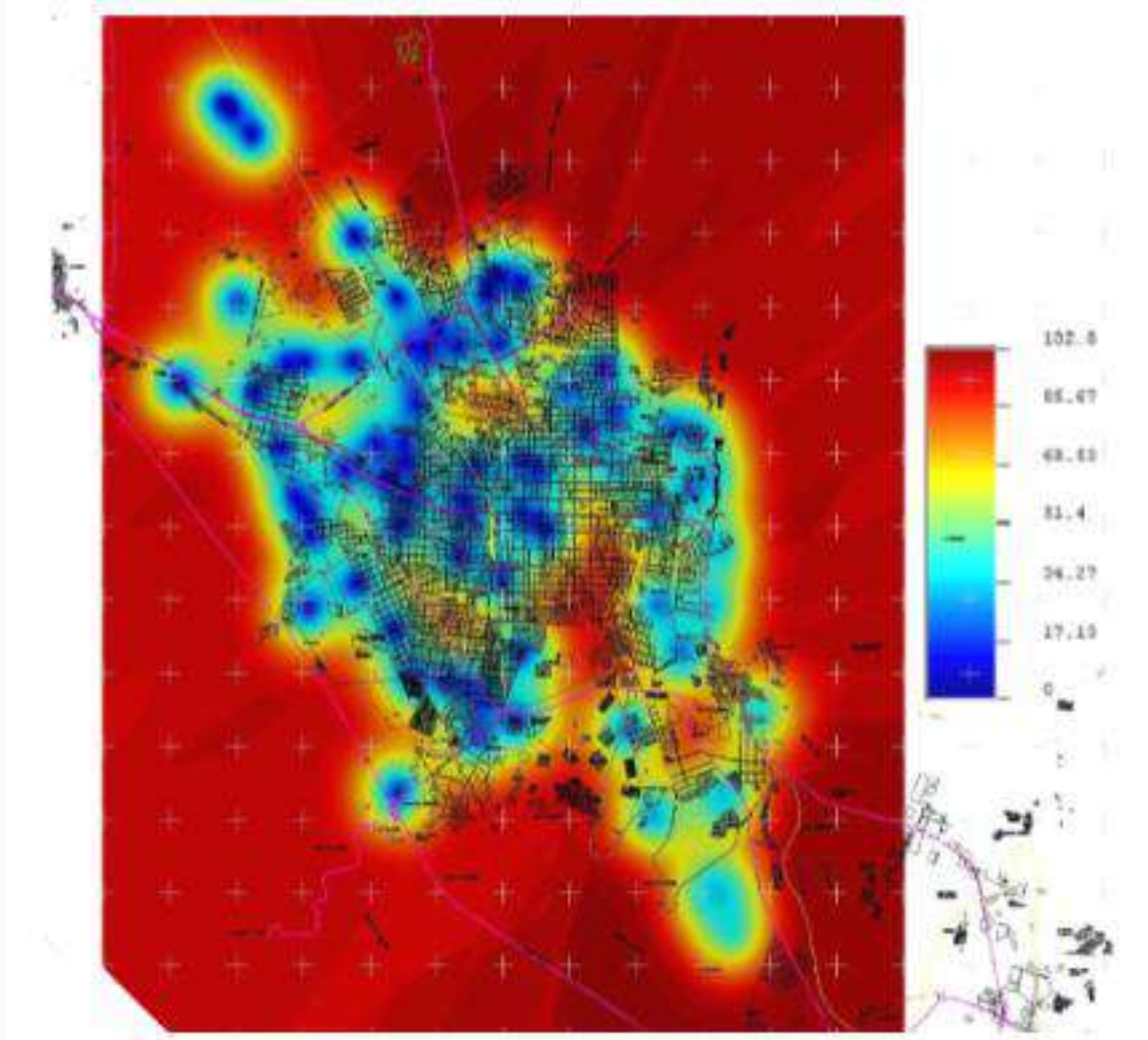


Figura 8. Mapa regionalizado de Q_u

Fuente: Residentes internos.

Conclusiones

Debido a los datos geotécnicos con los que se cuentan para este primer proceso geoestadístico, no se pueden dar conclusiones formales, sin embargo, se observan tendencias de datos consistentes en las zonas en donde se dispone de ellos.

Se observa en el mapa regionalizado de Q_u que el rango de esfuerzos cortantes netos en la ciudad varía entre 17.19 a 102.8 Ton/m². Corresponde una esperanza o media de 15.82 Ton/m², pero con una gran dispersión de los datos, Esto es un indicador de que se requiere recabar más información mediante la ejecución de más sondeos. Así mismo, se requiere complementar con pruebas de hipótesis que permitan proponer un nivel de confianza que ofrezca la seguridad de la información procesada.

Autorización y Renuncia

Los autores del artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D= Dinámica del Saber, edición 2016. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de los que se expresa en el artículo.

Referencias

Juárez Badillo E., Rico Rodríguez A., Mecánica de suelos Tomo 1 Fundamentos de la mecánica de suelos, LIMUSA (1996)

Juárez Camarena Moisés, Auvinet Guichard Gabriel, Méndez Sánchez Edgar, Geotechnical zoning of Mexico Valley subsoil, Ingeniería Investigación y Tecnología, vol. XVII (número 3) (2016)

Lenz Óscar, Ochoa Sánchez Octavio A., Zonificación y caracterización geotécnica de los suelos del Puerto de Veracruz, Revista Ingeniería Civil no. 167 (2012)

Ordóñez Ruiz Jorge, Auvinet Guichard Gabriel, Juárez Camarena Moisés, Caracterización del subsuelo y análisis de riesgos geotécnicos asociados a las arcillas expansivas de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Ingeniería Investigación y Tecnología, vol. XVI (número 3) (2015)

Vera Alejandre A, Azomoza Ponce G., Zonificación geotécnica para el área urbana del valle de Puebla, ICD SA de CV (1996)