Año 5, No. 2, Vol. 2

Ingeniantes

Revista de Investigación . Instituto Tecnológico Superior de Misantla

Congreso Internacional INGENIERÍAS 4.0

latindex

ISSN 2395-9452

Edición Especial

Ingeniantes

Año 5 / No. 2 / Vol. 2

Información Legal

Ingeniantes, año 5, No. 2, Vol 2 noviembre 2018 - mayo 2019, es una publicación semestral editada y publicada por el Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Km. 1.8 carretera a Loma del Cojolite, Col. Centro, Misantla, Veracruz. México, C.P. 93821, teléfono 01 (235) 323 60 18, página web citt.itsm.edu.mx. Editor responsable: M.I.I Erika Adrianne Bandala Martínez. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2015-062512501200-203, ISSN 2395-9452, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Centro de Innovación & Transferencia de Tecnología del ITSM, M.I.I. Erika Adrianne Bandala Martínez, Km. 1.8 carretera a Loma del Cojolite, Col. Centro, Misantla, Veracruz. México, C.P. 93821, fecha de última modificación, 07 de diciembre de 2018.

Actualmente indexada en la base de datos del Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal LATINDEX, con número de registro 25671.

Se autoriza cualquier reproducción parcial de los contenidos o imágenes de la publicación siempre y cuando sea sin fines de lucro y para usos estrictamente académicos, citando invariablemente la fuente dando los créditos a los autores del artículo.

El contenido de los artículos publicados es responsabilidad de los autores y no representa el punto de vista del editor de la revista Ingeniantes.

latindex

Noviembre 2018

Directorio

Dr. José Alberto Gaytán García
Director General, ITSM, Veracruz, México

M.S.I. Ana Lilia Sosa y Durán
Subdirectora Académica, ITSM, Veracruz, México

M.A. José Edgar Soto Meneses
Director de Planeación y Vinculación, ITSM, Veracruz, México

M.C. Reyes Pérez y Cano
Director de Servicios Administrativos, ITSM, Veracruz, México

Lic. Lidia Herrera Domínguez
Subdirectora de Vinculación, ITSM, Veracruz, México

Dr.Carlos Yossio Nakase Rodríguez
Subdirector del Sistema Abierto, ITSM, Veracruz, México

Diseño Editorial

Lic. Erik Balderas González, ITSM, México
Ing. Mayra Lizzeth Mendez Oloarte, ITSM, México

Propiedad Intelectual

Centro de Innovación & Transferencia de Tecnología
Lic. Jorge Obdulio Gerón Borjas, ITSM, México

Distribución

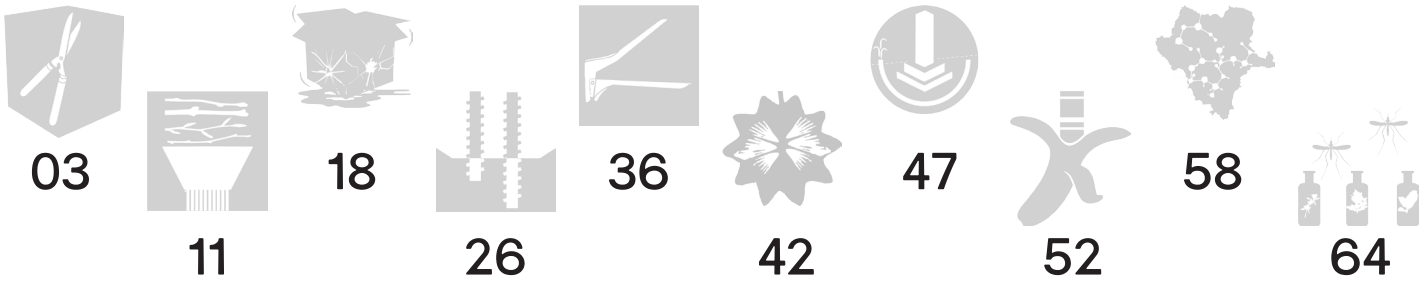
Publicación electrónica disponible en
citt.itsm.edu.mx/ingeniantes
Correo electrónico: revista.ingeniantes@itsm.edu.mx
http://www.latindex.org/latindex/ficha?folio=25671

Cuerpo Editorial

Editor General
Instituto Tecnológico Superior de Misantla
Editor
M.I.I. Erika Adrianne Bandala Martínez

Comité de Revisión

Dr. Luis Eduardo Velázquez Contreras, US
Dr. Arturo Pacheco Espejel, IPN
Dr. Luis Alberto Morales Rosales, UMSNH
Dr. Cuauhtémoc Guerrero Dávalos, UMSNH
Dr. Francisco Reyes Zepeda, IEA-UAT
Dr. Julio César Chacón Hernández, UAT
Dr. José Luis Marín Muñiz, CV
Dra. Susana López Cuenca, ITSZ
Dr. José de Jesús Ibarra Montalvo, ITSZ
Dr. Abel García Barrientos, UASLP
Dr. José Jasson Flores Prieto, CENIDET
Dr. Jesús P. Xamán Villaseñor, CENIDET
Dr. Andrés Blanco Ortega, CENIDET
Dr. Noé Alejandro Castro Sánchez, CENIDET
Dr. Sergio Aurelio Zamora Castro, UV
Dr. Javier Esquer Peralta, UNISON
Dr. Juan Carlos Gonzalez Hernández, ITM
Dr. Marco Tulio Gallo Estrada, UACH
Dr. Heriberto Esteban Benito, ITSNa
Dra. María Victoria Carreras Cruz, UP
Dr. Gustavo Martínez Castellanos, ITSM
Dr. Gregorio Fernández Lambert, ITSM
Dr. Arturo Cabrera Hernández, ITSM
Dr. Luis Mejía Macario, ITSM
Dr. Eddy Sánchez de la Cruz, ITSM
M.I.A. Roberto Ángel Meléndez Armenta, ITSM
M.I.A. Luis Enrique García Santamaria, ITSM
M.I. Daniel Aguayo Siqueiros, ITSM
M.I.M. Jorge Roa Díaz, ITSM
M.C.Vladimir Zagoya Juarez, ITSM



Contenido

Simulación con Witness y Lean Thinking para Incrementar Indicadores de desempeño en una célula de manufactura _____ 03
N.I. Escobar Pantoja, Instituto Tecnológico de Orizaba, M.J. Oliveros Colay, Universidad de Zaragoza, España; G. Cortés Robles, G. Cabrera Zepeda, Instituto Tecnológico de Orizaba

Metodología TRIZ para el rediseño de una Peletizadora de diferentes tipos de biomasa_ 11
Jorge Guzmán Herrera; David Rodolfo García Moreno; Liliana Monserrat García Méndez Instituto Tecnológico Superior de Perote; Saúl Santiago Cruz, Instituto Tecnológico Superior de Misantla

Análisis de la Logística y Cadena de Suministro en caso de contingencias _____ 18
Cesar Armando Nieves Bonilla; Rodolfo Torres Acosta; Edith Dalile Aguilar Rojano, Instituto Tecnológico Superior de Atlixco

Diagnóstico de riesgos potenciales en el proceso del galvanizado por inmersión en caliente de varilla de acero mediante AMEF _____ 26
José Valente Díaz Fernández; Saúl Santiago Cruz, Instituto Tecnológico Superior de Misantla

Diseño de instrumento para la medición de esfuerzo en espejo vaginal desechable ____ 36
Fabiola Olvera Torres; Salvador Flores Téllez; David Méndez Amaro; Lizzeth Hernández Carnalla, Instituto Tecnológico Superior de Atlixco

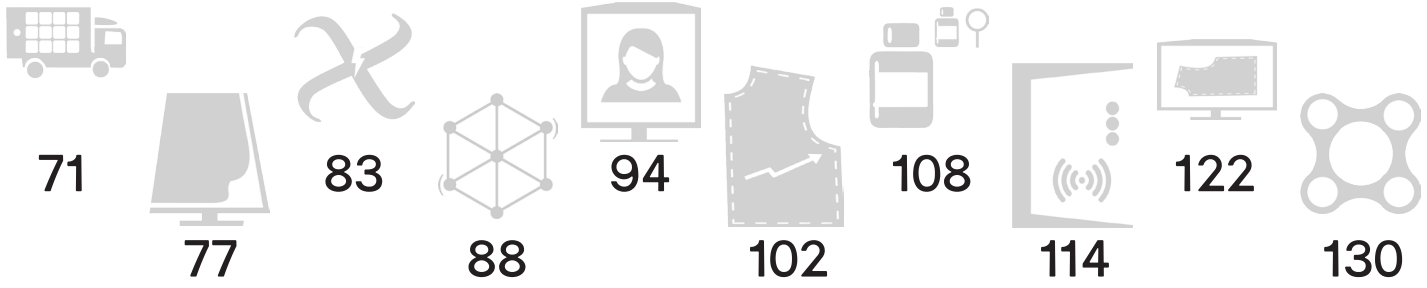
Impacto de MTS soluciones industriales en las pequeñas empresas _____ 42
Tomás Edison Pérez Cruz; Luis Mario Corona Cantorán; Enrique Estrada Zecua; Edith Dalile Aguilar Rojano; Laura Vives Carbajal, Instituto Tecnológico Superior de Atlixco

Efecto de las fluctuaciones del nivel de Aguas Freáticas en las Cimentaciones de las obras de Ingeniería Civil _____ 47
Laura Inés Mendoza González; Sergio Aurelio Zamora Castro; Rolando Salgado Estrada, Universidad Veracruzana

Obtención de pectina a partir de las cáscaras de plátano para su aprovechamiento ___ 52
Ramos Perfecto Valentina; Hidalgo Cortés Marisol; Torres González Adrián, Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla

Estimación de emisiones de GEI de la subcategoría agrícola en el estado de Durango mediante IPCC versión 1996 _____ 58
Manuel Ismael Mata Escobedo; Darío Cisneros Arreola; Merit Cisneros González, Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana

Efecto repelente a base de aceites esenciales (Cymbopogon citratus Stapf), (Lavándula angustifolia) y (Chenopodium glaucum) sobre Aedes aegypti _____ 64
Lizzeth Hernández Carnalla; Irving Leonel Pérez Morales; David Méndez Amaro; Fabiola Olvera Torres Instituto Tecnológico Superior de Atlixco



Arquitectura de un Sistema Integral Web Móvil para el Transporte y Distribución de Productos en MyPE _____ 71
Ángel Salas Martínez; Sofía Isabel Fernández Gregorio, Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre; Luis Alberto Morales Rosales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Relación del espesor de una película P3HT:PCBM con su resistencia característica en estructura fotovoltaica _____ 77
Mario Espinosa Tlaxcaltecatl; Jacob Javier Vásquez Sanjuan, Universidad Politécnica de Puebla; Svetlana Mansurova, Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; Irma Lucio Hernandez, Universidad Politécnica de Puebla

Generación de corriente alterna por medio de una turbina eólica _____ 83
Luis Manuel Valverde Cedillo; Claudio López García; Armando Reyes Cedillo, Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco; Lucila Herrera Reyes, Centro Universitario UAEM Valle de Chalco

Desarrollo de un controlador PID aplicado a la reducción de vibraciones en estructura __ 88
Olguin-Camacho J. Ochoa-García L. A. Ventura-Cruz I. Instituto Tecnológico Superior de Huichapan

Reconocimiento facial aplicado a plataforma web para la búsqueda de personas desaparecidas _____ 94
Cecilia Irene Loeza Mejía, Instituto de Estudios Universitarios; Arnulfo Gamaliel Hernández González, Instituto Tecnológico Superior de Misantla

Impacto de un sistema de gestión de producción, para aumentar competitividad en la industria textil _____ 102
Liliana Ivette Arcos Perdomo; Emmanuel Vázquez Benito, Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

Utilización de inteligencia artificial y servicios cognitivos en el desarrollo de un prototipo de solución para la búsqueda de medicamentos _____ 108
Espinoza Galicia Carlos Arturo; Ángeles Hernández Anahi; Mendoza Trejo Juan José; Morales Ramírez Esmeralda, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan

Prototipo de solución basada en IoT para el control de entradas y salidas de Alumnos de educación básica del estado de Hidalgo _____ 114
Espinoza Galicia Carlos Arturo; Gómez López Williams; Reyes López Rubén Omar, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan

Sistema de información, una propuesta para mejorar el proceso de revisión de calidad en la industria de la confección _____ 122
María Eugenia Carreón Romero; Laura Carreón Romero; Jorge Rivera Flores, Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

Sistema administrativo de nodos para el soporte técnico y mantenimiento de redes____ 130
Isaac Neftali Molina Cepeda; Marlene Luna Garcia; Lilia Margarita Mena Castillo; Rolando Flores Sigala, Instituto Tecnológico Superior de Nuevo Casas Grandes

Calidad y Sistemas de Manufactura

Ingeniantes

Simulación con Witness y Lean Thinking para incrementar indicadores de desempeño en una célula de manufactura

Colaboración
N.I. Escobar Pantoja; Instituto Tecnológico de Orizaba; M.J. Oliveros Colay, Universidad de Zaragoza, España; G. Cortés Robles, G. Cabrera Zepeda, Instituto Tecnológico de Orizaba

RESUMEN: Se generaron y evaluaron diferentes condiciones de trabajo con el software Witness. El principal objetivo fue lograr la estandarización de operaciones para el mejoramiento en los Indicadores de Desempeño de Productividad en una empresa de clase mundial orientada a la fabricación de tijeras de mano para jardinería, agricultura, paisajismo y poda de tipo profesional, para su posterior exportación.

La metodología desarrollada para el presente estudio se fundamenta en los cinco principios lean que direccionan el trabajo para la obtención de las condicionantes de mayor trascendencia en el contexto industrial; técnicas como el diagrama de flujo de proceso, la hoja combinada de trabajo estándar y la determinación de takt time posibilitaron dicha labor.

El trabajo proporciona como alternativa para el mejoramiento de los Indicadores de Desempeño la redistribución en la célula de manufactura, la secuencia de trabajo estandarizada y la cantidad especifica de piezas a producir en cada ciclo de trabajo. Con estas mejoras se logra obtener un beneficio en la producción del 48.25%.

PALABRAS CLAVE: Indicadores de Desempeño, Lean Thinking, Manufactura Celular, Simulación con Witness.

ABSTRACT: Different working conditions were generated and evaluated with the Witness software. The main objective was to achieve the standardization of operations and the improvement in Productivity Performance Indicators in a world class company related to the manufacture of hand scissors for gardening, agriculture, landscaping and professional pruning, to being exported.

The developed methodology for this study is based on the five Lean principles that direct the work to obtain the most relevant conditions in the industrial context; Techniques such as the process flow diagram, the combined standard work sheet and the estimation of takt time made this work possible.

This study provides as an alternative for the improvement of the Performance Indicators the redistribution of the manufacturing cell, the standardized work sequence and the specific amount of pieces to producing in each work cycle. With these improvements, a profit of 48.25% is obtained in the production.

KEYWORDS: Performance Indicators, Lean Thinking, Manufacturing Cell, Simulation with Witness.

INTRODUCCIÓN

El concepto y percepción que hoy en día se tiene acerca de los indicadores de desempeño tiene su origen a la par de los cambios y evolución que con el paso de los años han enfrentado las empresas. Pensadores de la categoría de Brian H. Maskell, Robert S. Kaplan y Thomas G. Gunn, han gestionado nuevas alternativas ante los retos y dinamismo organizacional contemporáneo.

Para contextualizar y abordar a los indicadores de desempeño es indispensable identificar su razón de ser: la productividad. El concepto de productividad tiene diferentes enfoques a partir del área, profesión u oficio en cuestión. Sin embargo, a pesar de todos estos rasgos excluyentes y diferenciadores, hoy en día la productividad para un sistema se define como "la relación que existe entre las salidas y las entradas del sistema en un periodo de tiempo definido" (Bateman & Snell, 2009). Con el pasode los años la productividad ha tenido la siguiente evolución (Ramírez, H.M., 1992):

- **Siglo XIX:** las empresas pretendían producir una gran cantidad de productos.
- **Año 1920-1970:** las empresas pretendían producir una gran cantidad de productos empleando pocos recursos.
- **Año 1970-1986:** se buscaba producir una gran cantidad de productos, utilizando pocos recursos y satisfaciendo la necesidad del cliente.
- **Año 1986-1995:** Se producía una gran cantidad de productos, con pocos recursos, que satisfagan al cliente y con el menor tiempo de entrega.
- **Año 1995-Actualidad:** se busca implantar una filosofía de mejora continua que permita producir una gran cantidad de productos, con pocos recursos, que satisfagan al cliente y con el menor tiempo de entrega.

La filosofía de trabajo de Lean Thinking y la simulación asistida por computadora son dos de las alternativas más utilizadas por las empresas dedicadas a la producción de bienes. "El pensamiento Lean se refiere a la -producción ajustada- y la persecución de una mejora del sistema de fabricación. Lean es una palabra inglesa que aplicada a un sistema productivo significa "ágil, flexible" y capaz de adaptarse a las necesidades del cliente" (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010). Womack & Jones, (2012) establecieron los cinco principios fundamentales de Lean thinking entre los que se encuentra: la creación de valor, eliminación de mudas, crear un flujo continuo, producir de acuerdo con la velocidad del cliente (pull) y trabajar con la mejora continua.

Por otra parte, Witness, desarrollado por Lanner Witness Group Ltd., permite construir modelos complejos de forma sencilla y ofrece todas las herramientas para representar una multitud de sistemas reales. La simulación complementa adecuadamente el contexto en el cual se sitúa la filosofía Lean debido a que permite explorar diferentes posibilidades, "Una de las principales ventajas es que una vez que se ha construido un modelo de simulación válido, se pueden explorar nuevas políticas, procedimientos de operación, o métodos sin el gasto e interrupción que implicaría experimentar con el sistema real" (Ojeda, 2017).

En el trabajo realizado por (Machín, 2010) se desarrolló una metodología de Dirección de Proyectos para la implantación Lean en el sector sanitario. La aportación más relevante reside en presentar, y validar mediante una aplicación práctica, un modelo Lean para organizaciones sanitarias en donde se identifica un sexto principio Lean: las personas. Se justifica la importancia del factor humano en la cultura Lean ya que múltiples técnicas evidencian su importancia entre las que destaca: shojinka, células de trabajo y kaizen. En 2015, Prieto Renda elaboró una metodología para la integración de la simulación con Lean Manufacturing con la cual se tuvo por objetivo "*evaluar la toma de decisiones sin tener que realizar inversiones elevadas y garantizar con un margen de error pequeño los resultados ante los diferentes escenarios planteados*".

La célula de afilado y biselado donde se realiza el estudio se dedica a producir herramientas de alta calidad orientada a la fabricación de tijeras de mano para jardinería, agricultura, paisajismo y poda de tipo profesional, para su posterior exportación al mercado de Estados Unidos. La baja productividad en esta estación de trabajo ha llevado a la empresa a buscar la raíz del problema apoyada de una herramienta informática capaz de cuantificar Indicadores de Desempeño. Desafortunadamente, la empresa no ha perfeccionado la filosofía Lean y le resulta imposible poder evaluar de manera anticipada los resultados que traerá consigo una nueva forma de trabajo.

MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología desarrollada para el presente estudio se fundamenta en los cinco principios lean que direccionan el trabajo para la obtención de las condicionantes de mayor trascendencia en el contexto de la industria manufacturera.

1. Creación de valor: La célula de afilado y biselado posee una ubicación fundamental en el proceso de producción de la tijera ya que antecede al último de todos los procesos requiriendo que su tiempo de procesamiento sea lo más rápido posible para satisfacer la demanda del cliente interno. Además, este es un proceso exclusivo para una de las dos partes que conforman la tijera, la hoja, por lo cual, se debe lograr que en el proceso de ensamble se disponga tanto de hoja como de gancho para poder unir la tijera (Figura 1).

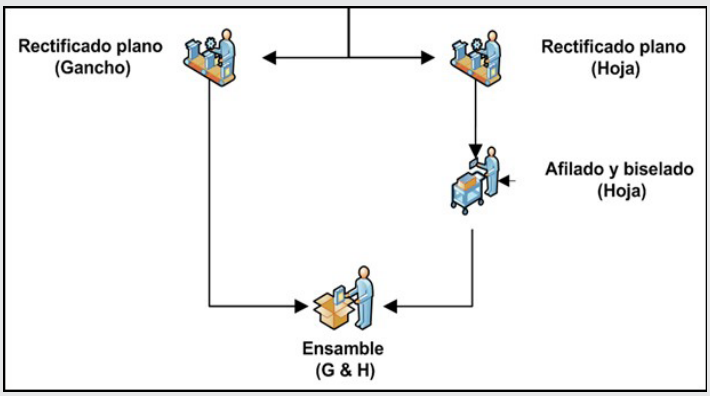


Figura 1. Ubicación de la célula de manufactura

A su vez, el proceso para el afilado y biselado de la hoja se conforma de cuatro procesos de transformación que bien, representan la creación de valor dada tanto por el cliente interno como externo, es decir, por la que el cliente está dispuesto a pagar:

a) Colocación del amortiguador.
b) Impresión de sello.
c) Afilado y biselado.
d) Sumersión de pieza en aceite.

2. Eliminación de mudas: entre los procesos de transformación, se requiere todo tipo de actividades que permitan la entrada y salida de piezas del sistema, así como su abastecimiento y transporte. Afilado y biselado dispone de un solo operador el cual realiza en su mayoría procesos de transformación de tipo manual y el resto son realizados automáticamente por los equipos de procesamiento. Para la comprensión de actividades, se estandariza en la mayor medida la secuencia de trabajo pese que las actividades se realizan a partir del primer proceso que concluye su ciclo de trabajo.

Del total de mudas o desperdicios establecidos por la filosofía lean, la primera área de oportunidad surge con la sobreproducción de piezas que entran a la célula de manufactura, ya que esta cantidad no se encuentra estandarizada y en la mayor parte de las veces excede la demanda requerida por el proceso más lento de toda la célula de manufactura: afilado y biselado (Figura 2).

	Descripción de los eventos	Nombre	Símbolo
1	Se coloca el amortiguador a tres hojas.	Operación	
2	Desplazamiento a uno de los dos equipos de afilado de hoja.	Transporte	

Figura 2. Diagrama de flujo de operaciones (Parte 1)

La segunda área de oportunidad se relaciona con la generación de inventario generado en la actividad número tres y que tiene estrecha relación con los movimientos y transporte adicional que realiza el operador (Figura 3 y 4).

Finalmente, la tercera área de oportunidad se relaciona con el tiempo de espera originado en la actividad número ocho, donde por lo regular, el operador se anticipa a un equipo de afilado y se retrasa al otro (Figura 5).

3	Si el equipo de afilado todavía no concluye su ciclo de procesamiento, se almacena la materia prima.	Almacenamiento	
4	Cuando uno de los dos equipos de afilado concluye su ciclo, se retira la pieza del lote anterior y se supervisa su filo.	Inspección	

Figura 3. Diagrama de flujo de proceso (Parte 2)

3	Si el equipo de afilado todavía no concluye su ciclo de procesamiento, se almacena la materia prima.	Almacenamiento	
4	Cuando uno de los dos equipos de afilado concluye su ciclo, se retira la pieza del lote anterior y se supervisa su filo.	Inspección	

Figura 4. Diagrama de flujo de operaciones (Parte 3)

8	Espera del término del ciclo de procesamiento.	Demora	
9	Se retira la pieza del lote anterior y se supervisa su filo.	Inspección	
10	Se introduce la segunda hoja al equipo de afilado	Operación	
11	Procesamiento del afilado de hoja.	Operación combinada	
12	Desplazamiento para la impresión de sello láser	Transporte	
13	Se limpia la superficie donde se colocará el sello a la primer hoja.	Operación	
14	Se coloca la impresión de sello.	Operación combinada	
15	Se limpia la superficie donde se colocará el sello a la segunda hoja.	Operación	
16	Se coloca la impresión de sello.	Operación combinada	
17	Desplazamiento a la actividad del amortiguador para iniciar otro ciclo de trabajo.	Transporte	

Figura 5. Diagrama de flujo de operaciones (Parte 4

3. Creación de flujo continuo: Durante décadas se creyó que el porcentaje de ocupación del colaborador reflejaba la situación de la empresa lo bien que se estaban haciendo las cosas. Hoy en día, más que mantener al colaborador ocupado la mayor parte del tiempo, es prioridad que el proceso se encuentre con el flujo lo más continuo posible. Se presenta una Hoja Combinada de Trabajo Estándar, con la finalidad de distribuir eficientemente las actividades a partir del tiempo de ciclo de cada proceso y lograr aumentar los Indicadores de Desempeño para cada uno de ellos (Figura 6).

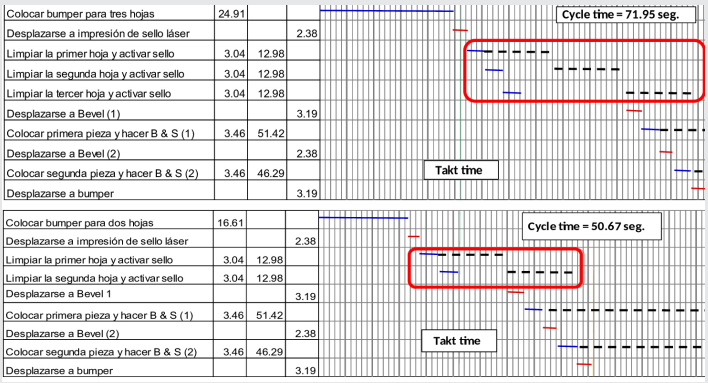


Figura 6. Hoja Combinada de Trabajo Estándar

Con la Hoja Combinada de Trabajo Estándar se pudieron establecer las siguientes alternativas de solución:

- Redistribuir la ubicación de los equipos de tal forma que la colocación del amortiguador (actividad manual) y la impresión de sello (actividad automática) que poseen los tiempos más similares, puedan realizarse como actividades en paralelo sin la necesidad de desplazamiento por parte del colaborador.
- Con la nueva redistribución de los equipos la secuencia de trabajo se estandariza iniciando con la colocación del amortiguador a la par de la impresión de sello, a continuación, el operador se desplaza a la afiladora con la menor distancia, posteriormente se traslada a la segunda afiladora y por último introduce las piezas en aceite y se encuentra listo para reiniciar con el ciclo de trabajo.
- La cantidad de piezas a realizar en cada proceso depende del proceso de arranque y estabilización. Solamente en el arranque del turno de trabajo, el colaborador procesará tres hojas alternándolas entre el proceso del amortiguador y la impresión del sello; sin embargo, cuando coloque la tercera pieza en el sello, esta se quedará realizando su procesamiento automático mientras él con las dos piezas restantes continúa con la secuencia de trabajo previamente establecida. Según la Hoja Combinada, el primer ciclo requerirá 71.95 seg. Al iniciar el segundo ciclo de trabajo y para el resto de ellos, únicamente se procesan y alternan dos piezas entre los procesos del amortiguador e impresión de sello, además, cuando active el sello de la segunda pieza, esta se quedará procesando mientras el operador continúa con su secuencia de trabajo trasladando la pieza que acaba de salir y la que quedaba del ciclo de trabajo anterior.

4. Producir con la velocidad del cliente (pull): Para establecer un sistema de producción pull en donde se produzca a partir de la demanda del cliente, se dispone de un formato que contiene el total de horas presencia pagadas (28,800) menos el total de paros programados (3,000). El resultado de la resta anterior se divide entre la cantidad de piezas solicitadas por el cliente (992) y de este modo se obtiene el takt time o velocidad con la que se debe producir para satisfacerlo. El ritmo de producción contabilizado es de una pieza cada 26.01 segundos (Tabla 1).

Tabla 1. Takt time

Descripción	TURNO 1	
Horarios	**06:00-14:00 hrs.**	
Horas Presencia (Tiempo pagado en Seg.)	28,800	
Paros programados (segundos):		
Comida	1800	
5´s	900	
Cambio de turno	300	
Total de paros programados:	3000	
Tiempo diario total disponible:	25,800	
REQUERIMIENTO DÍARIO	**(B) 992**	**Pzas/Día**
TAKT TIME (A/B)	**(C) *26.01***	**Seg/Pieza**

TIEMPO TOTAL DE CICLO	**(D)**	**292.97**	**Segundos**
CANTIDAD DE OPERADORES	**(D/C)**	**11.26**	**Operadores**
PZS POR HORA REQUERIDAS		**138**	**Piezas/Hrs**

La importancia de realizar una producción a partir de la demanda del cliente radica en la ausencia de las mudas en la célula de manufactura ya que evitará entre principalmente una sobreproducción, la generación de inventario, el transporte, los movimientos y los tiempos de espera. El cálculo de este indicador es indispensable para saber en qué momento se está produciendo más de lo solicitado por el cliente, pero también, para identificar cuando no se está cumpliendo con la cantidad de producción requerida

5. Mejora continua: Las alternativas y modificaciones propuestas en la Hoja Combinada fueron simuladas en el software Witness. La lógica general de construir modelos en Witness inicia con la generación, agrupación, separación, almacenamiento, circulación, etc., de entidades. A continuación, se emplean reglas para que, a partir de actividades, colas y caminos, las entidades puedan controlar y gobernar su flujo. Finalmente, se utilizan acciones para determinar el momento de realizar un cambio que permita alterar el estado de los elementos. El modelo simulado para la célula de manufactura es el siguiente (Figura 7).

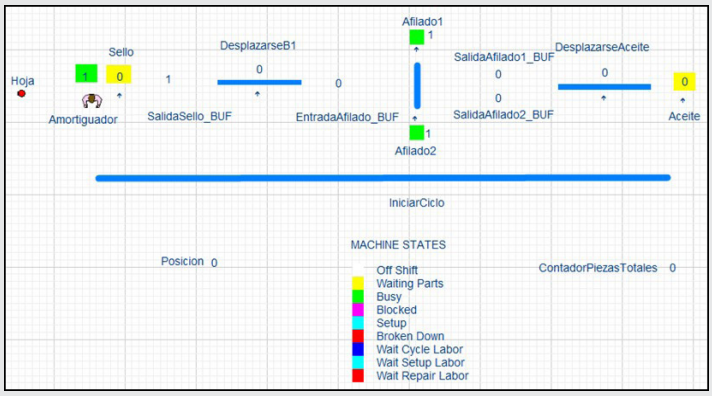


Figura 7. Modelo de simulación en Witness

Con el asesoramiento de los expertos de la empresa, se optó por realizar las modificaciones pertinentes para evaluar la alternativa de solución y sus dos posibles escenarios (Tabla 2).

Tabla 2. Datos descriptivos de la variable humedad.

ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN	**Reemplazar al operador durante la media hora de comida.** **Redistribución de la célula de manufactura.** **Definir secuencia de trabajo.** **Definir cantidad de piezas a procesar.**
ESCENARIO 1	**Reducir en dos segundos el tiempo de procesamiento para la máquina 1 de afilado.**
ESCENARIO 2	**Aumentar en uno o más, el número de piezas que se procesan.**

Durante la simulación, "Mary" es la encargada de abastecer y realizar el procesamiento manual de toda la célula de trabajo. El recurso Mary, inicia su ciclo de trabajo colocando manualmente el amortiguador a dos "hoja" y alternándolo con la limpieza de la superficie donde se coloca la impresión automática del sello. Posteriormente, se desplaza para depositar la primera hoja en la afiladora más cercana y la otra hoja en la afiladora restante. Finalmente, se vuelve a desplazar para sumergir la pieza en aceite y de este modo vuelve a reiniciar el ciclo. El color en cada uno de los procesos refleja el estado de la maquina en que se encuentra.

Las reglas de entrada y salida, push-pull, permiten controlar el flujo de las piezas a lo largo de la célula de afilado y biselado. Cuando se utiliza push como regla de salida de un proceso, la regla de entrada del siguiente deberá ser wait; por su parte, cuando se utiliza como regla de entrada pull, la regla de salida de la maquina anterior será wait. Para la mayor cantidad de procesos se emplearon máquinas de tipo "ciclo múltiple" para diferenciar y controlar tanto las actividades que debe realizar Mary y las que son realizadas por la máquina, así como diferenciar las actividades que Agregan Valor (AV) y las que No Agregan Valor (NAV).

La lógica al simular a Mary fue a partir de una variable entera llamada "posición" con la cual se solicita al recurso en cada una de las actividades que requieran de él. Se empleó para la variable posición una numeración del 1 al 7 para categorizar de la primera a la última actividad que realiza Mary durante un ciclo de operaciones. Se empleó otra variable entera en las "acciones al empezar el ciclo" de los procesos que sirve de contador (Contador Amortiguador = Contador Amortiguador + 1) para que después de la cantidad de hojas requeridas (Contador Amortiguador = 2), se pueda reiniciar el contador (Contador Amortiguador = 0) y de este modo el recurso se pueda liberar a la siguiente actividad y quedar listo para reiniciar el próximo ciclo de trabajo (Figura 8).

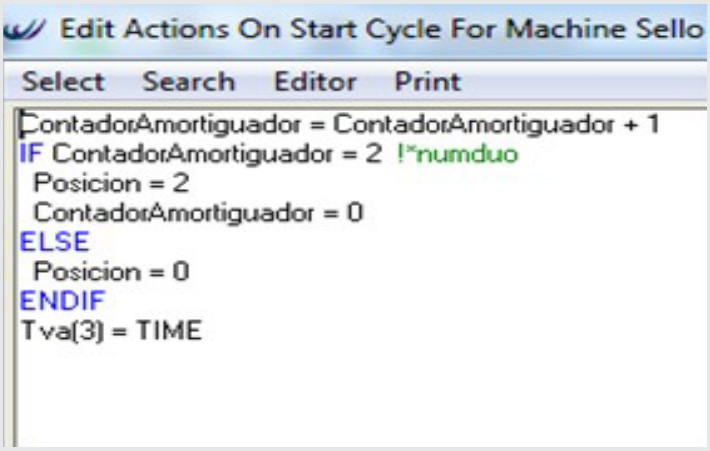


Figura 8. Lógica para la simulación del recurso Mary

Finalmente, para lograr que el modelo simulado pasara del estado de calentamiento al de estabilidad, se introdujeron piezas con la creación de variables enteras para cada uno de los procesos y lugares que se encuentran funcionando mientras Mary reinicia su ciclo (SalidaSello_BUF así como Afilado1 y Afilado2) y así, el modelo se enfocara en medir la etapa de interés. Desde el primer segundo se puede observar una pieza sobrante del ciclo anterior en la SalidaSello_BUF, así como las máquinas de Afilado1 y Afilado2 con procesamiento de piezas (Figura 7).

RESULTADOS

La elección de los siguientes indicadores de desempeños para cada una de las alternativas surge como resultado de las necesidades y prioridades manifestadas por la empresa, así como de la documentación de los diversos casos de éxito a nivel internacional. Estos indicadores se encuentran clasificados a partir de los principales elementos y procesos que conforman la célula de afilado y biselado: el operario encargado de realizar y administrar cada una de las actividades, las piezas u hojas que se encuentran en transformación y los procesos que agregan valor a la hoja como lo son la colocación del amortiguador, la impresión de sello, el afilado en máquina 1 y afilado en máquina 2.

Como bien señala la filosofía de trabajo Lean, se debe identificar qué es lo que queremos incrementar y qué queremos reducir. La relación de hojas vs operario nos demuestra que lo verdaderamente importante en un proceso cuello de botella es incrementar la produc-

ción ya que el porcentaje de ocupación del operario es codependiente de realizar actividades con VA y NVA (Tabla 3).

Tabla 3. Indicadores de Desempeño (Condición inicial vs alternativa)

INDICADOR DE DESEMPEÑO	CONDICIONES INICIALES		ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN	
	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA
OPERARIO				
Ocupación	7.34	Horas	7.25	Horas
Ocupación	95.80	%	94.56	%
Tiempo de espera	4.20	%	5.44	%
Cantidad de ciclos	482	Veces	467	Veces
Tiempo promedio de ciclo	54.86	Segundos	55.89	Segundos
Tiempo de transporte	2.18	Horas	1.78	Horas
Tiempo de transporte	28.49	%	23.25	%
PIEZAS (HOJAS)				
Producción total	630.00	Piezas	934.00	Piezas
Tiempo de VA	33.21	%	54.11	%
Tiempo de NVA	66.79	%	45.89	%
Promedio de permanencia en el proceso	168.97	Segundos	136.83	Segundos
AMORTIGUADOR				
Ocupación de Búmper	1.48	Horas	2.24	Horas
Ocupación de Búmper	19.25	%	29.2	%
Producción	630	Piezas	934	Piezas
SELLO				
Limpiar hojas	7.79	%	13.22	%
Ocupación de sello	2.25553	Horas	3.37257	Horas
Ocupación de sello	29.42	%	43.99	%
AFILADO (MÁQUINA 1)				
Ocupación en màquina	57.07	%	87.99	%
Producción	315	Piezas	467	Piezas
AFILADO (MÁQUINA 2)				
Ocupación en máquina	52.50	%	77.83	%
Producción	315	Piezas	467	Piezas
SUMERSIÓN EN ACEITE				
Ocupación	4.13	%	6.13	%
Producción	315	Piezas	467	Piezas

Para las condiciones iniciales se puede corroborar que el elevado porcentaje de ocupación del operador y su baja producción se debe a la cantidad de ciclos que debe realizar. Con la alternativa de solución, el operario dispone de una efectiva redistribución de la célula de manufactura, cuenta con una secuencia de trabajo definida y la cantidad de piezas que necesita procesar en cada proceso originando una reducción en las actividades con NVA como lo es el tiempo de transporte para ir de un proceso a otro. Con la alternativa de solución se logra incrementar la producción en 304 piezas equivalente al 48.25% respecto a las condiciones iniciales de la célula de afilado y biselado.

Por su parte, en el escenario 1 se logra un aumento de 16 tijeras equivalentes al 1.71% respecto a la alternativa de solución. La posibilidad de aumentar en uno o más, la cantidad de piezas que se procesan (escenario 2) resulta ser contraproducente al aumentar la ocupación del operario al concentrarse en mayor medida a la colocación del amortiguador y sello, pero descuidando el resto de los procesos ocasionando una pérdida en la producción del 15.85% respecto a la alternativa de solución (Tabla 4 y 5).

Tabla 4. Indicadores de Desempeño para los dos escenarios propuestos (Parte 1)

INDICADOR DE DESEMPEÑO	ESCENARIO 1		ESCENARIO 2	
	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA
OPERARIO				
Ocupación	7.37	Horas	7.46	Horas
Ocupación	96.14	%	97.27	%
Tiempo de espera	3.86	%	2.73	%
Cantidad de ciclos	475	Veces	393	Veces
Tiempo promedio de ciclo	55.86	Segundos	68.31	Segundos
Tiempo de transporte	1.81	Horas	1.50	Horas
Tiempo de transporte	23.64	%	19.51	%
PIEZAS (HOJAS)				
Producción total	950.00	Piezas	786.00	Piezas
Tiempo de VA	54.3111	%	1.85974	%
Tiempo de NVA	45.6889	%	98.1403	%
Promedio de permanencia en el proceso	134.793	Segundos	3936.45	Segundos

Tabla 5. Indicadores de Desempeño para los dos escenarios propuestos (Parte 2).

AMORTIGUADOR				
Ocupación de Búmper	2.30	Horas	2.66	Horas
Ocupación de Búmper	29.47	%	34.645	%
Producción	950	Piezas	1180	Piezas
SELLO				
Limpiar hojas	13.49	%	18.67	%
Ocupación de sello	3.43083	Horas	4.2596	Horas
Ocupación de sello	44.75	%	55.56	%
AFILADO (MÁQUINA 1)				
Ocupación en màquina	87.05	%	71.20	%
Producción	475	Piezas	393	Piezas
AFILADO (MÁQUINA 2)				
Ocupación en máquina	79.17	%	65.50	%
Producción	475	Piezas	393	Piezas
SUMERSIÓN EN ACEITE				
Ocupación	6.24	%	5.16	%
Producción	475	Piezas	393	Piezas

Del tiempo promedio que el operario tarda en realizar un ciclo de trabajo, se puede obtener el tiempo de entrega al cliente (para la siguiente celda de trabajo). Al procesar dos piezas por cada ciclo de trabajo, el valor para cada pieza resulta de dividir la cantidad total entre dos. Así mismo, el tiempo de VA para la hoja pasó de un 33.21% de las condiciones iniciales a un 51.31% con la implementación del escenario 1.

CONCLUSIONES

La implementación de los cinco principios fundamentales de Lean Thinking forman parte de las directrices que rigen a las empresas contemporáneas de Clase Mundial. Con el desarrollo de los cinco principios se tuvo una idea completamente lucida de los pasos y actividades a desarrollar para el logro de los objetivos planteados inicialmente.

Con el trabajo realizado, fue posible obtener un diagnostico respecto a los motivos que ocasionaban una obtención de Indicadores de Desempeño de la Productividad tan bajos. Así mismo, se propuso una alternativa de solución para incrementar en un 48.25% la producción de piezas sustentada principalmente en una correcta secuencia de trabajo, la cantidad de piezas a ser procesadas en cada uno de los procesos y en la redistribución de los procesos que conforman la célula de afilado y biselado.

Entre las principales funcionalidades de Witness destaca su estructura jerárquica y modular, un ambiente amigable e interactivo, un potente conjunto de operaciones de control y lógica, extensas entradas e informes estadísticos, así como enlaces de entrada y salida directos a hojas de cálculo, formatos XML, informes HTML, aplicaciones CAD, etc. En contrapartida, el principal reto que enfrenta el programador es el conocimiento lógico requerido para el establecimiento de reglas y acciones que constituyan al modelo.

Se comprueba que con la alternativa de solución es posible incrementar los porcentajes de ocupación de los procesos para la colocación del amortiguador, impresión de sello, las dos afiladoras y la sumersión en aceite. Con el escenario 1 se demuestra que reducir en dos segundos el tiempo de procesamiento de la afiladora 1 permitirá mejorar aún más cada uno de los indicadores de desempeño, mientras que, intentar aumentar el tamaño de lote propuesto en el escenario 2 resulta contraproducente tomando como base los valores obtenidos de la alternativa de solución.

Las técnicas y herramientas aplicadas acorde a los principios lean como lo fue el diagrama de flujo de proceso, la Hoja Combinada de Trabajo Estándar, la simulación y el establecimiento de Indicadores de Desempeño de la Productividad, proporcionaron para el contexto empresarial actual, la enorme utilidad que representan para la construcción de áreas de oportunidad y éxito en los procesos de producción de la industria moderna.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Bateman, T., & Snell, S. (2009). Administración: Liderazgo y colaboración en un mundo competitivo . México: Mc Graw Will.

[2] David , E., & Taha, H. (2008). Simulation of Industrial Systems; Discrete event simulation using Excel/VBA. EE.UU.: Anerbach Publications.

[3] Félez Blasco, A., & Oliveros Colay , M. (2014). Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos. Zaragoza: Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial.

[4] Ltd, L. G. (2016). Learning Witness book one. Reino Unido: Manufacturing Performance.

[5] Ltd, L. G. (2016). Learning Witness book two. Reino Unido: Manufacturing Performance.

[6] chín, I. M. (2010). Aplicación de la metodología de Dirección de Proyectos para la implantación de Lean en el sector sanitario . España: Universidad de la Rioja.

[7] Rajadell Carreras, M., & Sánchez García, J. (2010). LEAN MANUFACTURING La evidencia de una necesidad. España: Díaz de Santos.

[8] Ramírez, H. M. (1992). Productividad en la manufactura e impacto de ciertos indicadores de desempeño. Nuevo Leon: Facultad de Ingeniería Mecánica y eléctrica.

[9] Womack, J., & Jones, D. (2012). Lean Thinking. Barcelona, España: Gestión 2000.

Calidad
y
Sistemas de
Manufactura
Ingeniantes

Metodología TRIZ para el rediseño de una Peletizadora de diferentes tipos de biomasa

Colaboración

Jorge Guzmán Herrera; David Rodolfo García Moreno; Liliana Monserrat García Méndez Instituto Tecnológico Superior de Perote; Saúl Santiago Cruz, Instituto Tecnológico Superior de Misantla

RESUMEN: En la actualidad se encuentran en el mercado diversos equipos para la fabricación de pellets, sin embargo, están diseñados para un tipo específico de biomasa. Por lo que en este proyecto se diseña un prototipo de Peletizadora que utilice diferentes tipos de biomasa con base en la metodología TRIZ (Tieoriya Riesheniya Izobrietatielskij Zadach), la cual, permite una solución a los problemas de inventiva a través de una serie de pasos presentes en la mayoría de las invenciones, aplicables a cualquier nueva invención [1]. Identificando de esta manera se debe modificar el sistema de matriz plana giratoria a una matriz plana estática más gruesa, conteniendo de esta forma los moldes del pellet de tamaño óptimo, con un mecanismo de desplazamiento lineal vertical de cilindros que ejerzan presión sobre el material comprimiéndolo, accionado por un actuador neumático que introduzca el material de biomasa en orificios cónicos en el inicio y cilíndricos en el complemento del molde, de esta forma se controla por medio de sensores el inicio y final de carrera del actuador que deberá contener el prototipo de peletizadora una vez que sea construida.

PALABRAS CLAVE: Metodología TRIZ, Prototipo, Pellets, Biomasa, Poder Calorifico.

ABSTRACT: At the present time they are in the market diverse equipment for the manufacture of pellets, nevertheless, they are designed for a specific type of biomass. So in this project a prototype of pelletizer that uses different types of biomass is designed based on the methodology TRIZ (Tieoriya Riesheniya Izobrietatielskij Zadach), which allows a solution to the problems of inventiveness through a series of steps in most inventions, applicable to any new invention [1]. Identifying in this way the rotating flat matrix system must be modified to a thicker static flat matrix, thus containing the pellet molds of optimum size, with a vertical linear displacement mechanism of cylinders that exert pressure on the material compressing it, powered by a pneumatic actuator that introduces the biomass material in conical holes at the beginning and cylindrical in the complement of the mold, in this way is controlled by means of sensors the start and end of stroke of the actuator that should contain the prototype of pelletizer a Once it's built.

KEYWORDS: TRIZ Methodology, Prototype, Pellets, Biomass, Calorific Power.

INTRODUCCIÓN

En la Figura 1, según datos de la Agencia Internacional de Energía Renovables (IRENA) se tiene instalada alrededor del mundo una capacidad de generación mediante energías renovables de 1.01 TW. Así mismo, datos publicados por la misma agencia a través del documento Renewable Capacity Statistics demuestra que hasta el año 2017 se tenía una capacidad instalada de generación de energía eléctrica con fuentes renovables de 2,179 GW, la cual representa un incremento del 8.3% respecto al año anterior. [2]

Cuadro tomado de IRENA.

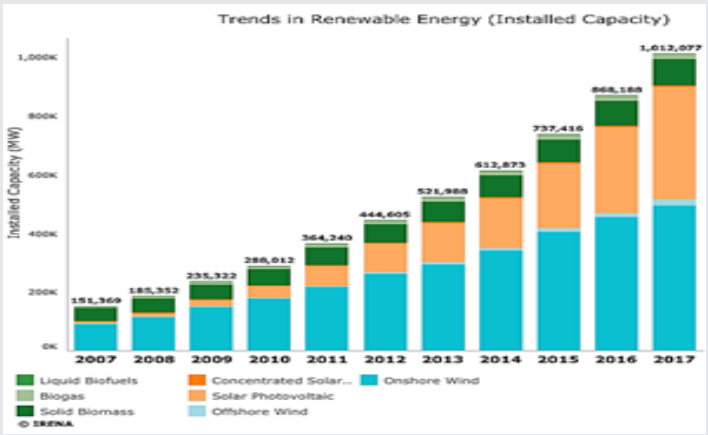


Figura 1. Capacidad de instalada de generación mediante energías renovables.

En la actualidad se buscan alternativas para la generación de energía por medio de fuentes renovables, no solo por la escasez de estos, sino por la excesiva contaminación ambiental y la existencia de gran cantidad de residuos orgánicos provenientes de procesos de aprovechamiento forestal y agrícola. El uso de biomasa, fuente de energía renovable procedente de materia orgánica y de procesos biológicos basados en la fotosíntesis, es una opción para el aprovechamiento de la energía renovable. Sin embargo, el uso de la biomasa como combustible presenta una gran cantidad de desventajas entre las que destacan principalmente la baja densidad, el difícil manejo y almacenamiento, generando un costo para los productores.

El pellet es un producto bioenergético obtenido principalmente de biomasa forestal o agrícola. Su utilización en el mercado mundial está en expansión debido a que cumple con tres pilares fundamentales: diversificación energética con independencia de los combustibles fósiles; autonomía frente a la volatilidad e incremento de los precios de los combustibles; reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. El pellet es considerado un tipo de biocombustible sólido comprimido, similar a una cápsula de madera. Al compararlo con la leña tradicional, el pellet provee posibilidades de automatización y optimización similar al petróleo, con alta eficiencia de combustión y pocos residuos [3]. En este sentido, la fácil manipulación y almacenamiento de pellets estandarizados y su alta densidad son factores claves en este mercado de expansión, además, al ser homogéneos y con bajo contenido de humedad se queman fácilmente y hacen regulable el proceso de combustión [4,5]. De la misma manera actualmente se han realizado diferentes estudios para la utilización de pellets para su utilización como biocombustibles [6,7]. Utilizando regularmente las peletizadoras actuales en el mercado como lo son las de matriz plana y matriz anular.

El estudio del poder calorífico procedente de biomasa vegetal en el Instituto Tecnológico Superior de Perote se ha visto obstaculizado por la dificultad de crear pellets para su análisis y pruebas de diversas circunstancias debido a que cada tipo de pellet requiere una densidad diferente, es por esta razón que surge la necesidad de un equipo que proporcione la conformación de pellets mediante diferentes tipos de biomasa aptos para realizar un análisis del poder calorífico de algunas biomasas de origen vegetal que se generan en la región del valle de perote.

La metodología TRIZ surge por primera vez, gracias a la visión de un desconocido ingeniero mecánico soviético, Genrich Saulovich Altshuller (1926-1998), quién laborando como analista en la oficina de registro de derechos de autor, de la marina soviética, equivalente a la oficina de patentes en otros países, analiza cientos de reportes técnicos contenidos en las solicitudes de los registros. Después de varios años, llega a la sorprendente conclusión de que existen únicamente 40 principios de inventiva, los cuales se repetían una y otra vez en los reportes que revisaba. Integrando de esta manera en un solo método, toda una serie de herramientas lógicas, basadas en el estudio de millones de patentes, por expertos, a nivel mundial, que sugieren soluciones creativas y prácticas a los problemas de Innovación Tecnológica que se enfrenten. Creando de esta manera la matriz de Altshuller o matriz de contradicciones que permiten dar solución a los problemas específicos de inventiva técnicos. [8,9]

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el diseño de esta peletizadora se emplea la metodología TRIZ, tomando en cuenta la materia prima a utilizar, el proceso de compresión y la densidad necesaria para cada tipo de biomasa.

El desarrollo de TRIZ se basa en cuatro etapas básicas que consisten en identificar primeramente nuestro problema específico de diseño, posterior a este se convierte en un problema genérico identificándolo entre las 39 contradicciones que Altshuller enlistó en esta metodología y que se presentan en todos los problemas de inventiva, el siguiente paso es relacionar en la matriz de contradicciones el problema genérico para determinar la o las soluciones genéricas que propone el modelo y por último es convertir esta solución genérica en la solución específica para el proyecto.

Problema específico

Se han analizado los dos tipos equipos que se utilizan para la fabricación de pellets, tanto de alimentos para animales como de biomasa, estos equipos son los de matriz plana y matriz anular, hallando principios generales de funcionamiento, básicamente la compresión de la materia prima sobre una superficie plana perfo-

rada, provocando su paso forzado entre estas perforaciones, generando de esta manera un aumento de densidad.

El funcionamiento de los mecanismos internos es una contradicción que genera un alto nivel de complejidad para la fabricación de componentes, ya que el costo es elevado.

Otro problema que se tiene en el desarrollo de este prototipo es la resistencia de los componentes, ya que, al utilizar materiales resistentes a la corrosión, se incrementa la complejidad al momento de la fabricación de los componentes y por lo tanto el costo.

Al fabricar elementos más robustos para incrementar la resistencia del equipo, se genera un mayor peso en el prototipo en general. Cuando el equipo funciona a una velocidad superior, la densidad generada en el pellet disminuye debido al menor acceso de materia prima en la matriz.

Figura 2. Peletizadora de matriz plana y rodillos giratorios
Fuente: Ortiz, 2008

La mayoría de los equipos utilizan matrices con perforaciones de sección transversal uniforme y única, lo que genera una sola densidad alcanzable. Sin embargo, se requiere utilizar con diferentes biomasas para realizar los respectivos análisis de poder calorífico. [10].

Definición de contradicciones técnicas (transformación a problemas genéricos).
Para resolver el problema y generar un prototipo que cumpla con las expectativas necesarias en la elaboración de pellets de biomasa residual se realizó el análisis de los mecanismos de máquinas peletizadoras de matriz anular y de matriz plana que existen actualmente obteniéndose las siguientes contradicciones. Para resolver el problema y generar un prototipo que cumpla con las expectativas necesarias en la elaboración de pellets de biomasa residual se realizó el análisis de los mecanismos de máquinas peletizadoras de matriz anular y de matriz plana que existen actualmente obteniéndose las siguientes contradicciones.

Tabla 1. Datos de la contradicción 1 para la densidad de los pellets.

Si	Requiero una mayor densidad del pellet
Entonces	Se debe aumentar la alimentación del material sobre la matriz
Pero	Disminuye la velocidad del mecanismo

Tabla 2. Datos de la contradicción 2 para la densidad de los pellets.

Si	Requiero una mayor densidad del pellet
Entonces	Se debe aumentar la presión del material alimentado sobre la matriz
Pero	Disminuye la velocidad del mecanismo

Tabla 3. Datos de la contradicción 3 para la densidad de los pellets.

Si	Requiero una mayor densidad del pellet
Entonces	Se debe aumentar la presión entre el rodillo opresor y la matriz
Pero	Aumenta la complejidad del mecanismo

Tabla 4. Datos de la contradicción para la forma y tamaño de los pellets.

Si	Requiero diferentes densidades y tamaños de pellets
Entonces	Se debe reemplazar la matriz para cada especificación
Pero	Aumenta la complejidad del mecanismo

Con el análisis anterior se relacionan los parámetros de mejora con los que empeoran generalizados de la matriz de Altshuller de la siguiente forma:

Tabla 5. Concentrado de contradicciones para análisis.

Contradicción No.	Parámetro que mejora	Parámetro que empeora
1	26. Cantidad de substancia	9. Velocidad
2	11. Tensión, Presión	9. Velocidad
3	11. Tensión, Presión	36. Complejidad de un mecanismo
4	35. Adaptabilidad	36. Complejidad de un mecanismo

Análisis y selección de principios de inventiva (solución genérica).
El análisis es desarrollado para cada una de las contradicciones.

Cuadro tomado de The innovation algorithm.

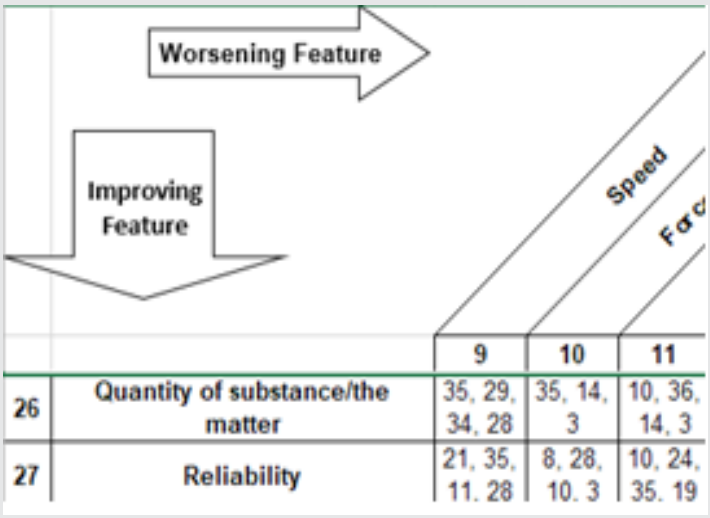


Figura 3. Matriz de contradicciones: Cantidad de sustancia contra velocidad.

Para la primera contradicción referente a la cantidad de sustancia respecto a la velocidad encontramos que debemos observar los parámetros 35, 34, 29 y 28, sin embargo, los últimos tres no generan una solución viable para el proyecto, sin embargo, el punto 35 hace referencia a la transformación de los estados Físicos y Químicos de un objeto, pudiendo ser cambiar un estado de agregación de on objeto, concentración de densidad, grado de flexibilidad o temperatura. Tomando en cuenta lo anterior se propone como solución a la contradicción el pre procesado de la biomasa en una trituradora de con posibilidad de la variación del tamaño del producto procesado.

Cuadro tomado de The innovation algorithm.

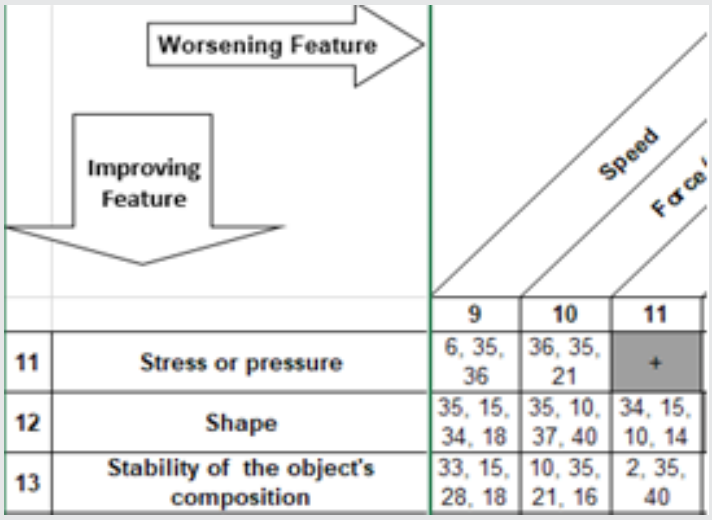


Figura 4. Matriz de contradicciones: Tensión, presión contra la velocidad.

Para la segunda contradicción acerca de la tensión o presión relacionada con la velocidad refiere a los términos 6, 35 y 36, de las cuales las últimas dos no impactan al desarrollo del prototipo, sin embargo, el parámetro 6 que hace referencia a la universalidad donde el objeto realice múltiples funciones, de esta manera se elimina la necesidad de algunos otros objetos. Se tiene como solución a esta contradicción, Implementar matrices y rodillos intercambiables para generar las densidades requeridas en los pellets.

Cuadro tomado de The innovation algorithm.

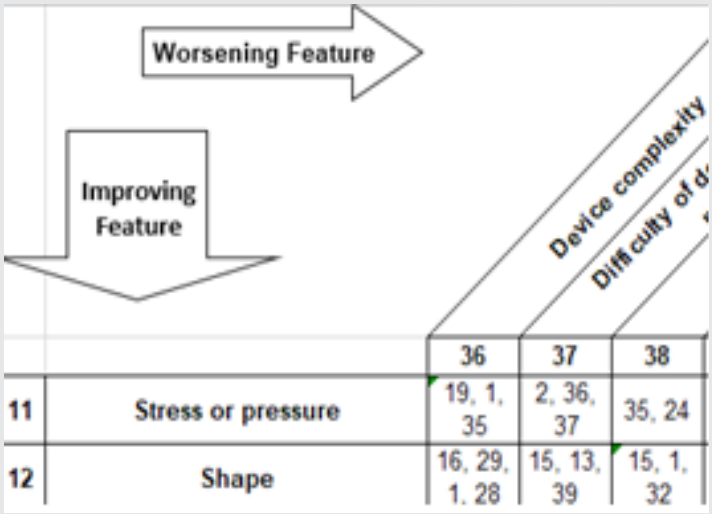
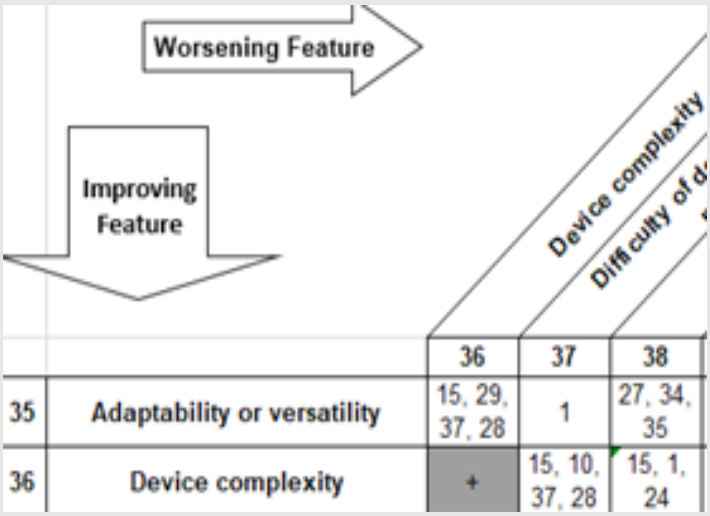


Figura 5. Matriz de contradicciones: Tensión o presión contra la complejidad del mecanismo.

Para la contradicción tres refiere a la tensión o presión contra la complejidad del dispositivo que refiere a los parámetros 1, 19 y 35, de los cuales el parámetro uno y treinta y cinco no generan una solución al proyecto, mientras que el parámetro diecinueve hace referencia a la acción periódica. En la cuales resal-

tan los puntos de remplazar una acción continua con una periódica o impulso, si una acción es periódica cambiar su frecuencia y usar pausas entre impulsos para dar una acción adicional. Mediante lo anterior se considera como solución a esta contradicción el modificar el mecanismo para generar pellets por medio de un movimiento lineal que comprima y genere una presión regulable sobre la matriz.

Cuadro tomado de The innovation algorithm.



		36	37	38
35	Adaptability or versatility	15, 29, 37, 28	1	27, 34, 35
36	Device complexity	*	15, 10, 37, 28	15, 1, 24

Figura 6. Matriz de contradicciones: adaptabilidad o versatilidad contra la complejidad del mecanismo.

La cuarta contradicción hace referencia de la relación que existe entre la adaptabilidad o versatilidad con la complejidad del mecanismo. De acuerdo con la matriz hace referencia a los parámetros 15, 28, 29 y 37, de los cuales el treinta y siete no es viable para el prototipo. El parámetro quince hace referencia a hacer características de un objeto, o un ajuste automático del ambiente externo para el desempeño óptimo en cada estación de operación. Así como, dividir un objeto en elementos que puedan cambiar de posición relativa con cada uno o en su caso si un objeto es inamovible, hágalo movible o intercambiable. El parámetro veintinueve hace referencia de un proceso donde se realizan construcciones neumáticas o hidráulicas, la cual hace mención de remplazar las partes sólidas de un objeto por gas o líquido considerando que estas partes pueden usar aire o agua para inflarse o utilizar cojines hidrostáticos.

El parámetro veintiocho refiere al remplazo de sistemas mecánicos remplazando el sistema mecánico por uno óptico, acústico u odorífero, además, use un campo electromagnético, eléctrico o magnético para interacción con el objeto o en su defecto que remplace campos estacionarios con campos móviles, campos acoplados a los que cambian en el tiempo o de campos los aleatorios a los estructurados. Lo anterior otorga como solución a la contradicción reemplazar el sistema mecánico por un sistema neumático e implementación de sensores para limitar el recorrido y por lo tanto la presión ejercida sobre el material comprimido, generando con esto la densidad deseada.

RESULTADOS (Solución específica)

Derivado del análisis con la metodología TRIZ para solucionar problemas de inventiva, se proporcionaron distintas opciones para el nuevo diseño denominadas soluciones genéricas. Las cuales sugieren básicamente modificar el sistema de matriz plana giratoria a una matriz plana estática más gruesa conteniendo de esta forma los moldes del pellet de tamaño óptimo, con un mecanismo de desplazamiento lineal vertical de émbolos que comprimen el material, este a su vez deberá estar accionado por un actuador neumático o hidráulico que introduzca el material de biomasa en orificios del molde, pudiendo de esta forma se controlar a través de sensores el inicio y final de carrera del actuador. De esta forma la densidad se puede estimar relacionando directamente el volumen inicial del material en el molde, (ya que se conoce el volumen interno del molde), y el volumen final al comprimir el material. En este sentido se tendrá un parámetro base de medición, ya que el principal factor que se desea controlar es la densidad del pellet. Por último, la guillotina que se indica en la imagen del diseño funciona como un bloqueo al final del molde, el cual en el momento de que se alcanza la densidad deseada se abre para desplazar el pellet a la longitud deseada y se cierra para realizar el corte, de esta manera se vuelve a iniciar el ciclo.

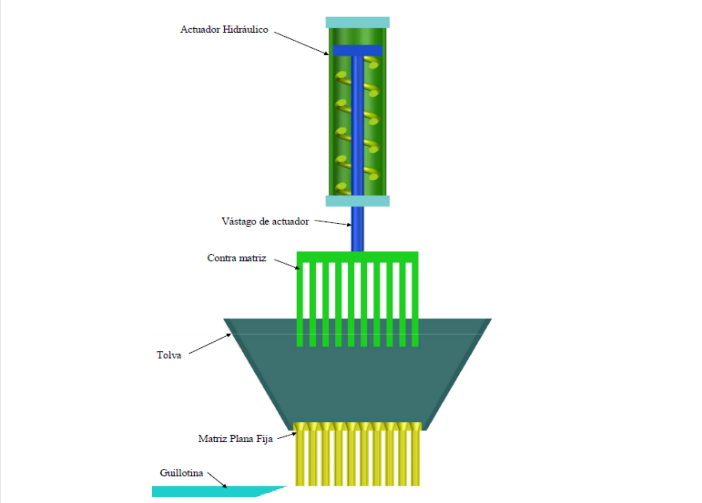


Figura 7. Mecanismo de matriz plana estática.
Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Analizando los resultados obtenidos de la aplicación de las soluciones genéricas, se concluye que la metodología TRIZ proporciona datos relevantes para la

elaboración del diseño del prototipo de Peletizadora, en este sentido se realizó el diseño básico del mecanismo descrito anteriormente, usando el principio de una matriz plana estática y un embolo múltiple (contra matriz) que comprime con un desplazamiento lineal el material permitiendo tener asi la mayor eficiencia sin descuidar en algún momento las necesidades que dieron origen a este proyecto que básicamente es producir pellets de residuos forestales con distintas densidades para realizar análisis de poder calorífico, y por esta razón es necesario realizar pruebas al prototipo una vez construido para determinar si existen nuevas contradicciones que contribuyan a la mejora del prototipo.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Oropeza, M. R., Rico, A. E. y Coronado, M. M. 2005. TRIZ, la metodología más moderna para inventar o innovar tecnológicamente de manera sistemática. Panorama Editorial, S.A. de C.V. México.

[2] REN21. 2016. Renewables 2016 Global Status Report. REN21 Secretariat. Paris.

[3] Rhén, C., Öhman, M., Gref, R., & Wästerlund, I. 2007. Effect of raw material composition in woody biomass pellets on combustion characteristics. Biomass and Bioenergy (Vol. 31, pp. 66–72). Oxford.

[4] Lestander, T. a., Finell, M., Samuelsson, R., Arshadi, M., & Thyrel, M. 2012. Industrial scale biofuel pellet production from blends of unbarked softwood and hardwood stems—the effects of raw material composition and moisture content on pellet quality. Fuel Processing Technology, (Vol. 95, pp. 73–77).

[5] Filbakk, T., Skjevrak, G., Høibø, O., Dibdiakova, J., & Jirjis, R. (2011). The influence of storage and drying methods for Scots pine raw material on mechanical pellet properties and production parameters. Fuel Processing Technology, (Vol 92, pp. 871–878).

[6] Arbeláez, O., López-Ríos, V., Villa, A.L. y Villegas, A. 2018. Diseño experimental para determinar el efecto del tamaño del pellet de catalizadores bimetálicos Cu-Ni en la reacción de desplazamiento de agua. Revista Colombiana de Química (Vol.47, pp. 50-56).

[7] Carrillo, V., Valenzuela J. 2015. estudio de las posibilidades de peletización de la cáscara de cacao y su utilización como biocombustible. Tesis. Ecuador.

[8] Altshuller, G. 2000. "The innovation algorithm". Technical Innovation Center, Inc. EUA.

[9] Oropeza, M. R. 2007. TRIZ, la metodología más avanzada para acelerar la innovación tecnológica sistemática. Panorama Editorial, S.A. de C.V. México.

[10] Ortiz, T. L. 2008. Producción de biocombustibles sólidos de alta densidad en España. Boletín del CIDEU (No. 5, pp. 107-123).

Calidad y Sistemas de Manufactura

Ingeniantes

Análisis de la Logística y Cadena de Suministro en caso de contingencias

Colaboración
Cesar Armando Nieves Bonilla; Rodolfo Torres Acosta; Edith Dalile Aguilar Rojano, Instituto Tecnológico Superior de Atlixco

RESUMEN: La Logística humanitaria es un tema de interés general en estos días.

Este documento es un artículo sobre una investigación de tipo cuantitativa para el análisis de la Cadena de Suministro y su Logística en caso de contingencias causadas por terremotos en el Municipio de Atlixco, Puebla que tengan como efecto el desplazamiento de productos (alimenticios, fármacos, etc.) hacia un centro de acopio por medio de donaciones en especie tomando como objeto de muestra a la población del ITSA desde la perspectiva del proveedor y determinar la influencia e importancia dentro de la cadena de valor del donador, mediante el uso de herramientas para la detección de áreas de oportunidad y aplicar, posteriormente, métodos de Mejora Continua para la cadena.

PALABRAS CLAVE: Cadena de suministro, centro de acopio, convergencia de materiales, damnificados, donación, logística inversa, proveedor, solidaridad, Terremoto.

ABSTRACT: Hhumanitarian Logistics is a topic of general interest these days.

This document is an article about quantitative research for the development of the analysis of a Supply Chain and its Logistics in case of contingencies caused by earthquakes in the Municipality of Atlixco, Puebla, México, which have the effect of displacing products (food, drugs, etc.) to a collection center by means of in- kind donations taking the ITSA population from the provider's perspective as a sample object and determining the influence and importance within the donor's value chain, through the use of tools for the detection opportunity areas and apply, subsequently, methods Kaizen for the chain.

KEYWORDS: Supply chain, collection center, materials convergence, victims, donation, reverse logistics, supplier, solidarity, Earthquake.

INTRODUCCIÓN

México es un país ubicado en una zona geográfica de alta actividad sísmica, la cual ha ido en incremento en los últimos 10 años, como se puede observar en los mapas de sismicidad

anual y en las estadísticas reportadas por el SSN (Servicio Sismológico Nacional).

ESTADÍSTICAS DE LOS SISMOS REPORTADOS POR EL SSN

AÑO	TOTAL DE SISMOS	MAGNITUD							
		No calculable*	0-2.9	3-3.9	4-4.9	5-5.9	6-6.9	7-7.9	8-8.9
1990	796	1	12	247	510	24	2	0	0
1991	728	4	2	183	509	29	1	0	0
1992	614	1	4	184	398	27	0	0	0
1993	916	1	47	274	548	40	5	1	0
1994	622	0	20	192	383	24	3	0	0
1995	678	0	17	188	438	26	6	2	1
1996	789	0	8	203	543	32	2	1	0
1997	1019	13	44	388	533	34	6	1	0
1998	1024	2	11	453	532	21	5	0	0
1999	1099	1	12	542	527	11	4	2	0
2000	1052	9	28	463	531	18	2	1	0
2001	1344	9	8	704	585	32	6	0	0
2002	1688	0	4	880	760	40	4	0	0
2003	1323	0	5	728	568	18	3	1	0
2004	1346	0	2	669	639	33	3	0	0
2005	1210	0	1	678	514	17	0	0	0
2006	1355	0	0	792	544	19	0	0	0
2007	1528	0	1	728	764	33	2	0	0
2008	1955	0	4	1154	780	15	2	0	0
2009	2301	0	5	1648	610	37	1	0	0
2010	3462	0	23	2454	954	27	3	1	0
2011	4272	0	44	3357	839	27	5	0	0
2012	5244	1	21	4106	1054	50	10	2	0
2013	5360	0	56	4221	1046	33	4	0	0
2014	7607	1	237	6365	954	42	7	1	0
2015	10946	1	251	9056	1605	30	3	0	0
2016	15547	0	557	13501	1453	29	7	0	0
2017	26364	0	505	21619	4156	80	2	1	1

485 sismos

2,410 sismos

22,902 sismos

Figura 1 Tabulación de sismos desde 1990 al 2017 (Fuente: Sismológico Nacional)

En la siguiente gráfica se puede notar el crecimiento de aproximadamente 700% desde el año 2010 a 2017.

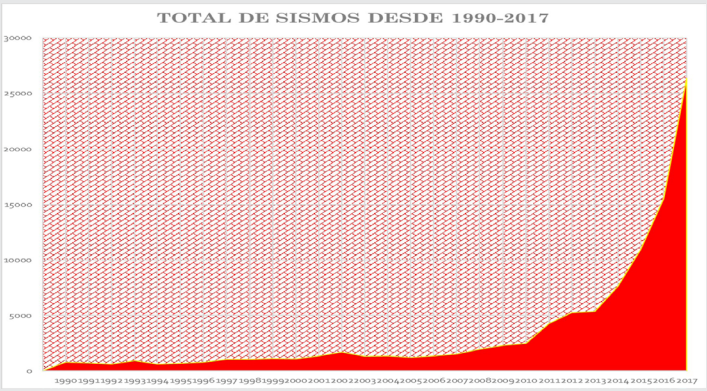


Figura 2 Frecuencia de sismos (y) y años del 1990 al 2018 (x)

El pasado 19 de septiembre del año 2017 un terremoto de magnitud 7.1, con epicentro en Axochiapan Morelos, según datos del Sismológico Nacional [1], afectó a diversos Estados y Ciudades de la República Mexicana, entre los cuales nuestro municipio de Atlixco ubicado en el Estado de Puebla sufrió graves afectaciones generando a su paso destrucción de edificios y **gente en situación vulnerable (damnificados).**

La falta de un protocolo de actuación para enfrentar las consecuencias que dejan este tipo de fenómenos naturales, genera en la población civil la necesidad de abrir centros de acopio temporales de manera espontánea y por lo tanto con áreas de oportunidad en su forma de administrar los productos que llegan en calidad de donaciones en volúmenes desproporcionados y fuera de especificación (caducados, Mal manejo, abiertos, mal sellados, etc.) a la cadena de suministro, imponiendo un reto a su distribución, almacenamiento y recolección de manera adecuada.

Figura 3 Flujo de la cadena de suministro

A este fenómeno de flujo de información, personas voluntarias y de productos se le conoce como "convergencia de materiales" de acuerdo con Charles E. Fritz (1957) [2].

El Doctor José Holguín-Veras, director del Centro de Infraestructura, Transporte y Medio Ambiente del Instituto Politécnico Rensselaer, en Nueva York, menciona que: "De acuerdo con las estadísticas, los materiales donados de alta prioridad representan entre el 5% y 10%, los productos de media prioridad entre 30% y 35%, mientras que los artículos sin ninguna prioridad representan el 60% del total de las aportaciones" [3].

Para corroborar si esta premisa es aplicable a la sociedad de Atlixco, Puebla en las nuevas generaciones se realizó el diseño de una encuesta.

PRO-SIGMA

La siguiente encuesta se realiza por estudiantes de la carrera de Ing. Industrial del Instituto Tecnológico Superior de Atlixco (I.T.S.A.) para el desarrollo de un proyecto basado en la logística y cadena de suministro de un centro de acopio y tiene como objetivo obtener y recopilar datos sobre la percepción de las personas que abastecen por medio de donaciones un centro de acopio, tomando como muestra personas de 18 a 35 años del Municipio de Atlixco, Pue.

1.-De la siguiente lista de productos señale con una "x" los productos que ha donado.

Atún	Agua embotellada	Frijoles en lata	Frijol por kilo	Jugos	Frutas enlatadas
Papel higiénico	Chocolates	Leche en polvo	Leche en caja (liquida)	Arroz	Sopas de fideos
Fruta fresca	Avena	Sardina	Ropa	Desodorantes	Juguetes
Jabón de tocador	Medicinas	Pañales desechables (niños y adulto)	Productos de limpieza (jabon en polvo, cloro)	Verdura enlatada	Refrescos
Aceites	Gelatinas	Papillas	Toallas sanitarias	Sopas instantaneas (Maruchan)	Carne seca
Carne procesada (gutem)	Huevos	Harinas	Chiles enlatados	Croquetas para perro.	Mayonesas
Cereales	Mamilas				

2.- ¿Por cuál medio se enteró de la ubicación de los centros de acopio?

○ T.V. ○ RADIO ○ REDES SOCIALES

3.- ¿Revisa la caducidad de los productos perecederos y medicinas al donarlos?

○ Si ○ No

4.- ¿Conoce las necesidades alimentarias de la comunidad a la cual donó?

○ Si ○ No

5.- ¿Dona los mismos productos para cualquier otra eventualidad o fenómeno natural (Huracanes, Terremotos, Lluvias fuertes, etc.)?

○ Si ○ No

Figura 4 Diseño de la encuesta a aplicar

Para minimizar los efectos que causa esta avalancha de donaciones se plantean los siguientes Objetivos:

Objetivo General:
Diseñar un manual basado en Procedimientos, instructivos de trabajo y registros para administrar a través de un Sistema de Gestión de Calidad la cadena de suministros y logística, para recolectar, almacenar, y distribuir víveres, en caso de contingencias causadas por fenómenos naturales en el municipio de Atlixco, Puebla, mediante el uso herramientas de Ingeniería Industrial.

Objetivos específicos:
1.- Diagnosticar a través del diseño de una encuesta la percepción del donante como proveedor y mapear el proceso de donación.

2.- Analizar las causas por las cuales llegan productos fuera de especificación a la cadena de suministro a partir de un diagrama Causa- Raíz y un diagrama de Pareto.

3.-Proponer mejoras al Sistema de Centros de Acopio basadas en Normas (Nacionales e Internacionales) para operar por medio de procedimientos, instructivos de trabajo y puntos de control estos almacenes y así asegurar la inocuidad y Calidad de los productos durante todo el proceso.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diagnostico

Se diseñó una encuesta (Fig. 4) y se tomó como población muestra a la comunidad estudiantil del Instituto Tecnológico Superior de Atlixco (I.T.S.A.) para obtener y recopilar datos sobre la percepción de las personas que abastecen por medio de donaciones un centro de acopio, en un rango de edad de entre 18 a 35 años del Municipio de Atlixco, Pue.
La encuesta se diseñó para conseguir los siguientes parámetros:

- Tipo de productos donados.
- Cantidad de productos donados.
- Difusión de la información.
- Conocimiento sobre cómo y qué donar en qué contingencia.
- Conocimiento de las necesidades primarias.

Para fundamentar nuestra investigación cuantitativa se aplicaron métodos estadísticos para determinar el tamaño de la muestra (Ec.1) de la población finita dada por la fórmula [4]:

$$n = \frac{Z^2\alpha * N * p * q}{d^2 * (N-1) * Z^2\alpha * p * q} \qquad \text{Ec. (1)}$$

Productos más donados
Donde:
n= Tamaño de la muestra.
$Z_2\alpha$= Nivel de significancia.
N=Tamaño de la población.
p= Probabilidad de éxito.
q= Probabilidad de fracaso.
d= Error esperado.

Sustituyendo en la formula ya que según datos de Servicios escolares durante el periodo Agosto- diciembre 2017 la comunidad era de 1480 personas, para lo cual queda el siguiente calculo:

$$n = \frac{1.96^2 * 1480 * .5 * .5}{.05^2 * (1480-1) * 1.96^2 * .5 * .5} = 306 \qquad \text{Ec. (2)}$$

De esta manera se determinó que para el total de la población del I.T.S.A. se tendrían que realizar 306 encuestas por medio del muestreo por racimos. Se estableció realizar en 2 etapas la encuesta, la primera fue en el mes de octubre de 2017 y la segunda en septiembre de este año para responder a las siguientes hipótesis:

Hi: La percepción del donador es la misma a través del tiempo.
Ho: La percepción del donador cambia a través del tiempo.

1.- ¿Qué es lo que la gente dona?
-De acuerdo con los resultados de nuestra encuesta podemos observar los 10 productos más donados de la lista propuesta, está en un orden descendente.

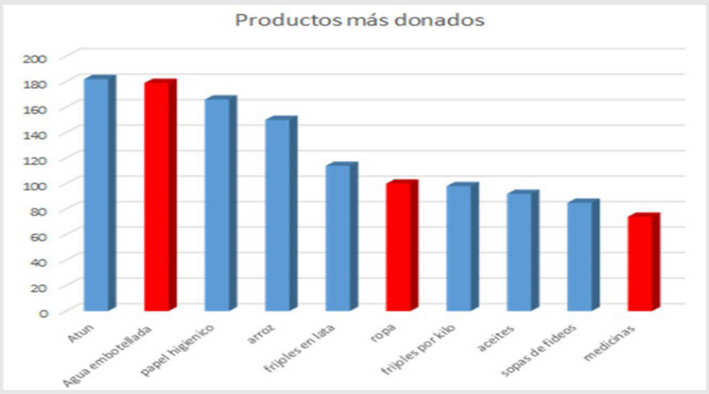


Figura 5 - Estratificación de productos más donados

Los productos en rojo son el agua embotellada, la ropa y los medicamentos, en muchos casos fuera de especificación para algunas organizaciones que tratan de administrar la ayuda humanitaria como lo es el caso de Cruz Roja [5], Institución no gubernamental de carácter civil; refiere el titular de Cruz Roja Mexicana a través de una entrevista realizada vía telefónica: "El agua embotellada representa un reto por los problemas de salud pública que implica la avalancha de plástico que deja después de llegar en forma de donaciones, volviéndose en una contingencia medio ambiental... La

ropa es una plaga, llega sucia, rota, ropa interior usada, habría que cultivar en la gente la responsabilidad que implica donar este tipo de artículos… Los medicamentos también son un gran problema de salud pública ya que mucha gente dona medicamentos controlados o caducos… Falta mayor cultura en nuestro país en cuanto a materia de donaciones."

Este tipo de donaciones representan el 18% de los productos totales según las encuestas realizadas a nuestra población muestra, que se traduce, de 306 personas encuestadas, 57 donaron agua, ropa y medicamentos.

En la siguiente gráfica podemos observar que información de variable veracidad por los diferentes medios de comunicación masiva. Las redes sociales juegan un papel importante con respecto a la capacidad de respuesta que es casi inmediata ya que la gente empieza a buscar cómo y dónde llevar sus donativos, pero realmente es efectiva, fidedigna y real toda la información que circula en las redes sociales con respecto a las listas de requerimientos?

En la siguiente gráfica podemos observar que se mantiene una tendencia de donaciones similar a la del año anterior.

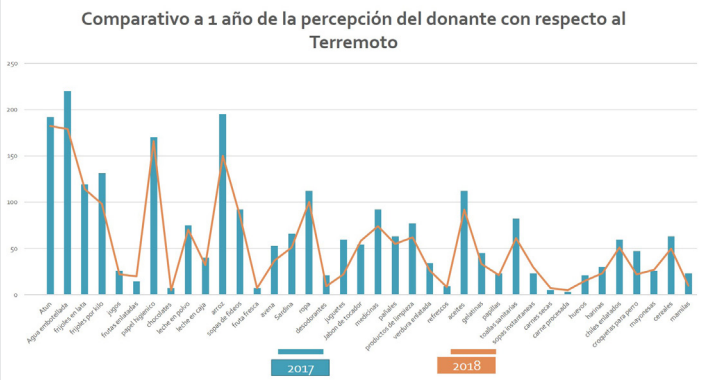


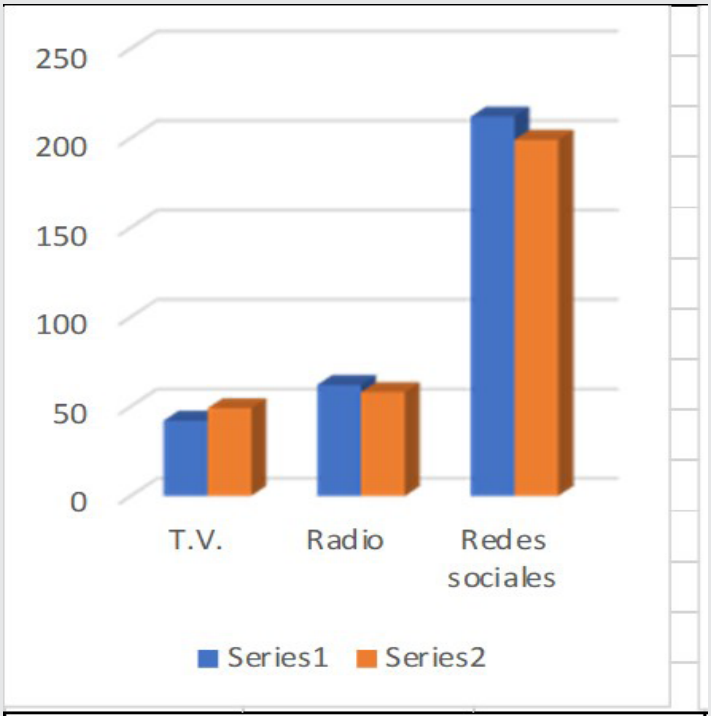
Figura 6 - Perspectivas de un año a otro (2017-2018)

2.- ¿Por cuál medio se enteró de la ubicación de los centros de acopio? -Las tecnologías han influido de manera crítica para el flujo de información desde la llegada de las redes sociales (2004). Inmediatamente después de ocurrir un fenómeno natural circula información de variable veracidad por los diferentes medios de comunicación masiva. Las redes sociales juegan un papel importante con respecto a la capacidad de respuesta que es casi inmediata ya que la gente empieza a buscar cómo y dónde llevar sus donativos, pero ¿realmente es efectiva, fidedigna y real toda la información que circula en las redes sociales con respecto a las listas de requerimientos?

De acuerdo con la agencia verificado.org, "los desastres naturales son el clima perfecto para las noticias falsas" [6]Los resultados de nuestra encuesta presentan los siguientes números:

Se puede notar que de igual manera que en anterior grafico se mantienen a la par los datos recabados en las 2 ocasiones que se realizó la encuesta.
El 67 % de las personas se informa a se mantiene una tendencia de donaciones similar a la del año anterior.

Através de las redes sociales sobre lo que sucede en tiempo real de los hechos, habría que hacer un análisis más detallado en las fuentes de donde sale dicha información que las personas usamos para enviar ayuda a quienes lo requieren, y también como las redes pueden servir para que los damnificados se puedan comunicar con el exterior y así mejorar la cadena de valor.



2.-¿ Por cual medio se enteró de la ubicación de los centros de acopio?

T.V.	Radio	Redes social
42	62	212
49	58	199

Figura 7 ¿Por qué medio se enteró de la ubicación de los centros de acopio?

3.- ¿Revisa la caducidad de perecederos y medicinas al donarlos?
-Esta pregunta es fundamental para comenzar un análisis sobre el comportamiento de los grupos sociales y su forma de colaborar. La grafica muestra que solo el 9% de las personas dijo no revisar -Esta pregunta

es fundamental para comenzar un análisis sobre el comportamiento de los grupos sociales y su forma de colaborar. La grafica muestra que solo el 9% de las personas dijo no revisar la caducidad de los productos que dona, esto representa que dicho porcentaje se encuentra fuera de especificación, por lo tanto, este grupo de productos queda descartado por sentido común.

4.-¿Conoce las necesidades alimentarias de la	
si	no
170	146
166	140

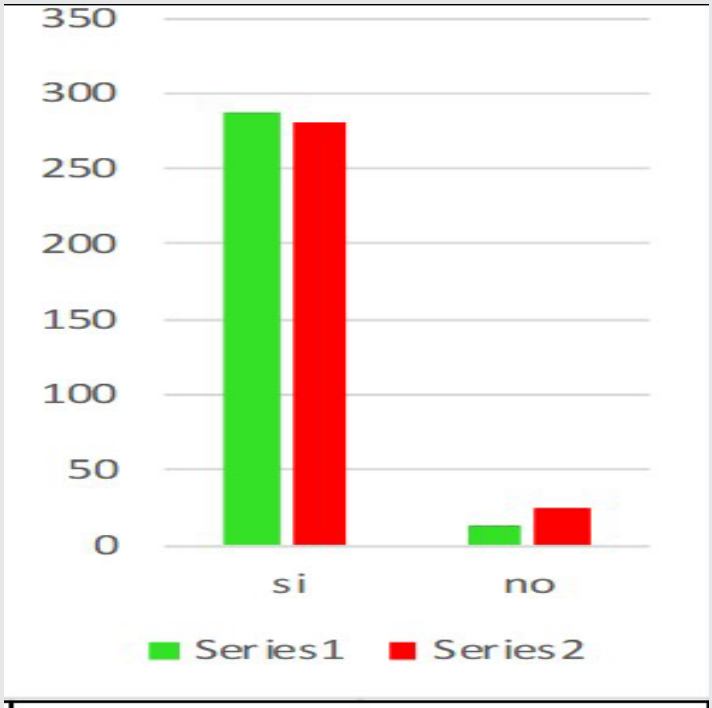
Figura 8 - ¿Revisa la caducidad de perecederos y medicinas al donarlos?

4.- ¿Conoce las necesidades alimentarias de las comunidades a las cuales donó?

- Informarse es una tarea importante para la hora de donar, no es donar lo que yo creo que se necesita, es donar sabiendo las necesidades de las comunidades, noobstante, todos damos sin saber realmente que eslo que se necesita.

La encuesta arrojó los siguientes resultados:

El 46% dijo no conocer las necesidades de las comunidades, llama la atención ya que el objeto de estudio son personas que viven en el mismo lugar del desastre, habría que tomar una muestra de donadores de otras ciudades y estados para determinar si este patrón de comportamiento se repite en la mayoría de las muestras; en este caso, una respuesta negativa también podría tomarse como un fuera de especificación.



3.- ¿Revisa la caducidad de perecederos y medicinas al donarlos?	
si	no
287	13
281	25

Figura 9 ¿Conoce las necesidades alimentarias de las comunidades a las cuales donó?

5.- ¿Dona los mismos productos para cualquier otra eventualidad?

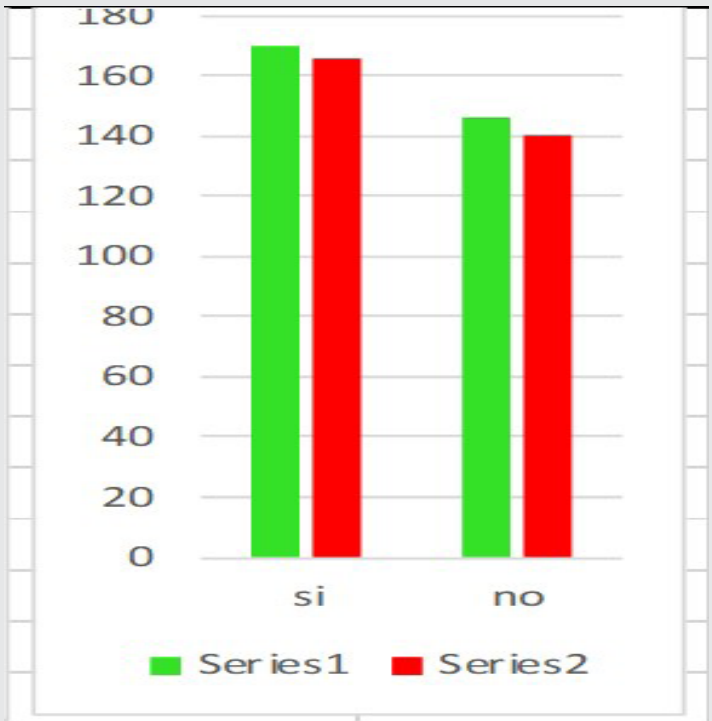
-Esta pregunta es determinante para la detección y el análisis de nuestro problema, la gráfica nos muestra que el 70% de las personas dona los mismos productos otiende a comprar lo mismo para cualquier otra eventualidad, lo cual se correlaciona directamente con las anteriores preguntas.

RESULTADOS

De acuerdo con los datos arrojados de los resultados de la encuesta se realizó un diagrama de causa efecto para ampliar la gama de áreas de oportunidad y determinar cuál es la causa principal del problema de administración de la ayuda que llega a los centros de acopio. Por medio de un diagrama de Pareto se puede destacar lo siguiente:

1.- El problema principal que se detectó en la percepción del proveedor es que donamos lo mismo para

cualquier situación lo cual esta correlacionado con el hecho de que hace falta mejorar el flujo de información.



4.-¿Conoce las necesidades alimentarias de la	
si	no
170	146
166	140

Figura 10 ¿Dona los mismos productos para cualquier otra eventualidad?

2.- Los problemas de logística inversa se presentan por la generación de basura inorgánica principalmente el plástico de las botellas de agua que representan otro reto más grande aun por sí mismo ya que existen más de 6 presentaciones distintas por cada marca con embalajes distintos.

3.- Las medicinas son otro punto que atacar en el sistema de donaciones según la Organización Mundial de la Salud, menciona en su portal que "Las donaciones de medicamentos, aun en situaciones de emergencia, pueden causar más problemas en lugar de ser de utilidad si no se cumplen principios y normas específicas. [7]

4.-Las redes sociales no son totalmente fidedignas, el flujo de la información que maneja es inmediato y tendencioso; relacionándolo a nuestra problemática quiere decir que ese 67% de personas que se informan a través de este medio, están recibiendo información irrelevante o no se informan de la manera adecuada. [8]

5.-La relación entre las preguntas 3, 4 y 5 es crucial: 9% de personas no revisa la caducidad, 46% no conocen las necesidades de la gente de su misma zona geográfica, y 70% de los encuestados donan lo mismo para cualquier otra eventualidad. Tomando en cuenta estos datos se contabilizaron el número total de encuestas y se clasificaron como fuera de especificación [9] aquellas que mantienen el patrón de respuesta anterior, resultando que, de 612 encuestas realizadas, 485 están fuera, los cuales representan el 81% del total.

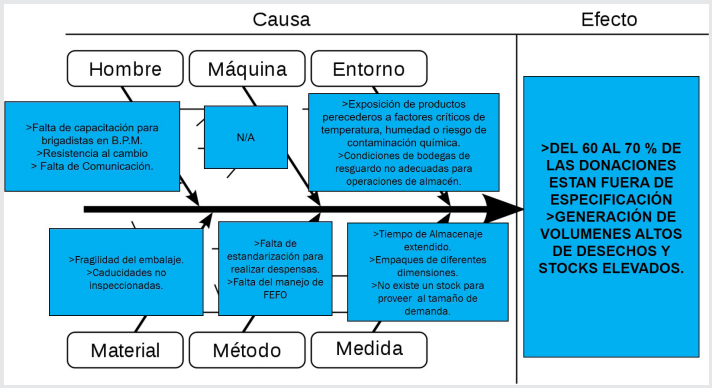


Figura 11 - Diagrama de causa - efecto del por qué donan lo que donan

CONCLUSIONES

Las hipótesis que se propusieron son las siguientes:
Ho: La percepción del donador es la misma a través del tiempo y esta genera problemas de logística humanitaria.
Hi: La percepción del donador no es la misma a través del tiempo y esta no genera problemas
de logística humanitaria.

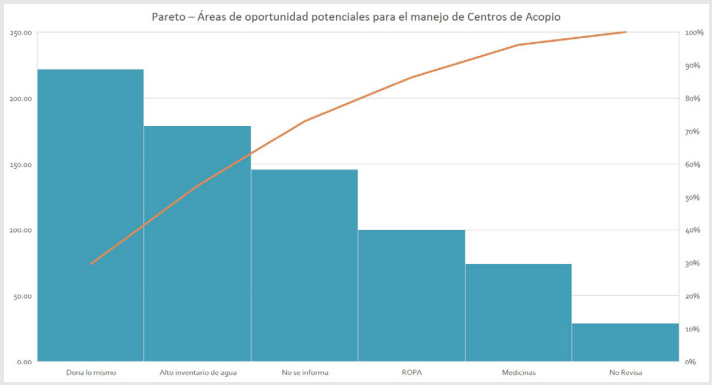


Figura 12 – Diagrama de Pareto de porcentaje acumulado junto con estratificación.

De acuerdo con las Hipótesis establecidas y los resultados obtenidos mediante la investigación se concluye que se acepta la Ho debido a falta de evidencias que demuestren una diferencia significativa entre la percepción del donante a través del tiempo en concreto,

1 año lo cual indica que se deben de trabajar en los siguientes puntos, tomando en cuenta el resultado del diagrama de Pareto:

Figura 13 - Tipos de presentaciones de agua embotellada

Mejorar el flujo de información o diseñar un sistema estandarizado y adaptar a las necesidades de las personas damnificadas la percepción del donador para que sea eficiente y efectiva la contribución del donante en la gestión de la cadena de suministro, por medio de un sistema de información que se conduzca en forma de capacitación (Sistema SOLES).

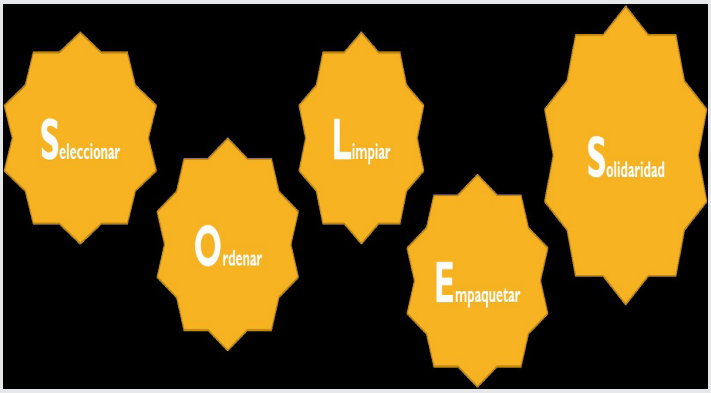


Figura 14 – Sistema SOLES.

Este documento solo trata el primero y segundo objetivo específico y parte fundamental e inicial de este proyecto que es vasto y abarca muchas áreas de la Ingeniería Industrial, por ello es por lo que se le dará continuidad y se reportará a través de este tipode artículos de difusión, el seguimiento y los objetivos alcanzados.

Pero nos deja conocimiento suficiente sobre las verdaderas problemáticas cuando sedispara el uso de los centros de acopio; pudiendo a si planear mejor las actividades a realizar y su ejecución; dando píe a si a un mejor servicio al cliente (damnificados) y además una mejor eficiencia en la utilización de los recursos donados por los proveedores.

Para la siguiente etapa de la investigación se está trabajando en un mapeo nuevo para el rediseño de la cadena de suministro realizaremos la implementación de un sistema de Gestión colaborando con los miembros de un club dedicado a la apertura de estos centros de ayuda ubicados en nuestra comunidad.

Figura 15 – Rediseño de Cadena de suministro.

BIBLIOGRAFÍA

[1] U.N.A.M., «www.ssn.unam.mx,»SEPTIEMBRE 2017. [En línea].

[2] C. E. Fritz, Convergence behavior in disasters a problem in social control., Washinton: National Academy of Sciences-National Research Councel, 1957.

[3] E. Jiménez Salazar, Logística humanitaria: una introducción al tema, Ciudad de México: IINGEN UNAM, 2014.

[4] C. D. F. Nieves Antonio, Probabilidad y estadística para ingenieria: un enfoque moderno., Mexico, D.F.: McGraw-Hill, 2010.

[5] C. R. Mexicana, «https://cruzrojamexicana.org.mx/,» [En línea]. [Último acceso: 2017].

[6] L. Elósegui, «Verificado.mx,» 2 Septiembre 2017. [En línea]. Available: https://verificado.com.mx/fakenews- desastres/.

[7] J. M. J. N. P. L. W. T. W. Holguín-Veras,«On the Unique Features of Humanitarian Logistics,» Journal of Operations Management, pp. 494-506, 2012.

[8] E. Frazelle, World-Class Warehousing and Material Handling, Logistics Management Library, 2002.

[9] R. B. Chase, R. F. Fardos y N. J. Aquilano, Administración de operaciones: producción y cadena de suministros., Mexico: Mc Graw-Hill, 2009.

Calidad y Sistemas de Manufactura

Ingeniantes

Diagnóstico de riesgos potenciales en el proceso del galvanizado por inmersión en caliente de varilla de acero mediante AMEF

Colaboración

José Valente Díaz Fernández; Saúl Santiago Cruz, Instituto Tecnológico Superior de Misantla

RESUMEN: El proceso de galvanizado por inmersión en caliente es una alternativa económica y eficiente para aumentar el tiempo de vida útil de la varilla de acero para la construcción. La empresa Metalyzinc, S.A. de C.V. es una empresa de servicios anticorrosivos que enfrenta por primera vez en su historia un proyecto del galvanizado de 8,000 toneladas de este material. Por esta razón, es preciso contar con una herramienta que le ayude a determinar los riesgos potenciales que puede enfrentar en el proceso durante la realización de este proyecto. Este artículo describe la investigación llevada a cabo para la elaboración de un diagnóstico de riesgos, a través de la metodología de Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMEF). Primeramente, estudiando el proceso del galvanizado por inmersión en caliente para posteriormente aplicar la metodología AMEF en este proceso para el revestimiento de varilla de acero. A través del AMEF se obtiene información sobre los modos de falla potenciales que tiene el proceso y las causas que los originan, para finalmente generar información valiosa para la gerencia de la línea de galvanizado sobre las acciones que se deben tomar para la mejora del proceso y cuáles son las fallas potenciales que tienen prioridad de atención.

PALABRAS CLAVE: Análisis Modal de Efectos y Fallas, AMEF, modos de fallas, galvanizado por inmersión en caliente, riesgos potenciales, varilla de acero.

ABSTRACT: The process of hot dip galvanizing is an economical and efficient alternative to increase the life time of the steel rod for construction. Metalyzinc S.A. of C.V. is an anticorrosive services company that has for the first time in its history a galvanizing project of 8,000 tons of this material. For this reason, it is necessary to have a tool that helps determine the potential risks that may be faced in the process in the realization of this project. This article describes the research carried out for the elaboration of a diagnosis of risks, through the methodology of Failure Mode Effects Analysis (FMEA). Firstly, studying the process of hot dip galvanizing to later apply the FMEA methodology in this process for steel rod coating. Through the AMEF, information is obtained about the potential failure modes that the process has and the causes that originate them, to finally generate really valuable information for the management of the galvanizing line on the actions that must be taken to improve the process and which are the potential failures that have priority to attention.

KEYWORDS: Modal Analysis of Effects and Failures, FMEA failure modes, hot dip galvanizing, potential risks, steel rod.

INTRODUCCIÓN

La galvanización toma su nombre de Luigi Galvani, uno de los primeros científicos interesados en la electricidad. En 1837 el ingeniero francés Sorel utilizó el termino galvanización porque entendió que era una corriente galvánica la que daba la protección al acero [1].

El acero al ser expuesto al ambiente sufre un proceso de deterioro natural conocido como corrosión en función del tiempo de exposición y de las condiciones del medio. En el presente, más de 13 millones de toneladas de zinc se producen al año en el mundo, 70% de menas minadas y 30% de fuentes recicladas. Más de la mitad de la producción anual se usa en revestimientos de zinc para proteger el acero de la corrosión [2].

En el año 2000, Metalyzinc S.A. de C.V. empezó a ofrecer el galvanizado por inmersión en caliente, cubriendo la necesidad de los usuarios de este servicio en la zona sur del país. Actualmente, tiene proyectado procesar 8000 toneladas de varilla de acero, para un cliente que construirá un recinto en la zona portuaria de Veracruz, Ver.; este proyecto cobra especial relevancia debido a que históricamente nunca tuvieron lotes de varilla mayores a 60 toneladas, los cuales se mezclaban con la producción habitual de otro tipo de materiales. Por lo tanto, es preciso para la gerencia contar con una herramienta de diagnóstico de su proceso, que le ayude a determinar los riesgos potenciales a los que se puede enfrentar.

En el entorno industrial, la valoración de riesgos por medio de la técnica AMEF permite prever causas que pueden poner en peligro el producto o los procesos [3]. El AMEF de Proceso es usado por los Ingenieros de Manufactura para identificar los principales riesgos asociados a una serie de operaciones necesarias para la fabricación de componentes, productos y sistemas [4]. Las características del AMEF son minimizar la probabilidad de una falla o minimizar el efecto de la falla mediante un proceso interactivo con desarrollo previo al inicio de la producción [5]. El primer AMEF fue aplicado en la industria espacial y fue principalmente utilizado para encontrar fallas de seguridad. Antes de ser una de las herramientas predilectas de la industria automotriz, esta herramienta llego a ser clave para las mejoras en los procesos químicos industriales [6].

Problema de la investigación

La elaboración de un AMEF del proceso de galvanizado de varilla de acero coadyuvará a Metalyzinc S.A. de C.V. a cumplir con el propósito de contar con una herramienta como parte integral de la administración de riesgos, evaluando la gravedad, ocurrencia y detección de los posibles modos de falla del proceso a fin de determinar acciones correctivas a ejecutar en caso de que se presenten.

MATERIAL Y MÉTODOS

Como ya se ha mencionado, la organización en que la que se realizará el desarrollo del AMEF es la empresa de servicios anticorrosivos Metalyzinc S.A. de C.V. La planta está compuesta por 9,000 m2 techados y 13,000 m2 a la intemperie divididos en dos áreas de proceso principales: área de metalizado y área de galvanizado por inmersión en caliente. La presente investigación se realiza en el área de galvanizado por inmersión en caliente. Esta investigación genera conocimiento técnico, debido a que se aplica una herramienta de Ingeniería Industrial, al mismo tiempo que la información produce información específica sobre el giro de servicios de protección anticorrosiva. La metodología general llevada a cabo se muestra en la figura 1.

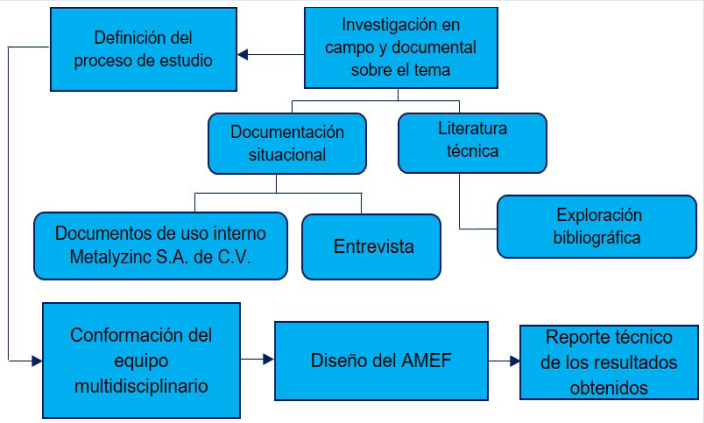


Figura 1. Metodología seguida en la investigación.
Fuente: Elaboración propia

Asimismo, como herramienta de diagnóstico inicial en la definición del proceso a estudiar, se realizó un diagrama de Ishikawa (ver figura 2). Un diagrama causa-efecto bien organizado sirve como vehículo para ayudar al equipo multidisciplinario a tener una concepción común del tema a estudiar, con todos los elementos y relaciones claramente visibles [7].

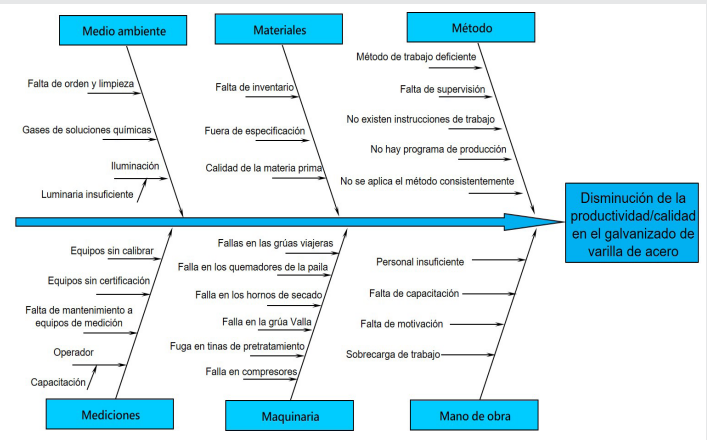


Figura 2. Diagrama causa-efecto del proceso de galvanizado por inmersión en caliente de varilla de acero.
Fuente: Elaboración propia

MARCO TEÓRICO

Galvanizado por inmersión en caliente

El procedimiento se ha utilizado comercialmente desde 1837, sin embargo, todavía hoy es uno de los sistemas de protección del acero técnicamente más avanzados. Todos los procedimientos de protección del acero se basan en interponer una barrera aislante o establecer una célula galvánica. La galvanización por inmersión en caliente ofrece ambos mecanismos de protección en un solo producto [1]. Antes de la inmersión en el baño de zinc, el acero se limpia con químicos para eliminar los aceites, grasa, tierra, escoria y la herrumbre. La preparación de la superficie es crítica ya que el zinc no reacciona con el acero no limpio.

Etapas generales del proceso

Colgado. En esta parte del proceso el material es colocado en arreglos o contenedores especiales, estos arreglos a su vez se cuelgan en una parte móvil de un rack el cual es desplazado en toda la línea de galvanizado para su procesamiento. Un rack transporta aproximadamente 3 toneladas de varilla.

Figura 3. Área de colgado de materiales. Tomado de archivos internos de Metalyzin S.A. de C.V.

Desengrase. Involucra el uso de una solución alcalina para remover los contaminantes orgánicos tales como los aceites y las grasas. Estos contaminantes de superficie necesitan ser removidos antes del decapado.

Decapado. Involucra la inmersión de las piezas en una solución de ácido clorhídrico a temperatura ambiente, con el fin de eliminar el óxido de la superficie. Los tipos de óxido de hierro necesitan ser removidos antes de la aplicación del recubrimiento de zinc.

Figura 4. Inmersión de materiales en la tina de decapado. Tomado de archivos internos de Metalyzinc S.A. de C.V.

Fluxado. Implica la inmersión de la pieza de acero en una solución acuosa de fundente (cloruro de zinc y de amonio).

Galvanizado. La operación de galvanización propiamente dicha se realiza sumergiendo las piezas en un baño de zinc fundido, a temperatura comprendida entre 440°C y 460°C.

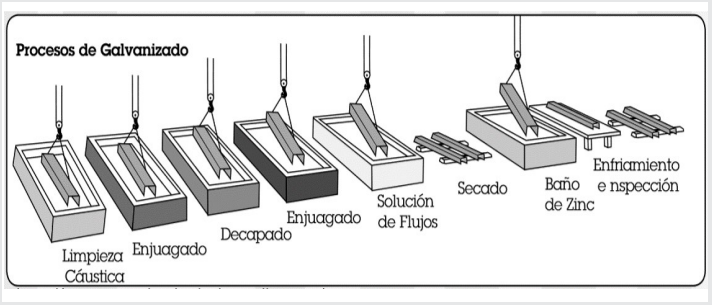


Figura 5. Etapas del proceso de galvanizado. Tomado de la publicación Revestimientos de zinc de la American Galvanizers Association (2015:2).

El revestimiento del galvanizado en caliente consta de una serie de capas de aleación zinc/hierro con una capa de superficie de zinc puro (ver Figura 6).

Enfriamiento. Una vez que los materiales dejan la paila o crisol de galvanizado pueden introducirse en una tina de agua para su enfriamiento, asimismo, se pueden dejar enfriar a temperatura ambiente.

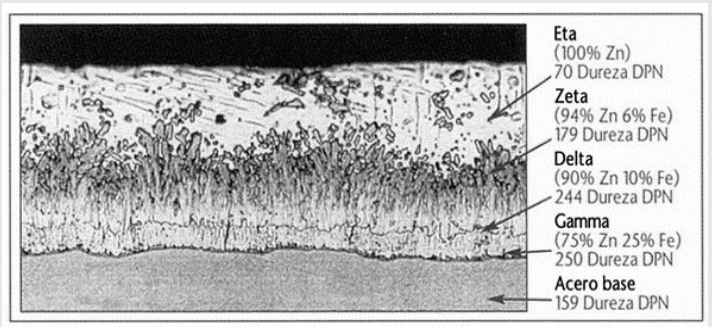


Figura 6. Corte transversal del acero galvanizado. Tomado de American Galvanizers Association (2018).

Pasivado. Esta etapa consiste en sumergir las varillas en una solución de pasivador (productos químicos y agua) con la finalidad de reducir el tiempo de reacción del recubrimiento de zinc con el ambiente evitando la pronta aparición superficial de hidróxidos y carbonatos básicos de zinc, aumentando el tiempo de permanencia del brillo.

Inspección de calidad. Se realiza la inspección del producto terminado para verificar que cumple con los requisitos establecidos en la normatividad (espesor y apariencia, continuidad de la capa de galvanizado) y por los requerimientos del cliente.

Acabado. Por último, se aplica un acabado final removiendo excesos de zinc y/o aplicando compuesto rico en zinc para realizar retoques al material galvanizado.

Análisis modal de efectos y fallas potenciales

El algoritmo del AMEF fue desarrollada en el ejército de los Estados Unidos de Norteamérica por los ingenieros de la National Aeronautics and Space Administration (NASA), a raíz de un procedimiento militar

(MIL-P-1629) titulado como "Procedimiento para la Ejecución de un Modo de Falla, Efectos y Análisis de criticidad". Este procedimiento fue elaborado el 9 de noviembre de 1949 y era empleado como una técnica para evaluar la confiabilidad y determinar los efectos de las fallas de los equipos y sistemas, en el éxito de la misión y la seguridad del personal o de los equipos.

Figura 7. Eliminación de excesos de zinc para el acabado final del galvanizado.
Tomado de archivos internos de Metalyzinc S.A. de C.V.

En 1988 la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), publicó la serie de normas ISO 9000 para la gestión y el aseguramiento de la calidad; los requerimientos de esta serie llevaron a muchas organizaciones a desarrollar sistemas de gestión de calidad enfocados hacia las necesidades, requerimientos y expectativas del cliente, entre estos surgió en el área automotriz el QS 9000. Chrysler Corporation, Ford Motor Company y General Motors Corporation enriquecieron esta metodología en un esfuerzo para estandarizar los sistemas de calidad; teniendo que emplear Planeación de la Calidad del Producto Avanzada (APQP), que necesariamente debe incluir al AMEF de diseño y de proceso, así como también un plan de control. En diciembre de 1992, el Grupo Acción Automotriz Industrial (AIAG) termina el manual de referencia y en febrero de 1993 junto con la Sociedad Americana para el Control de Calidad (ASQC) registraron las normas de AMEF para su implementación en la industria. Actualmente, el AMEF se ha popularizado en todas las empresas automotrices americanas y ha empezado a ser utilizado en diversas áreas de una gran variedad de empresas a nivel mundial" [8]. De acuerdo con el Manual de Referencia: FMEA-4 [9], existen tres casos básicos para los cuales un AMEF puede ser generado, cada uno con un alcance o enfoque diferente:

Caso 1: Nuevo Diseño, nueva tecnología o nuevo proceso. El alcance del AMEF es el diseño, tecnología o proceso completos.

Caso 2: Modificaciones al proceso o diseño actuales.

Caso 3: El uso del diseño o proceso existente en un nuevo medio ambiente, localización o aplicación. El Alcance del AMEF es en el impacto del nuevo ambiente o la localización en el proceso o diseños existentes.

Análisis de Modos y Efectos de Fallas de Procesos
El AMEF de procesos, en ocasiones referido como AMEFP, soporta el desarrollo de procesos de manufactura en la reducción del riesgo de las fallas:

- Identificando y evaluando las funciones y requerimientos del proceso.
- Identificando y evaluando modos de fallas potenciales relacionadas con el proceso.
- Permitiendo el establecimiento de un sistema de prioridades para acciones correctivas, preventivas y controles.

El AMEFP debiera iniciar con el desarrollo de información para entender las operaciones del proceso productivo. Un diagrama de flujo del proceso es una entrada primaria para un AMEFP. El diagrama de flujo del proceso es usado como una herramienta para ayudar a establecer el alcance del análisis durante el diseño de un proceso [9].

AMEF del proceso del galvanizado por inmersión en caliente de varilla de acero.

Una vez definido el proceso de estudio de acuerdo con la metodología planteada en la Figura 1 de este artículo, además de lo declarado en el manual FMEA-4 [9], se debe conformar un grupo interdisciplinario cuyos miembros abarquen los conocimientos y experiencia necesarios para el tema. El equipo (haciendo referencia al puesto dentro de la organización) queda conformado por:

Jefe de la línea de galvanizado.
Supervisor de la línea de metalizado.
Supervisor de acabado de galvanizado.
Supervisor de colgado de materiales.
Operador de galvanizado "A".
Coordinador de mantenimiento.

De acuerdo con lo referido en el marco teórico, se realiza un diagrama de proceso que nos ayude a emprender el análisis de las actividades que se realizan en el procesamiento de la varilla:

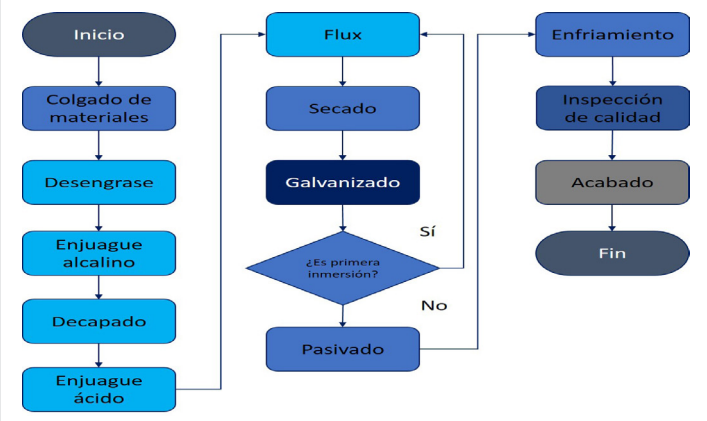


Figura 8. Diagrama del proceso de galvanizado de varilla.
Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se hace un diagrama de flujo de proceso de un lote de 104 varillas de un cliente, a fin de encontrar información consistente y detallada que sea útil en la configuración del AMEF para la producción de 8000 toneladas.

Tabla 1. Diagrama de flujo de proceso del galvanizado de varilla de acero.

No. De piezas en rack: 104	Activ...			
		Demora	D	4
		Transporte	⇨	15.5
		Combinada	◙	2.5
	Total	Tiempo (min.)		152

Descripción	Tiempo (min)	Actividad ○	□	D	⇨	◙	Observaciones
o	23	•					
a	4			•			Grúa ocupada / Solo 3 grúas funcionando
a tina 7	2				•		
Decapado)	35	•					Al 5 % de concentración
ión	0.5		•				Visual
A tina 9	0.5				•		
Enjuague ácido)	0.5	•					
a tina 3	1.5				•		
Decapado)	6	•					Al 12 % de concentración
a tina 2	0.5				•		
Enjuague ácido)	0.5	•					
a tina 5	1				•		
Decapado)	10	•					Al 13 % de concentración
a tina 9	0.5				•		
Enjuague ácido)	0.5	•					
ión y Trans. a tina 10	1					•	Inspección visual
(Flux)	1	•					
a foso 2	1.5				•		
(Secado)	17	•					
a paila de zinc	1				•		
izado de la 1er inmersión	7.5	•					A los 5 minutos, dos trabajadores quitan las cer
a tina 10	1.5				•		
(Flux)	1.5	•					
do e inspección	1.5					•	
a rociado de flux	0.5				•		
o de flux	1	•					
a foso 2	2				•		
(Secado)	16	•					
a paila de zinc	1				•		
izado de la 2da inmersión	7	•					A los 5 minutos, dos trabajadores quitan las cer
a temple	1				•		
(Enfriamiento)	0.5	•					
a pasivado	0.5				•		
do	0.5	•					
do	2	•					
Al área de acabado	0.5				•		
	152	17	1	1	15	2	

Fuente: Elaboración propia.
Basada en archivos internos de Metalyzinc S.A. de C.V.

Se considera la utilización del AMEF como un algoritmo preciso y una herramienta útil para el estudio de este proyecto debido a sus características.

Identificación de los modos de falla potencial en el proceso.

De acuerdo con [8], un modo de falla potencial es la manera en la cual un componente, subsistema o sistema puede potencialmente fallar en cumplir una función esperada. Los tipos de modos de falla que ocurren:

- No funciona: el sistema o proceso es inoperante.
- Función parcial: desempeño degradado, es decir, que cumple con alguna de las especificaciones pero que no cumple completamente con su función.
- Función intermitente: cumple, pero se pierde algo de funcionalidad o llega a ser inoperativo.

Efectos potenciales de las fallas

El equipo multidisciplinario realiza un análisis que determina los efectos y causas potenciales de los modos de falla, obteniéndose la siguiente información:

La información generada de los modos de fallas, causas potenciales y efectos debe integrarse al formato del AMEF de procesos, el cual fue diseñado con base en el Manual de Referencia FMEA-4 [9].

Tabla 2. Modos de falla

Operación	Modo de falla potencial
Colgado	Grado de inclinación del material inadecuado.
	Mala sujeción de los materiales al rack.
	Realizar una carga de material con un peso superior a la capacidad nominal.
	Caída de un rack o un material suspendido.
	Grúa viajera no funciona
Desengrase	Material no se desengrasó adecuadamente.
	Grúa viajera no funciona
Enjuague alcalino	Material no se enjuagó adecuadamente.
	Falla en la grúa de pretratamiento
Decapado	Material presenta óxido después del decapado.
	Exceso de tiempo de inmersión en decapado.
	Procedimiento o método de trabajo inadecuado.
	Grúa viajera no funciona
Enjuague ácido	Material no se enjuagó adecuadamente.
	Grúa viajera no funciona
Fluxado	Material no adquirió la capa de fundente
	Grúa viajera no funciona
Secado	Exceso de tiempo de permanencia en foso.
	Grúa viajera no funciona
Galvanizado	Material recoge ceniza al salir
	Material con exceso de recubrimiento
	Material presenta zonas desnudas
	Material presenta manchas
	Explosión por choque térmico en la paila
	Fuga en la paila de zinc
	Falla en los quemadores del horno
	Velocidad alta a la hora de salida de la paila
	Temperatura baja en la paila de zinc
	Grúa viajera no funciona
Enfriamiento	Grúa viajera no funciona
Pasivado	Grúa viajera no funciona
Inspección de Calidad	Equipo de medición descalibrado
	Método de toma de espesor inadecuada
Acabado	Material posee zonas sin recubrimiento
	Grúa viajera no funciona

Fuente: Elaboración propia.

Número de Prioridad de Riesgo (NPR)

El número de prioridad de riesgo, también conocido como Índice de Prioridad de Riesgo es una métrica esencial del AMEF. De acuerdo con [10], permite evaluar cada uno de los efectos de fallo con el fin de priorizar las causas de fallo sobre las cuales habrá que aplicar acciones correctivas. Al respecto [8], indica que cuando los modos de falla han sido ordenados por el NPR, las acciones correctivas deberán dirigirse primero a los problemas y puntos de grado e ítemes críticos. La intención de cualquier acción recomendada es reducir los gastos de ocurrencia, severidad y/o detección. En el Manual de Referencia: FMEA-4 se expresa con la siguiente fórmula:

$$NPR = Severidad\ (S)\ \ x\ Ocurrencia\ (O)\ \ x\ Detección\ (D)$$

Dependiendo del alcance del AMEF es recomendable que el NPR tenga valores entre 1 a 1000.

Severidad

De acuerdo con [10] se define como índice de severidad al parámetro que evalúa la gravedad del efecto de fallo para el cliente, el cual se mide en una escala de 1 al 10, en donde, 1 representa un índice de severidad nulo y diez un índice de severidad extremo. Si la severidad tiene valores entre 9 y 10, debe hacerse énfasis especial sobre las posibles acciones para eli-

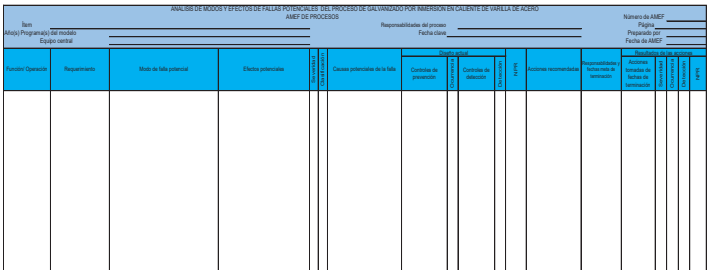
minar los modos de falla o que cambie su impacto en el desempeño del proceso.

Tabla 3. Efectos y causas de fallos

Modo de falla potencial	Efecto	Causa de la falla
Grado de inclinación del material inadecuado.	Material no se galvaniza adecuadamente	No se aplica consistentemente el método de colgado
Mala sujeción de los materiales al rack.	Extravío por caída de los materiales en alguna parte del proceso.	Falta de aplicación y conocimiento del procedimiento de colgado Inexperiencia del operador
	Daño a materiales, equipo y personas	
Realizar una carga de material con un peso superior a la capacidad nominal.	Daño a la grúa	Falta de aplicación del procedimiento de colgado Inexperiencia del operador
Caída de una carga suspendida	Daño a materiales, equipo y personas	Mala maniobra del operador de grúa.
		Falla en los equipos de carga de la grúa
Grúa viajera no funciona	Paro de producción	Avería de la grúa
Material no se desengrasó adecuadamente.	Atraso en producción	No se deja el material el tiempo suficiente para su desengrase
	Mal galvanizado	
Material no se enjuagó adecuadamente.	Neutralización en la tina de decapado.	No se deja el material el tiempo suficiente, no funcionan los aspersores de agua.
	Atraso en producción/ reproceso	
	Mal galvanizado	
Material presenta óxido después del decapado.	Mal galvanizado	No se deja el material el tiempo suficiente para su decapado.
Exceso de tiempo de inmersión en decapado.	Exceso de revestimiento de galvanizado	Se deja el material un tiempo excesivo en decapado.
Procedimiento o método de trabajo inadecuado.	Atraso en producción	No se han replanteado los procedimientos de trabajo
Material no se enjuagó adecuadamente.	Contaminación y pérdida de concentración del baño de la tina de flux.	No se deja el material el tiempo suficiente, no funcionan los aspersores de agua.
	Atraso en producción	
	Mal galvanizado	
Material no adquirió la capa de fundente	Mal galvanizado	Mala limpieza en las etapas previas.
Permanencia en el foso mayor de la necesaria	Flux se quema (mal galvanizado)	Se deja el material un tiempo excesivo en secado.
Material recoge ceniza al salir	Mal galvanizado (sucio)	Mal retiro de dross por parte del desnatador.
Material con exceso de recubrimiento	Pérdida de utilidad	Se deja el material un tiempo excesivo en galvanizado.
Material presenta zonas desnudas	Mal galvanizado (inconsistente)	Falta de limpieza en etapas previas
Material presenta manchas	Mal galvanizado (sucio)	Arreglos sin limpieza correcta
Explosión al entrar los materiales en la paila	Proyección de zinc caliente.	No se secó el material adecuadamente
	Rompimiento de la paila	Material sin barrenos de dren y venteo
	Daño en el material del cliente.	
	Daño a personas	
Fuga en la paila de zinc	Derrame del zinc fundido	Tiempo de vida de tina ha finalizado (no se cambia)
	Paro de la línea de galvanizado	
Falla en los quemadores del horno	Paro de la línea de galvanizado	Falta de mantenimiento.
		Corte de energía eléctrica (falla del generador eléctrico de emergencia)
Velocidad alta a la hora de salir el material de la paila	Marcas en el revestimiento de galvanizado	Mal operación de la grúa viajera (sacar el material rápidamente)
Temperatura baja en la paila de zinc	Mal galvanizado	No se deja recuperar el horno a 445°C
Equipo de medición descalibrado	Medición incorrecta de la conformidad del producto	Falta de mantenimiento y calibración a equipos de medición.
Método de toma de espesor inadecuada	Medición incorrecta en la conformidad del producto	Falta de competencias en el inspector de calidad.
Material posee zonas sin recubrimiento	Oxidación en productos galvanizados.	Mala aplicación de acabado

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Formato de AMEF de procesos



Fuente: Elaboración propia (basada en FMEA-4)

Tabla 5. Criterios para la evaluación de severidad

Efecto	Severidad del Efecto en el Proceso	Rango
Falla en el cumplimiento con requerimientos de seguridad y/o regulatorios	Puede poner en peligro al operador (equipo o material) sin aviso.	**10**
	Puede poner en peligro al operador (equipo o material) con aviso.	**9**
Interrupción mayor	Puede ser que el 100% producto se deseche. Paro de línea o paro de envíos. Pérdida de una función primaria.	**8**
Interrupción significativa	Puede ser que una proporción se deseche. Desviación del proceso primario incluyendo un decremento en la velocidad de la línea o adición de mano de obra.	**7**
Interrupción moderada	Puede ser que el 100% de la corrida de producción tenga que retrabajarse fuera de la línea y ser aceptada.	**6**
	Puede ser que una proporción de la corrida de producción tenga que retrabajarse fuera de la línea y ser aceptada.	**5**
	Puede ser que el 100% de la corrida de producción tenga que retrabajarse en la estación, antes de ser procesada.	**4**
	Puede ser que una proporción de la corrida de producción tenga que retrabajarse fuera de la línea y ser aceptada.	**3**
Interrupción menor	Ligera inconveniencia al proceso, operación u operador.	**2**
Sin efecto discernible	Sin efecto	**1**

Fuente: Elaboración propia (basada en FMEA-4)

Ocurrencia

El Manual de Referencia FMEA-4 [9] define la ocurrencia como la probabilidad de que alguna causa específica de que una falla ocurra. Se estima la probabilidad de ocurrencia de la causa potencial de una falla en una escala de 1 al 10.

Al hablar sobre la probabilidad es importante contar con información estadística que ayude a precisar el parámetro de ocurrencia, sin embargo, al ser el AMEF una herramienta de previsión de fallas potenciales, es posible encontrar la condición de que no se cuenta con la información necesaria, máxime que sea un primer desarrollo del AMEF dentro de la empresa. Al respecto, [5] establece que un método alterno para estimar la probabilidad de la ocurrencia es el uso del mejor criterio del equipo multidisciplinario.

Tabla 6. Criterios para la evaluación de ocurrencia

Probabilidad de falla	Ocurrencia de las causas AMEFP Incidentes por ítem	Rango
Muy alta	≥ 1 en 10	**10**
Alta	1 en 20	**9**
	1 en 50	**8**
	1 en 100	**7**
Moderada	1 en 500	**6**
	1 en 2,000	**5**
	1 en 10,000	**4**
Baja	1 en 100,000	**3**
	1 en 1,000,000	**2**
Muy baja	La falla es eliminada a través de controles preventivos	**1**

Fuente: Elaboración propia (basada en FMEA-4)

Detección

Se asume que la falla ha ocurrido y entonces se evalúan las capacidades de todos los controles del proceso, para prevenir ese modo de falla [9].

Tabla 7. Criterios para la evaluación de detección

Oportunidad de detección	Probabilidad de detección por controles del proceso	Rango	Probabilidad de detección
Oportunidad de No detección	Sin control de proceso actual; no puede detectarse o no es analizado.	10	**Casi imposible**
Sin probabilidad de detección en ninguna etapa	Causa del modo de falla y/o error no es fácilmente detectado.	9	**Muy remota**
Detección del problema posterior al procesamiento	Detección del modo de falla posterior al procesamiento por el operador a través de medios visuales/táctiles/audibles.	8	**Remota**
Detección del problema en la fuente	Detección del modo de la falla en la estación por el operador a través de medios visuales/táctiles/audibles o posterior al procesamiento con el uso de equipos de medición.	7	**Muy baja**
Detección del problema posterior al procesamiento	Detección del modo de falla posterior al procesamiento por el operador con el uso de equipos de medición o por controles.	6	**Baja**
Detección del problema en la fuente	Detección de las causas del modo de falla o error en la estación por el operador a través del uso equipos o por controles en la estación que detecten la parte discrepante y notifiquen al operador (torreta, alarma sonora)	5	**Moderada**
Detección del problema posterior al procesamiento	Detección del modo de falla posterior al procesamiento por controles que detectan la parte discrepante y aseguran la parte para prevenir algún procesamiento posterior	4	**Altamente moderada**
Detección del problema en la fuente	Detección del modo de falla en la estación por controles que detectan la parte discrepante y aseguran automáticamente la parte en la estación para prevenir algún procesamiento posterior.	3	**Alta**
Detección del error y/o prevención del problema	Detección de las causas del error en la estación por controles que detectan el error y previenen que la parte discrepante sea hecha.	2	**Muy alta**
Detección no aplica; Prevención de errores	Prevención de las causas del error como resultado del diseño de un dispositivo, diseño de la máquina o diseño de la parte. Partes discrepantes no pueden hacerse porque el ítem se ha hecho a prueba de errores del proceso.	1	**Casi cierta**

Fuente: Elaboración propia (basada en FMEA-4)

A continuación, se presenta el AMEF para el proyecto de galvanizado de 8000 toneladas de varilla de acero:

RESULTADOS

El AMEF arroja resultados del Número de Prioridad de Riesgos (NPR), los cuales se grafican a continuación:

Como se observa en la tabla 9 las causas potenciales de falla que tiene un mayor NPR en la gráfica son:

Para la producción del galvanizado de la varilla de acero se requiere utilizar arreglos especiales para su colocación y traslado durante el proceso (ver Figura 10), estos arreglos al momento de ser sumergidos junto con la varilla en la paila de galvanizado también terminan galvanizados. Por cuestiones de calidad en el galvanizado final de la varilla, un arreglo debe estar limpio (desgalvanizado) para poder ser sumergido nuevamente en la paila de galvanizado junto con una nueva carga de varilla, por lo cual es necesario decaparlo previamente. El método empleado para hacer esta actividad consiste en introducir el arreglo junto con la varilla de acero en una tina de ácido clorhídrico. Esto asegura la calidad del galvanizado la próxima carga de varilla, por otro lado, genera una toma de tiempo mayor de procesamiento por el tiempo que se requiere para decapar el arreglo. De acuerdo con el Supervisor de la línea de Galvanizado, un rack de varilla con arreglo galvanizado pasa en la línea 40 minutos o más que uno con arreglo limpio.

Tabla 8. AMEF del proyecto de Galvanizado por inmersión en caliente de varilla de acero.

Colgado	Colgado correcto de los materiales para su galvanizado	Grado de inclinación del material inadecuado.	Material no se galvaniza adecuadamente	8	No se aplica consistentemente el método de colgado	Arreglos diseñados con grado de inclinación específico	1	Inspección	1	8	Reforzamiento a la capacitación	Septiembre de 2018
		Mala sujeción de los materiales al rack.	Extravío por caída de los materiales en alguna parte del proceso.	9	Falta de aplicación del procedimiento de colgado	Arreglos diseñados con medidas específicas	2	Inspección	2	36	Ninguna	Ninguna
			Daño a materiales, equipo y personas por caída		Falta de aplicación del procedimiento de colgado	Arreglos diseñados con medidas específicas	1	Inspección	1	9	Ninguna	Ninguna
		Realizar una carga de material con un peso superior a la capacidad nominal.	Daño a la grúa, equipo	9	Falta de aplicación del procedimiento de colgado, inexperiencia del trabajador.	Experiencia del jefe de cuadrilla	2	Ninguno	3	54	Reforzamiento a la capacitación	Septiembre de 2018
		Caída de una carga suspendida en maniobra.	Daño a materiales, equipo y personas por caída	9	Inexperiencia del operador	Sólo operan grúas personal capacitado	2	Ninguno	3	54	Reforzamiento a la capacitación	Octubre de 2018
		Grúa viajera no funciona	Paro/atraso de producción	7	Avería de la grúa	Programa de mantenimiento preventivo	5	Ninguno	4	140	Revisión del programa de mantenimiento preventivo	Julio de 2018
Desengrase	Materiales libres de grasas y suciedad	Material no se desengrasó adecuadamente.	Atraso en producción/reproceso Material no se galvaniza adecuadamente	8	No se deja el material el tiempo suficiente para su desengrase	Ninguno	1	Inspección	3	24	Ninguna	Ninguna
		Grúa viajera no funciona	Paro/atraso de producción	7	Avería de la grúa	Programa de mantenimiento preventivo	3	Ninguno	4	84	Revisión del programa de mantenimiento preventivo	Julio de 2018
Enjuague alcalino	Materiales enjuagados y libres de sosa	Material no se enjuagó adecuadamente.	Neutralización en la tina de decapado. Atraso en producción Material no se galvaniza adecuadamente	8	No se deja el material el tiempo suficiente, no funcionan los aspersores de agua.	Programa de mantenimiento preventivo	2	Inspección	3	48	Revisión del programa de mantenimiento preventivo	Julio de 2018
		Grúa viajera no funciona	Paro/atraso de producción	7	Avería de la grúa	Programa de mantenimiento preventivo	5	Ninguno	4	140	Revisión del programa de mantenimiento preventivo	Julio de 2018
Decapado	Material libre de óxido	Material presenta óxido después del decapado.	Material no se galvaniza adecuadamente	8	No se deja el material el tiempo suficiente para su decapado.	Ninguno	2	Inspección	3	48	Ninguna	Ninguna
		Exceso de tiempo de inmersión en decapado.	Exceso de revestimiento de galvanizado	8	Se deja el material un tiempo excesivo en decapado.	Ninguno	2	Ninguno	3	48	Reforzamiento a la capacitación	Octubre de 2018
		Procedimiento o método de trabajo inadecuado. (desgalvanizado arreglo)	Atraso en producción	7	No se han replanteado los procedimientos de trabajo	Ninguno	10	Ninguno	4	280	Revisión del método de trabajo	Julio de 2018
		Grúa viajera no funciona	Paro/atraso de producción	7	Avería de la grúa	Programa de mantenimiento preventivo	6	Ninguno	4	168	Revisión del programa de mantenimiento preventivo	Julio de 2018
Enjuague ácido	Materiales enjuagados y libres de ácido	Material no se enjuagó adecuadamente.	Neutralización en la tina de decapado. Atraso en producción Material no se galvaniza adecuadamente	8	No se deja el material el tiempo suficiente, no funcionan los aspersores de agua.	Programa de mantenimiento preventivo	2	Inspección	3	48	Revisión del programa de mantenimiento preventivo	Julio de 2018
		Grúa viajera no funciona	Paro/atraso de producción	7	Avería de la grúa	Programa de mantenimiento preventivo	5	Ninguno	4	140	Revisión del programa de mantenimiento preventivo	Julio de 2018
Fluxado	Materiales con capa de fundente	Material no adquirió la capa de fundente	Material no se galvaniza adecuadamente	8	Limpieza deficiente en las etapas previas o mala concentración del flux	Ninguno	3	Inspección	3	72	Supervisión y revisión de la composición del baño de flux	Septiembre de 2018
		Grúa viajera no funciona	Paro/atraso de producción		Avería de la grúa	Programa de mantenimiento preventivo	5	Ninguno	4	160	Revisión del programa de mantenimiento preventivo	Julio de 2018
Secado	Material seco, libre de humedad y con capa de fundente seca	Permanencia en el foso mayor a la necesaria	Flux se quema (mal galvanizado)	7	Foso con exceso de temperatura. Se deja mucho tiempo el material dentro del foso	Ninguno	3	Inspección visual	3	63	Instalación de un temporizador con alarma	Diciembre de 2018
		Grúa viajera no funciona	Paro/atraso de producción	7	Avería de la grúa	Programa de mantenimiento	5	Ninguno	4	140	Revisión del programa de mantenimiento	Julio de 2018
Galvanizado	Material con revestimiento de zinc	Material recoge ceniza al salir	Mal galvanizado (sucio)	7	Mal retiro de dross por parte del desnatador.	Limpieza de la superficie del baño de zinc	4	Inspección visual	2	56	Reforzamiento a la capacitación	Octubre de 2018
		Material con exceso de recubrimiento	Pérdida de utilidad	8	Se deja el material un tiempo excesivo en galvanizado.	Ninguno	4	Inspección con equipo de medición	3	96	Supervisión y reforzamiento a la capacitación	Octubre de 2018
		Material presenta zonas desnudas	Mal galvanizado (inconsistente)	7	Falta de limpieza en etapas previas	Ninguno	4	Inspección visual	3	84	Supervisión y reforzamiento a la capacitación	Octubre de 2018
		Material presenta manchas	Mal galvanizado (sucio)	7	Arreglos sin limpieza correcta	Decapado preliminar	3	Inspección visual	2	42	Ninguna	Octubre de 2018
		Explosión por choque térmico en la paila	Proyección de zinc caliente. Rompimiento de la paila Daño en el material del cliente. Daño a personas	9	No se secó el material adecuadamente	Ninguno	2	Inspección visual	3	54	Ninguna	Ninguna
					Material no tiene barrenos de dren y venteo	Realizar barrenos e inspeccionar	2	Inspección visual	2	36	Ninguna	Ninguna
		Fuga en la paila de zinc	Derrame del zinc fundido Paro de la línea de galvanizado	10	Finalizó el tiempo de vida útil de la paila de galvanizado	Programar cambio por tiempo de vida útil cada 12 años	1	Inspección con equipo de medición	3	30	Programar junta para decidir cambio de tina al término de su vida útil	Agosto de 2018
		Falla en los quemadores del horno	Paro de la línea de galvanizado	8	Falta de mantenimiento.	Programa de mantenimiento preventivo	4	Torreta y alarma sonora	2	64	Revisión de la efectividad del programa de mantenimiento preventivo	Agosto de 2018
					Corte de energía eléctrica	Planta d emergencia (generador eléctrico)	1	Ausencia de luz, entrada automática de planta de emergencia	1	8	Mantenimeinto a planta de emergencia y pruebas de operación	Agosto de 2018
		Velocidad alta a la hora de salida de la paila	Líneas y marcas en el revestimiento del galvanizado	7	Difícil / Mala maniobra por parte del galvanizador	Ninguno	3	Inspección visual	3	63	Reforzamiento a la capacitación	Octubre de 2018
		Temperatura baja en la paila de zinc	Espesor de la película de galvanizado fuera de especificación	7	No se dejó recuperar la temperatura de la paila de galvanizado	Revisión de la temperatura en el CCM	2	Revisión visual	2	28	Ninguna	Ninguna
		Grúa viajera no funciona	Paro/atraso de producción	8	Avería de la grúa	Programa de mantenimiento preventivo	6	Ninguno	4	192	Revisión del programa de mantenimiento preventivo	Julio de 2018
Enfriamiento	Material a temperatura ambiente o enfriado	Grúa viajera no funciona	Paro/atraso de producción	7	Avería de la grúa	Programa de mantenimiento preventivo	5	Ninguno	4	140	Revisión del programa de mantenimiento preventivo	Julio de 2018
Pasivado	Material con película de pasivado	Grúa viajera no funciona	Paro/atraso de producción	7	Avería de la grúa	Programa de mantenimiento preventivo	5	Ninguno	4	140	Revisión del programa de mantenimiento preventivo	Julio de 2018
Inspección de Calidad	Cumplimiento de las especificaciones del material (varilla)	Equipo de medición descalibrado	Medición incorrecta de la conformidad del producto	7	Falta de mantenimiento y calibración a equipos de medición.	Programa de mantenimiento preventivo a equipos de medición	2	Prueba de calibración contra un equipo patrón	3	42	Ninguna	Ninguna
		Método de toma de espesor inadecuada			Falta de capacitación al Inspector de calidad	Ninguno	2	Ninguno	4	56	Capacitar a personal operativo para que también sepan hacer pruebas de espesor.	Octubre de 2018
Acabado	Repasado y reparación a material galvanizado	Material posee zonas sin recubrimiento	Mala aplicación de acabado	8	Falta capacitación al personal de acabado	Ninguno	4	Ninguno	3	96	Reforzamiento a la capacitación	Octubre de 2018
		Grúa viajera no funciona	Paro/atraso de producción	7	Avería de la grúa	Programa de mantenimiento preventivo	5	Ninguno	4	140	Revisión del programa de mantenimiento preventivo	Julio de 2018

Fuente: Elaboración propia (basada en FMEA-4)

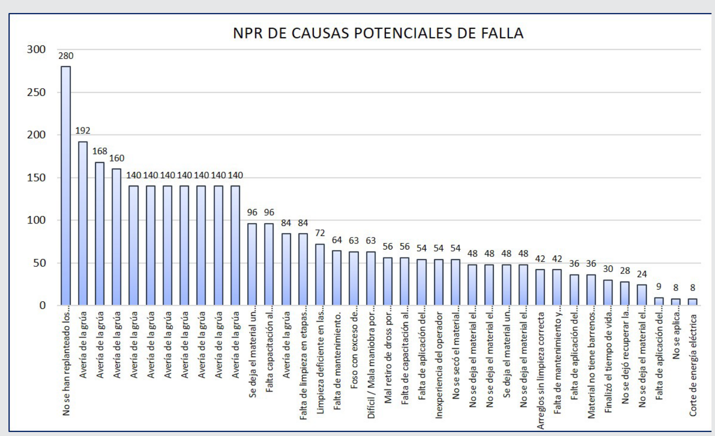


FIGURA 9. Gráfica del NPR de las causas potenciales de falla. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Causas potenciales de falla con mayor NPR para el proyecto de galvanizado de varilla de acero.

Causas potenciales de falla	Modo de falla potencial asociada a la causa	NPR
No se han replanteado los procedimientos de trabajo	Método de trabajo inadecuado (limpieza de arreglo)	280
Avería de la grúa	Grúa viajera no funciona en galvanizado	192
Avería de la grúa	Grúa viajera no funciona en decapado	168
Avería de la grúa	Grúa viajera no funciona en fluxado.	160
Avería de la grúa	Grúa viajera no funciona (otras áreas)	140

Fuente: Elaboración propia (basada en FMEA-4)

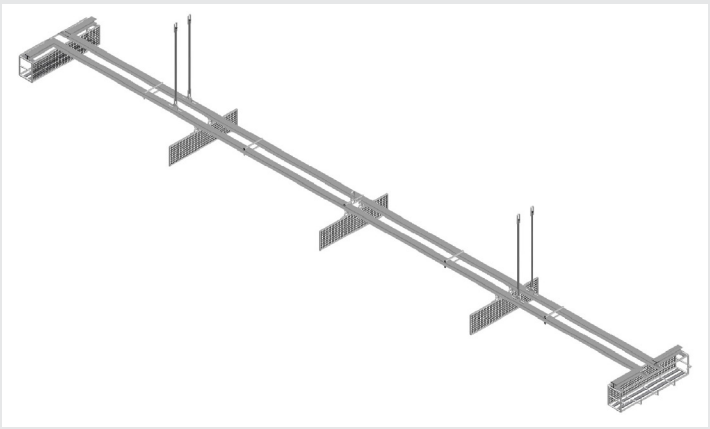


FIGURA 10. Dibujo de un arreglo para galvanizado de varilla. Tomado de archivos internos de Metalyzinc S.A. de C.V.

Asimismo, las siguientes causas potenciales de fallas (ver tabla 9) se relacionan con paros de producción por averías en las grúas viajeras. Tienen mayor impacto las averías en las áreas de galvanizado y decapado, esto lo explica que en esas áreas se requiere mayor recorrido y un mayor número de maniobras con los materiales en las grúas.

CONCLUSIONES

El Análisis Modal de Efectos y Fallas es una metodología analítica usada para asegurar que los problemas potenciales se han considerado y abordado a través del proceso. Para este caso de estudio se plantea lo siguiente:

Considerando una producción de 8000 toneladas de varilla con una carga de 3 toneladas por rack-arreglo se procesan en este proyecto 2667 cargas aproximadamente, el tiempo agregado al proceso por la limpieza necesaria del arreglo es de 74 días de producción:

$$2667 \text{ x } 40 \text{ min} = 106{,}680 \text{ min} = 1778 \text{ horas} = 74 \text{ días}$$

Esta información ayuda a configurar otra forma de trabajo mediante la siguiente propuesta:

Utilizar otra tina de decapado de proceso para decapado de arreglo especialmente para este proyecto de procesamiento de 8000 toneladas de varilla. De esta manera, de las 8 tinas de decapado existentes, dos tinas serán utilizadas en paralelo para reducir el tiempo de estancia de los arreglos galvanizados a la mitad, es decir, 889 horas y quedarán 6 tinas de decapado de proceso con la capacidad suficiente. Esto contribuye a reducir el tiempo de proceso del proyecto en 37 días, los cuales se traducen en menores costos de operación, aumento de la productividad y mejores tiempos de entrega al cliente.

También se recomienda la revisión del programa de mantenimiento preventivo para las grúas viajeras del proceso de galvanizado y la revisión de la eficacia de su mantenimiento correctivo, a fin de minimizar los paros por avería de las grúas que detengan la producción; entendiendo que los patrones de uso de las grúas pudieran aumentar debido a la carga de trabajo del proyecto de galvanizado de varilla aunado a la atención normal de los materiales de otros clientes.

Por último, se propone hacer un modelo de simulación discreta del proceso de galvanizado de varilla, lo cual permitirá crear escenarios alternos de producción y experimentar con ellos, ya que esto mostraría de manera estadística y cuantificada los resultados y el impacto de cada decisión tomada.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Asociación Latinoamericana de Zinc (LATIZA, 2018), Galvanizado Proceso. Obtenido el 26 de abril de 2018, de la página electrónica: www. latiza.com/zinc/uso-y- aplicaciones/ galvanizado-proceso/.

[2] American Galvanizer's Association (AGA, 2018) Revestimientos de zinc. Obtenido el 27 de abril de 2018, de la página electrónica: www. galvanizeit.org /uploads /publications /Revestimientos _Zinc.pdf.

[3] Cartín, Andrés. Villarreal y A. Morera. Implementación del análisis de riesgo en la industria alimentaria mediante la metodología AMEF: enfoque práctico y conceptual. Revista de Medicina Veterinaria, No. 27, enero-junio (2014), 133-148.

[4] García, Telmo. Estudio para la reducción de costos por fallas en el proceso de llenado y empaque de leche en la pasteurizadora Quito en base al sistema AMEF. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2016.

[5] Caal, Leonel. Mejora continua mediante la utilización de Seis Sigma para la selección y asignación de recursos de sistemas en una empresa dedicada a la producción de lámina galvanizada. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005.

[6] Martínez, César. Implementación de un Análisis de Modo y Efecto de Falla en una línea de manufactura para juguetes. Universidad Autónoma de Nuevo León, 2004.

[7] Zapata, Carlos y S. Milena. Reglas de consistencia entre modelos de requisitos de un método. Revista Universidad EAFIT, Vol. 42, No. 141 (2006), 40-59.

[8] Hernández, David, Análisis del Modo y Efecto de las Fallas potenciales aplicados a un caso de estudio. Universidad Nacional Autónoma de México, 2005.

[9] Chrysler LCC, Ford Motor Company, General Motors Corporation, Manual de referencia: FMEA-4. Análisis de Modos y Efectos de Fallas potenciales. Publicación de AIAG, 2008.

[10] Merchán, A., Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMFE) en el proceso de producción de tableros eléctricos de la empresa EC-BOX. Universidad del Azuay. Cuenca, Ecuador, 2015.

Calidad y Sistemas de Manufactura

Ingeniantes

Diseño de instrumento para la medición de esfuerzo en espejo vaginal desechable

Colaboración
Fabiola Olvera Torres; Salvador Flores Téllez; David Méndez Amaro; Lizzeth Hernández Carnalla, Instituto Tecnológico Superior de Atlixco

RESUMEN: El presente trabajo está enfocado a la aplicación de herramientas de ingeniería para resolver una necesidad específica de la empresa Victory Plastics SA de CV, en el producto denominado espejo vaginal.

El contenido del trabajo, abarca el uso de propiedad de los materiales, diseño, simulación de esfuerzo, diseño de dispositivo de prueba, diseño de experimento.

La importancia del proyecto radica en que se logra cumplir con la norma NMX-BB-096-SCFI-2001 la cual regula las características necesarias para participar en licitaciones de este producto ante el sector salud.

En base a la norma se tiene como resultado la determinación de las condiciones físicas apropiadas para la simulación de esfuerzo. Así como, el diseño del dispositivo de prueba de calidad que permite alcanzar los estándares establecidos y disminuir los costos generados en la empresa por dicha prueba.

PALABRAS CLAVE: Diseño, Simulación de esfuerzo, Prueba de calidad

ABSTRACT In this work, we use some of engineer tools to solve a specific necessity of Victory Plastics SA de CV company, in the product called Vaginal Mirror.

The content of this paper apply concepts of: materials properties, design of parts, stress simulation, design of a device prototype and experimental design.

The impact factor of project, is on satisfy the Mexican norm: NMX-BB-096-SCFI-2001.

This regulate specific and needed characteristics to applied to public tenders of health sector.

Respect to the norm be have as results appropiated physical conditions for to stress simulation test. As well as the desing of cuality test device to allows reach established standards and decreased the costs generated by this test for to Company.

KEYWORDS: Design, stress simulation, quality test.

INTRODUCCIÓN

VICTORY PLASTICS S.A. de C.V. es una empresa manufacturera de productos plásticos, el espejo vaginal es su producto estrella el cual de acuerdo a sus características se describe como artículo de uso médico, desechable, fabricado con plástico grado médico transparente; su diseño garantiza insertarlo, manipularlo, y retirarlo con facilidad al mínimo traumatismo en el paciente. Las partes que integran el producto son: valva superior y valva inferior que al ser ensambladas cumplen con el mecanismo de autorretención con tres diferentes aberturas. (Fig. 1)

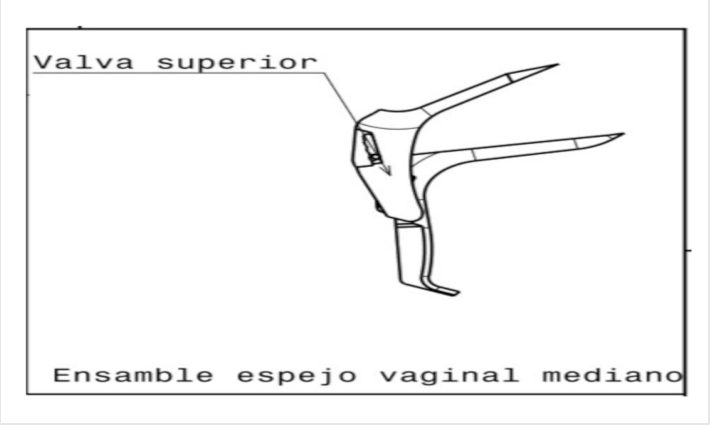


Fig. 1 Ensamble espejo vaginal

Determinaciones de calidad del espejo vaginal desechable

Las especificaciones mínimas de calidad y los métodos de prueba que debe cumplir el espejo vaginal desechable, que se comercializa en territorio nacional se encuentran descritas en la norma NMX-BB-096-SCFI-2001. En el documento se describe a las cinco determinaciones de calidad, además de las especificaciones de cada una y el método de prueba para la obtención de resultados. A continuación, se describe las generalidades de cada determinación:

1. Acabado: consiste en verificar la inexistencia de daños superficiales en el producto, así como partículas extrañas que puedan ser causa alteración de resultados.

2. Dimensional: se refiere a medir las dimensiones del artículo usando equipos de medición adecuados.

3. Identificación del material de fabricación: se basa en la medición de la absorción de la luz producida por la interacción de los grupos funcionales con energía radiante en el rango infrarrojo en función de la longitud de onda, para asegurar que sea fabricado con poliestireno cristal.

4. Prueba de esfuerzo: el método consiste en la evaluación de la eficiencia del mecanismo de autorretención del espejo y de las valvas del mismo, cuando estas últimas son sometidas a una carga.

5. Prueba intercutánea: consiste en evaluar el promedio de reacciones obtenido de la piel de los conejos con respecto al promedio de reacción del blanco.

El trabajo de investigación hace énfasis a la prueba de esfuerzo ya que en la empresa no se tiene un método estandarizado para el monitoreo de esa determinación; es por ello que se busca diseñar un método de trabajo para la inspección de dicha prueba, además de fabricar un dispositivo que facilite el procedimiento y soporte dicho resultado.

Prueba de esfuerzo

La prueba de esfuerzo consiste en posicionar la valva superior del espejo, mediante el mecanismo de autorretención en la abertura máxima y apoyar la parte activa de la valva inferior sobre el borde de una superficie lisa, de tal forma que sea factible sujetar, posteriormente se aplica una fuerza de 19,61 N (2 Kgf), a 25 mm de la punta de la valva superior en sentido perpendicular durante un minuto y repetir la operación en cada una de las posiciones de abertura que presente el producto. (Fig. 2).

El resultado esperado en dicha prueba es el soporte de la carga especificada, sin que el mecanismo de autorretención se bote o se desplace. Ninguna parte del espejo debe mostrar rupturas o indicios de rupturas, una vez retirada la carga. [1].

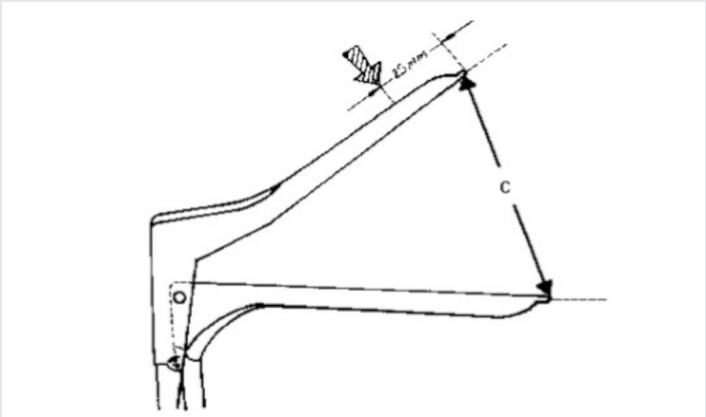


Fig. 2 Posicionamiento para prueba de esfuerzo

METODOLOGÍA

La investigación cuenta con fundamentos de planeación de la calidad, para ello se hace uso de la metodología Ciclo de mejora continua conocido como “Ciclo Deming” [2] basada en cuatro etapas:

1.- Planear. Para determinar las tareas a realizar para el cumplimiento de especificaciones del producto y diseño de método de trabajo. Fue de gran importancia el proceso de documentación, en este, se interpreta la norma nacional que regulan los métodos para el cum-

plimiento de especificaciones de calidad del producto, se definen las propiedades físicas del poliestireno cristal y se determina el software a utilizar para la simulación de esfuerzos en el mismo.

2.- Hacer. Con el uso de software se diseñan las partes del producto para posteriormente ejemplificar el ensamble, se agregan propiedades del material para simular el esfuerzo requerido y determinar la distancia entre valvas después de someter dicha fuerza; posteriormente se genera un análisis de operaciones para el diseño de dispositivo de medición que servirá de apoyo en el método de trabajo estandarizado.

3.- Verificar. Aplicando los conocimientos de procesos de fabricación y propiedades de los materiales, se obtiene el dispositivo diseñado y se valora el cumplimiento de normatividad.

4.- Actuar. Al tomar acciones para la mejora, fue necesario determinar el método de trabajo para la inspección de prueba de esfuerzo haciendo uso de dispositivo diseñado. Para ello se diseñó de ficha técnica del producto e instructivo de operación para su manejo.

En la Fig. 3 se presenta el diagrama de operaciones donde se especifican las actividades de la metodología.

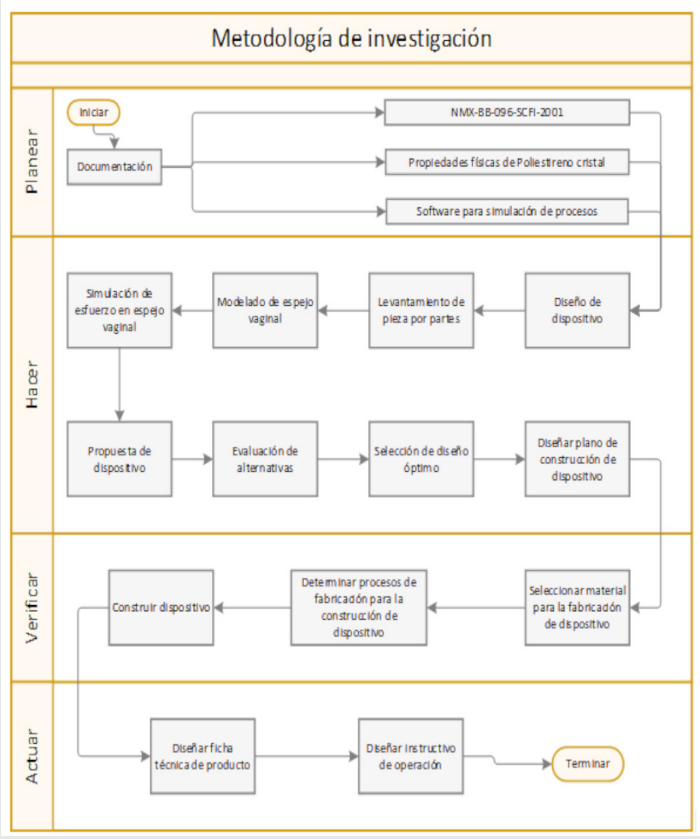


Fig. 3 Diagrama de operaciones para el desarrollo de investigación

RESULTADOS

La planeación de la calidad es fundamental en procesos de mejora continua, en este trabajo de investigación se aplicó como método sistémico basado en las cuatro etapas básicas teniendo como resultado un dispositivo que cumple con especificaciones normativas.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por cada etapa de desarrollo del trabajo.

Planear

Con la interpretación de la norma NMX-BB-096-SCFI-2001, se define el procedimiento para la aplicación de esfuerzo antes mencionado en la introducción de este documento.

Con la consulta de la ficha técnica del poliestireno cristal se identifican las propiedades físicas del material. (Tabla 1) [3]. Mismas que aportan propiedades al espejo vaginal.

Se define al software CATIA V5 como el óptimo para la simulación del proceso analizado ya que este cuenta con la capacidad de generar diseños asistidos por computadora, definir las propiedades del material utilizado y además permite generar la simulación al aplicar esfuerzos [4].

Hacer

Se realizó el diseño del producto espejo vaginal. Y sobre este diseño se aplicaron las especificaciones mecánicas de poliestireno cristal [4], para así poder realizar la simulación de esfuerzos.

En la figura 4 a), tenemos el diseño del espejo vaginal, con la primera posición, la cual presenta una abertura máxima de 70.617 mm; en la figura 4 b) se muestra que esta disminuyo a 48.573 mm. Dicho cálculo se realizó mediante el ensamble de ambas valvas, y la aplicación de las herramientas del módulo de Generative Structural Analysis de CATIA V5 [5].

En ambas figuras podemos observar el mallado generado por el método de elemento finito, donde se está resolviendo cada tres puntos la ecuación de Newton para un medio elástico [6].

$$F_i = \frac{\partial \sigma_{ik}}{\partial x_k} \qquad \text{Ec. (1)}$$

El análisis nos permite determinar médiate el Von Mises Stress las líneas equipotenciales que presentan mayor tensión interna, si esta sobrepasa las especificaciones mecánicas (limite elástico), la pieza se romperá, cualitativamente nos indica las secciones que son más propensas a una ruptura.

La simulación previa nos permite diseñar bajo datos específicos el prototipo de prueba de esfuerzo, sin

tener que recurrir a correcciones en los datos de distancia entre cada valva.

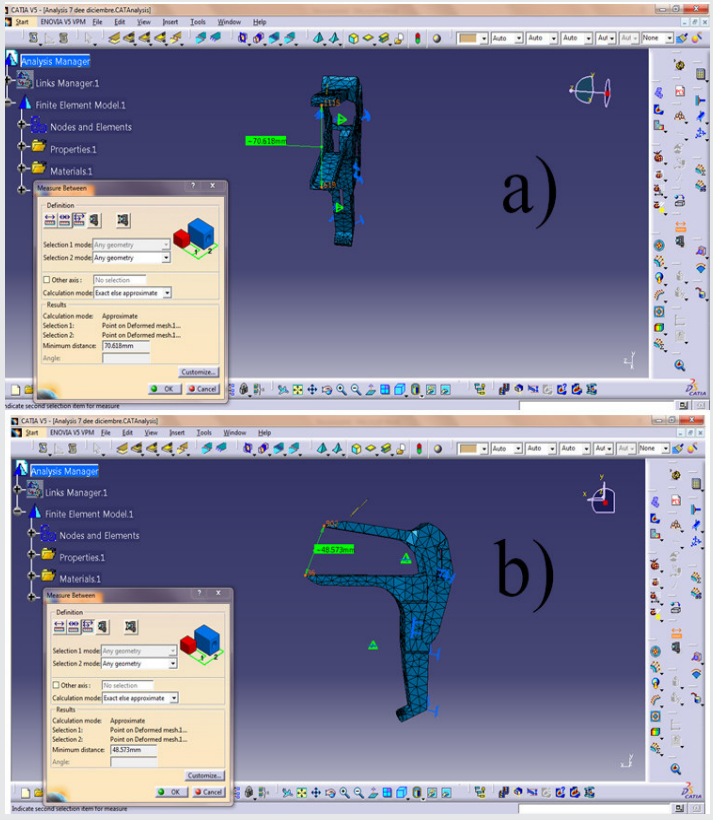


Fig. 4 Modelado y simulación de esfuerzo

En esta simulación se han introducido los valores intrínsecos del poli estireno cristal:

Tabla 1 Hoja técnica de poliestireno cristal (Rango de temperatura de inyección: 210-230 ªC)

Propiedad	Método Interno/ Referencia	Valor Típico	Unidad
Índice de Fluidez	ASTM D1238	4	G/10 min.
Densidad	ASTM D792A	1.04	g/cm^3
Impacto IZOD	ASTM D256A	0.3	$Ft\text{-}lb_f/in$
Módulo de Flexión	ASTM D790-1	430000	psi
Resistencia a la Tensión	ASTM D638	7000	psi
Elongación	ASTM D638	2.68	%

Como se define en las primeras líneas de este documento, el producto tiene tres aberturas diferentes; es por ello que el procedimiento de simulación se ejecutó tres veces modificando la posición por cada abertura. Determinando la distancia mínima entre las valvas al ejercer el esfuerzo normalizado. (Tabla 2)

Tabla 2 Longitud por abertura después del esfuerzo

Abertura	Distancia entre valvas (mm)	
	Normal	Mínima
1	70.61	48.57
2	54.00	24.88
3	44.00	17.57

Una vez obtenidos los datos, se diseñan tres modelos de dispositivo que permiten el desarrollo de procedimiento y obtención de aberturas mínimas determinadas; dichos dispositivos son sometidos a evaluación por gerentes de planta y de calidad de la empresa, y basado en la complejidad de uso, materiales utilizados para la fabricación y costo de fabricación se selecciona a uno de ellos. En la fig. 5 a) se presenta el plano técnico del instrumento seleccionado y en la fig. 5 b) se muestra al mismo en vista 3D.

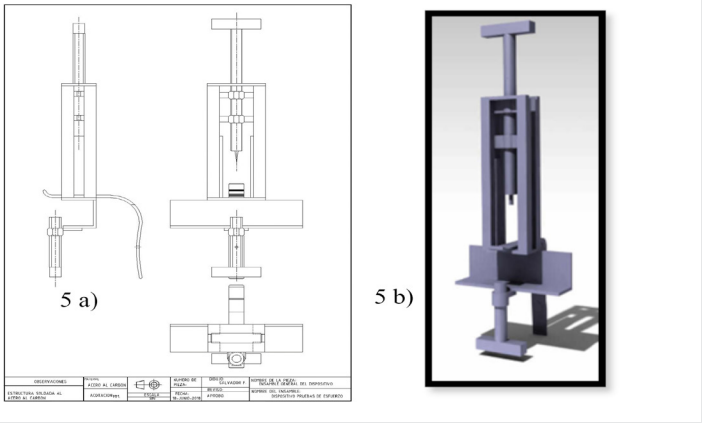


Fig. 5 Diseño de dispositivo de prueba de esfuerzo

Como resultado de la simulación, es posible conocer la distancia en la abertura entre las valvas en cada punto de retención, por consecuencia el prototipo de prueba de esfuerzo, al ser colocado en posiciones que respeten dichas aberturas, estará aplicando directamente la fuerza requerida según la especificaciones de la NOM, el prototipo está constituido por piezas metálicas, y debido a que su resistencia mecánica es mucho mayor que la del poliestireno, las flexiones del dispositivo de pruebas pueden ser despreciadas.

Verificar

Para el cumplimiento de diseño y funcionamiento de dispositivo, se estudia el cumplimiento de los requerimientos normativos en la puesta en marcha del dispositivo. En la lista de verificación se presenta como resultado de la revisión al 100% de requisitos del procedimiento.

Actuar

Una vez fabricado el dispositivo se diseña la ficha técnica del producto donde se definen las características del mismo. Este documento es de utilidad

para el diseño de eventos de mantenimiento con el objetivo de que permanezca en las condiciones óptimas para su uso.

Tabla 3 Lista de verificación de requerimiento normalizado

Requerimiento	Cumple	
	Si	No
Apoyo activo en valva inferior	X	
Sujeción firme mediante asidero de valva inferior	X	
Fuerza 2 kgf a 25 mm de valva superior en sentido perpendicular	X	

Otro documento diseñado es un instructivo de operación donde se especifican las actividades a desarrollar para la prueba de esfuerzo.

CONCLUSIONES

A través de la interpretación de normas se pueden diseñar métodos de trabajo orientados al cumplimiento de especificaciones de productos para la satisfacción del cliente; aunado a ello, la aplicación de análisis de operaciones, diseño de herramientas y simulación de procesos generan la aportación de conocimiento para la innovación de procesos.

En ese caso, se generó la innovación en el procedimiento de inspección de parámetros de calidad del espejo vaginal durante el proceso de fabricación en la empresa Victory Plastics SA de CV; al diseñar dispositivo de prueba de calidad, se cuenta con un procedimiento que asegura el cumplimiento de prueba de esfuerzo en espejo vaginal por cada lote fabricado, además, es posible realizar el muestreo estadístico que permite asegurar la aprobación del producto.

BIBLIOGRAFÍA

[1] «Materiales para uso médico - Espejo Vaginal Desechable - Especificaciones y Métodos de prueba,» Secretaria de económia, México, 2001.

[2] M. Gutierrez, Administrar para la calidad. Conceptos administrativos del control total de calidad., México: Limusa SA de CV, 2003.

[3] POLNAC, «Hoja técnica,» México, 2017.

[4] f. T. G. SEGULA, «Microsoft Word - R12_manual_catia_v5_mar_10.doc,» 9 Marzo 2004. [En línea]. Available: http://www.ehu.eus/asignaturasKO/DibujoInd/Manuales/R12_manual_catia_v5.pdf. [Último acceso: 5 Septiembre 2018].

[5] J. A. Angulo, Analisis y diseño de piezas con CATIA V5, Mexico: AlfaOmega, 2009.

[6] L. D. Landáu y E. Lifshitz, Teoria de la elasticidad, U.R.S.S: REVERTE, 1969.

Calidad y Sistemas de Manufactura

Ingeniantes

Impacto de MTS soluciones industriales en las pequeñas empresas

Colaboración
Tomás Edison Pérez Cruz; Luis Mario Corona Cantorán; Enrique Estrada Zecua; Edith Dalile Aguilar Rojano; Laura Vives Carbajal, Instituto Tecnológico Superior de Atlixco

RESUMEN: La ingeniería en la región de Izucar de Matamoros-Atlixco, dirigida a las pequeñas empresas es un recurso un tanto difícil de alcanzar, debido a que, los ingenieros egresados de las distintas universidades enfocan su destino laboral en empresas de renombres, ya que, las pequeñas empresas no pueden pagar un ingeniero.

La idea de proyecto se enfoca en apoyar al desarrollo de pequeñas empresas y al mismo tiempo llevando a la práctica el conocimiento adquirido a lo largo de la carrera.

Empresas en la región están interesados en el aporte que los proyectos de estudiantes pueden generar a favor de mejorar su calidad, y nivel de producción, con la finalidad de mejorar el estatus económico y de posicionamiento ante la sociedad y sus competidores directos.

Mediante el análisis del estatus actual de la empresa, se identifican las problemáticas y se generan soluciones en base a la ingeniería industria, que pueden ser abarcadas desde el punto de vista de la logística de los procesos de producción, las ventas y la mercadotecnia.

MTS Soluciones Industriales tiene como objetivo brindar las herramientas a esas pequeñas empresas, a un alcance accesible.

PALABRAS CLAVE: Ingeniería, Empresa, Proyecto, Análisis, Problemática, Soluciones.

ABSTRACT: Engineering in the región Izucar of Matamoros-Atlixco, aimed at small businesses is a somewhat difficult resource to achieve, because the engineers graduated from the different universities focus their work destination on renowned companies, since the Small businesses can not afford an engineer.

The project idea focuses on supporting the development of small businesses and at the same time putting into practice the knowledge acquired throughout the career.
Companies in the region are interested in the contribution that student projects can generate in favor of improving their quality, and level of production, in order to improve the economic status and positioning before society and its direct competitors.

By analyzing the current status of the company, problems are identified and solutions are generated based on industrial engineering, which can be covered from the point of view of the logistics of production processes, sales and marketing.

MTS Soluciones Industriales aims to provide the tools to these small companies, within an accessible reach.

KEYWORDS: Engineering, Businesses, Project, Analyzing, Problems, Solutions

INTRODUCCIÓN

La ingeniería de consulta en la región de Izucar-Atlixco, no está dirigida para las empresas pequeñas, ya que no cuentan con la economía para poder absorber el costo de un consultor o de un ingeniero de planta, por lo cual, solo son aplicadas las estra-

tegias adquiridas por la experiencia y/o las que son sugeridas por otros empresarios, bien, si estas logran producir frutos, se continua aplicándolas hasta el punto que estas ya no sean rentables, sin embargo, no se analizan, miden o innovan en estas estrategias ya aplicados, por la razón de no tener los conocimientos para poder aplicar una mejora continua dentro de sus instalaciones.

Los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Atlixco (ITSA), detectaron esta necesidad y decidieron formar un equipo de consultoría que atendiera a las pequeñas empresas, y al mismo tiempo adquirieran experiencia dentro del mundo laboral.

Con el apoyo de asesores de la carrera, se inició este proyecto, se trabajó con la empresa Artesanías Montesinos S.A de R.L. ubicada en Izucar de Matamoros, donde se colaboró como evaluadores de sus sistemas de producción y su repartición de áreas dentro de la empresa. Posteriormente se apoyó a la mercadotecnia, con un sitio web de la empresa.

El apoyo de la institución en la formación y evaluación del proyecto ha logrado que la consultoría adquiera más herramientas administrativas y didácticas para desenvolver de una manera más práctica el conocimiento adquirido y aplicarlo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Como consultoría el método en el cual nos basamos para poder trabajar dentro de las empresas es con el ciclo Deming: Planear, Hacer, Verificar y Actuar [1]. Este método es el más óptimo al momento de analizar una empresa o sistema productivo para detectar posibles problemas y poder implementar alguna mejora dentro de la o el mismo [2].

El proyecto de consultoría se está llevando a cabo en base a la planeación por diagramas de Gantt, en donde detectamos las actividades a realizar para lograr el objetivo planteado, en tiempo y forma necesaria para realizar el proyecto [3].

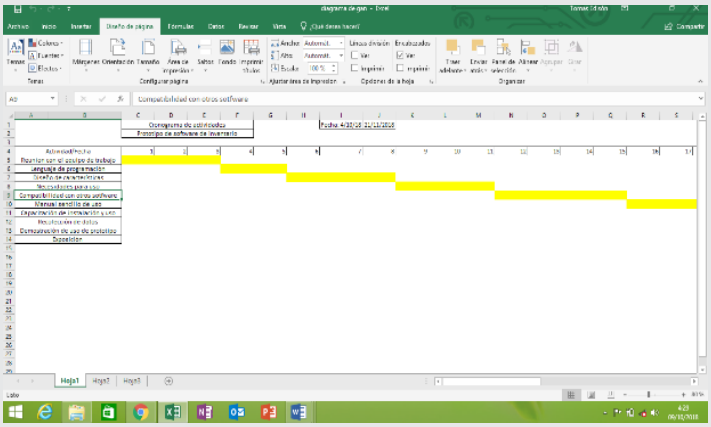


Figura 1 Diagrama de Gantt

El proyecto ha tenido lugar en dos sedes, Chipilo e Izucar de Matamoros. En INTAMEX y Artesanías Montesinos, respectivamente ubicadas.

En lo que concierne a INTAMEX (productora de tarimas en madera) se realizó un diagrama de flujo de proceso, donde identificamos a fondo las actividades y su tiempo de realización, de los procesos dentro de la planta.

Este paso nos ayudó de primera mano a planear las posibles áreas o procesos en los cuales se podría implementar alguna propuesta para aumentar la producción y con ello las ganancias.

MTS SOLUCIONES INDUSTRIALES

DIAGRAMA DE PROCESO

Fecha de realización: 26/06/2018							Nombre de pieza: T-CH-747-1130					
Diagrama No. 2	Página 1 de 2						RESUMEN					
Proceso: Armado							Actividad	Actual		Propuesto		Economía
								cant.	tiemp.	cant.	tiemp.	cant.	tiemp.
Actividad: Armado de tarimas chicas							Operación		3:36				
							Transporte						
Tipo de diagrama:	Material ( )						Espera						
	Operario (x)						inspección						
Método:	Actual (x)						Almacenamiento						
	Propuesto ( )						Distancia total						
Area/Sección:							Tiempo total		3:36 min				
Elaborado por: Luis Mario Corona C.							Aprobado por:						
Descripción								dist.	tiemp.	Observaciones			
Emparejado de tacones									0:06s	2 operarios			
Clavar 3 tacones a la duela corta									0:57s	1 operario			
Clavar 5 duelas largas a los sub ensambles									1:16s	2 operarios			
Doblar clavos y poner 3 duelas cortas									0:37s	1 operario			
Clavar las 3 duelas cortas									0:40s	1 operario			

Figura 2 Diagrama de proceso

Se desarrollaron prototipos de máquinas para elaborar tarimas y agilizar el proceso de elaboración.

Así también, se desarrollaron propuestas administrativas para mejorar la fluidez de la comunicación y transporte dentro de la empresa. Artesanías Montesinos, se ocuparon softwares de diseño 3D para simular los espacios y muebles necesarios para estructurar la línea de producción y permitirnos reconocer mejoras y aplicarlas.

En el apartado de ergonomía, sugerimos la cantidad de luz necesaria en las estaciones, que fuese amigable y generará menos cansancio en los operarios [4]. Para elaborar la plataforma en línea, se buscó un servidor, y el más recomendable fue WIX, servidor que

nos permitió generar un diseño original y adecuado a las necesidades pedidas por el cliente, a un pecio razonable.

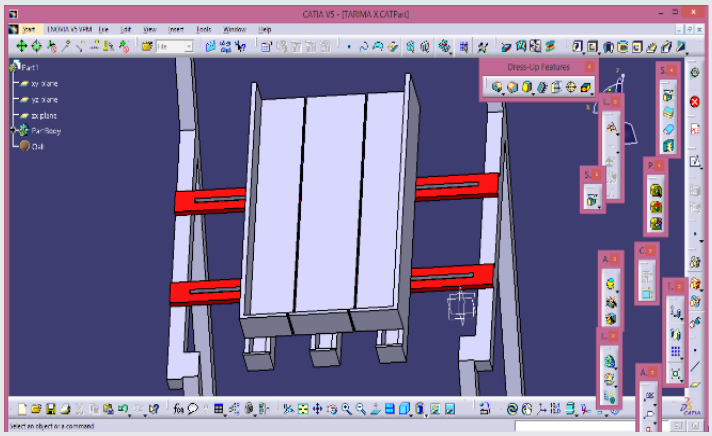


Figura 3 Diseño de Maquina para hacer tarimas

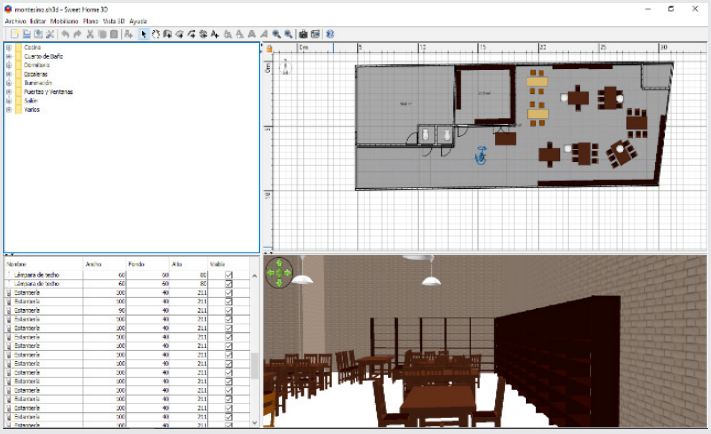


Figura 4 Diseño de instalaciones

Figura 5 Diseño de página web

RESULTADOS

Después de trabajar con Artesanías Montesino, establecimos contacto con un empresario dueño de varias empresas en la región de Chipilo Puebla, al cual le intereso nuestros servicios y nos abrió las puertas a sus empresas para desarrollar diversos proyectos dentro de ellas.

Empresa INTAMEX S.A de C.V

Uno de los trabajos que tuvo mayor impacto en ella fue el estudio de tiempos y movimiento, determinación de costos unitarios.

En el estudio de tiempos y movimientos donde pudimos determinar los tiempos muertos y de ocio que se tenían en cada proceso. Para solucionar este problema se realizaron dos propuestas:

1. Rotación de las actividades del personal, lo cual ayudo a reducir la fatiga del personal, aumentando en un 10% la productividad de cada empleado.

2. Eliminación de actividades innecesarias.

En el trabajo de costos unitarios pudimos identificar un par de productos que sus costos de fabricación superaban al precio de venta, lo cual generaba grandes pérdidas a la empresa [5].

Para solucionar este problema se realizó una propuesta del proceso productivo y la implementación de una máquina para incrementar su producción [6].

CONCLUSIONES

La empresa ya antes mencionada, Artesanías Montesinos, fue la primera oportunidad de trabajo para MTS Soluciones Industriales, ubicada en Izucar de Matamoros, se identificaron cruces innecesarios en su proceso de producción, lo que generaba retrasos a la hora realizar las actividades, las etapas de proceso eran muy estrechas en cuanto a tiempo y espacio. A favor de la consultoría, la empresa cuenta con estructura para mover la planta, en la cual se hizo el diseño de la nueva línea de producción, en donde, se podrán hacer duplicar las tareas y agilizar los procesos, al mismo tiempo será más cómodo para los colaboradores desenvolverse y dar un rendimiento más alto y así ser más eficientes y por resultado, generar artesanías de mayor calidad.

Posteriormente, el dueño de la empresa solicitó generar una tienda en línea, en donde poder ofrecer productos rezagados o de segunda mano para poder disminuir inventario y generar nuevas vías de comercio más cercanas a la ubicación de la planta, así como aprovechar las nuevas tecnologías disponibles.

Con estos resultados vemos que la consultoría de aplicación de herramientas de ingeniería industrial es muy útil para la solución de problemas en las pequeñas empresas.

BIBLIOGRAFÍA

[1] H. j. Barry, Principio de Administración de Operaciones, México: Pearson, 2004.

[2] b. R. J. Heizer, Administración de operaciones, Séptima ed., México: Pearson, 2009, p. 639.

[3] J. K. L. P. Ritzman, Administración de Operaciones. Estrategia y Análisis, Quinta ed., México: Pearson, 2009.

[4] R. B. C. Robert jacobs, Administración de operaciones. Producción y Cadena de Suministros, 13a. ed., México: Mc Graw-Hill, 2010.

[5] K. B. Zandin, Manual del Ingeniero Industrial, Quinta edición ed., México: Mc Graw Hill, 2017, p. Sección 3.

[6] K. B. Zandin, Manual del ingeniero industrial, Quinta edición ed., México: Mc Graw Hill, 2017, p. Seección 2.

Multiciplinario
e
ingenierías
Ingeniantes

Efecto de las fluctuaciones del nivel de Aguas Freáticas en las Cimentaciones de las obras de Ingeniería Civil

Colaboración
Laura Inés Mendoza González; Sergio Aurelio Zamora Castro; Rolando Salgado Estrada, Universidad Veracruzana

RESUMEN: Los sistemas de cimentación es el soporte de las obras de Ingeniería Civil, base primordial del desarrollo de las ciudades. Si la cimentación falla se pone en riesgo vidas humanas y la infraestructura en general. El objetivo del presente trabajo es presentar los resultados del monitoreo de las fluctuaciones del Nivel de Aguas Freáticas (NAF) en los periodos de los meses de octubre del 2014 a diciembre del 2017 y como estas fluctuaciones afectan la cimentación. Se realiza un análisis estadístico y grafico de los cambios del NAF así como correlaciones. Con los resultados obtenidos nos muestra que el NAF es un sistema heterogéneo, dinámico e impredecible y se pueden recomendar sistemas de cimentación adecuados a la presencia del nivel de aguas freáticas sin que la estabilidad de la estructura este en riego.

PALABRAS CLAVE: Fluctuaciones, cimentaciones, correlaciones, Nivel de aguas freáticas (NAF).

ABSTRACT: The objective of this paper is to present the results of the monitoring of the fluctuations of the NAF and the periods of the months from October 2014 to May 2015, in order to acquire more knowledge about the changes. In this way, reach the proposal of depths of optimal conditions in the area of the Port of Veracruz.

KEYWORDS: Fluctuations, foundations, correlations, groundwater level.

INTRODUCCIÓN

En la zona metropolitana del Puerto de Veracruz proliferan los suelos eólicos producto de las corrientes de aire llamados “nortes” (condición meteorológica de escala temporal corta de 2 a 3 días) que se registran en la zona. Estos suelos son depositados y se forman dunas de arena [1]. Actualmente la zona urbana del puerto, en su mayor parte está cimentada en esos suelos [2]. El desarrollo turístico del puerto hacia la zona de Boca del Río se observan hoteles y edificios residenciales de más de 20 niveles, donde el sistema de cimentación que se

implanta son pilotes y pilas hasta profundidades de 20 m, hasta llegar a estratos firmes, en este caso arenas densas o la capa de roca sedimentaria orgánica tipo coral. La ciudad en los últimos años ha registrado un crecimiento fuerte, por lo que se han construido las viviendas sobre los depósitos eólicos, de compacidad suelta. Estas viviendas constantemente en riesgos por los eventos sísmicos registrados últimamente, propensos a los fenómenos de licuefacciones o sifonamientos [3]. De ahí viene la importancia, de crear conciencia a los estudiantes de Ingeniería Civil sobre los métodos y técnicas para trabajar los materiales productos de los depósitos del viento [4, 5]. En este trabajo se presenta paso a paso como se realiza el monitoreo del nivel de aguas freáticas (NAF), en un pozo de control efectuado en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Veracruzana, campus Veracruz (FIUV). Esta nos da una idea, de que cuando se tiene la limitación económica de aparatos sofisticados se puede utilizar el ingenio y creatividad de los estudiantes para realizar actividades de investigación y en este caso monitorear el NAF. La importancia de este monitoreo data en que en épocas de lluvia el NAF se encuentra a escasos 1.0 m y en época de estiaje hasta 2.50 m, estas fluctuaciones tan contrastantes nos viene a recomendar sistemas de cimentación superficiales, salvo que las cargas estructurales son de poca magnitud.

MATERIAL Y MÉTODOS

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la zona metropolitana del Puerto de Veracruz no se tiene una base de datos de las medidas del NAF tanto en época de lluvia como de estiaje. En consecuencia, no se tiene una correcta selección de cimentación para las condiciones de presencia del NAF donde se presentan fluctuaciones que pueden provocar asentamientos originando fallas estructurales. También es muy común observar los problemas en el suelo tales como agrietamientos, socavaciones y sifonamientos. Por eso, la información obtenida de los cambios del NAF nos permitirá ampliar los criterios y propuestas de cimentación a los Ingenieros Civiles, y servirá de apoyo al diseño de cimentaciones. Para el Ingeniero Civil es difícil conocer los niveles de NAF que se encuentra bajo el suelo. El agua es un elemento que influye mucho en las características del suelo y para ello se requiere realizar de un estudio constante de sus niveles en todo el año. Teniendo en cuenta esto, contaremos con datos estadísticos que nos permitirá saber los niveles de NAF en cada época del año y así nos facilitará el trabajo de poder lograr los objetivos planteados.

El sitio experimental se ubicó en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería, Universidad Veracruzana, campus Veracruz (Figura 1), en el Municipio de Boca del río Veracruz, Ver. Donde se observa la zona urbana alrededor del sitio experimental.

Figura 1. Ubicación del sitio Experimental, en la zona conurbana de del Puerto de Veracruz en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Universidad Veracruzana.

3.1 Preparación del sitio Experimental

Se excavo un pozo de monitoreo hasta una profundidad de 3.5 m, donde se tenía visible el espejo de agua freática (Foto 1). Posteriormente, se instrumentó el sitio para realizar las mediciones (Foto 2). Se monitoreo todos los días a las 12:00 pm partiendo del 1 de octubre del 2014 al 31 de diciembre del 2017.

Foto 1. Excavación del pozo de monitoreo del NAF.

Foto 2. Instrumentación al pozo de monitoreo.

RESULTADOS

Las mediciones obtenidas a lo largo el monitoreo (desde octubre 2014 a diciembre del 2017) se esta-

blecieron mediante una serie datos donde se realizaron tablas con sus debidas fechas y niveles a donde se encuentra el NAF. De la información obtenida se llevaron a cabo gráficas con diferentes modelos matemáticos, usando el software de Microsoft Excel donde se plasmaron los comportamientos de los niveles de las fluctuaciones en forma gráfica obteniendo líneas de correlación en distintos modelos matemáticos (Lineal, Exponencial, Logarítmico y Polinomial). A manera de ejemplo, en la Figura 2 se muestra las fluctuaciones que se tuvieron en el mes de enero del 2015, donde se observa un incremento del NAF en el tiempo, los datos se correlacionaron en un modelo de tipo exponencial obteniendo una R2 de 0.86.

De todos los datos medidos, se tiene una medición mínima de 1.10 m y una máxima de 2.30 m, teniendo como promedio general de 1.90 metros. En este caso los datos tienen un modelo lineal una R2 de 0.86, para una correlación exponencial de R2 0.82. En el caso del comportamiento logarítmico de 0.86 y finalmente una R2 de 0.9605 en un modelo polinomial. Los datos de ajuste nos relacionan lo complejo del comportamiento de los niveles del NAF.

Los meses de octubre, noviembre y diciembre están muy cercanos a la época de lluvia, teniendo el NAF más superficial de 1.24 m, conforme el paso del tiempo se incrementó la profundidad del NAF hasta 2.26 m en el mes de Mayo (Tabla 1). Las fluctuaciones promedio, máximas y mínimas se observan en la Figura 3. La línea promedio del NAF se ajusta a un modelo logarítmico con una R2 de 0.97. En la Figura 4 se observan las fluctuaciones de los días monitoreados, donde se tiene incrementos conformen se acercan a la época de lluvia.

Tabla 1. Niveles del NAF en los meses de octubre del 2014 a mayo del 2015.

Mes	Niveles (m)		Promedio
	Mínimo	Máximo	
Octubre	1.10	1.37	1.24
Noviembre	1.25	1.68	1.47
Diciembre	1.69	1.92	1.81
Enero	1.91	2.01	1.96
Febrero	2.01	2.22	2.12
Marzo	1.97	2.22	2.10
Abril	2.07	2.25	2.16
Mayo	2.22	2.30	2.26

Con la información obtenida, se tiene un promedio del NAF de los meses monitoreados de octubre del 2014 a mayo del 2015 de 1.90 m, por lo que conlleva, a recomendaciones constructivas de profundidad de desplante para cimentación en la zona de formación de suelos eólicos (zona metropolitana del Puerto de Veracruz).

Figura 2. Fluctuación del mes de enero del 2015.

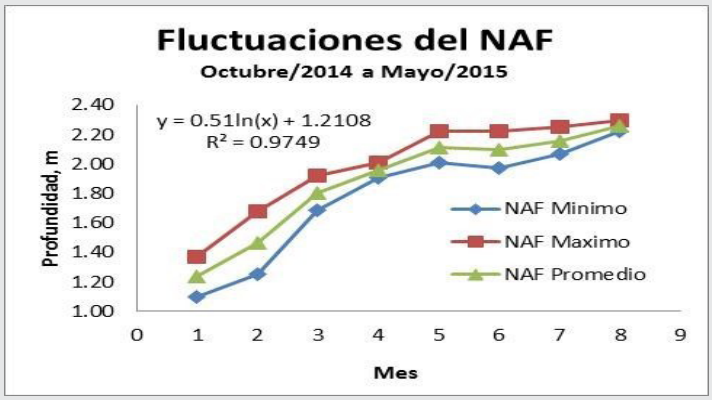


Figura 3. Fluctuaciones del NAF del mes de octubre del 2014 a mayo del 2015.

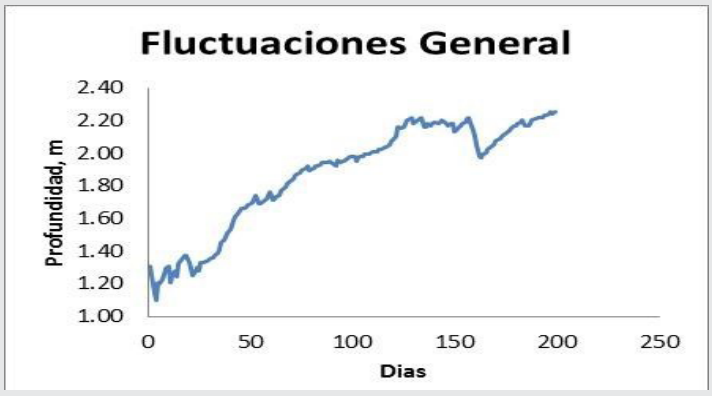


Figura 4. Fluctuación general de los días monitoreados.

Deben contener una información precisa de los datos obtenidos, los resultados principales del estudio o análisis. Los cuadros, diagramas, gráficos son auto explicativos, éstos deben estar referidos en el texto, numerados en arábigos y en orden correlativo.

Análisis todos los datos obtenidos 2014-2017.
En la Figura 5 se muestran los resultados obtenidos de las fluctuaciones del 2014 a 2017 donde se observa que es totalmente impredecible el NAF, como se

puede observar en la gráfica correspondiente y en las diversas correlaciones que se muestran: logarítmica R2 de 0.01, exponencial de R2 de 01, y polinomial de R2 de 0.07 siendo estos valores muy bajos de correlación. De los datos estadísticos se tiene un valor máximo de 3.33 m y mínimo de 1.11 m, un promedio de 2.20 m y una desviación estándar de 0.41.

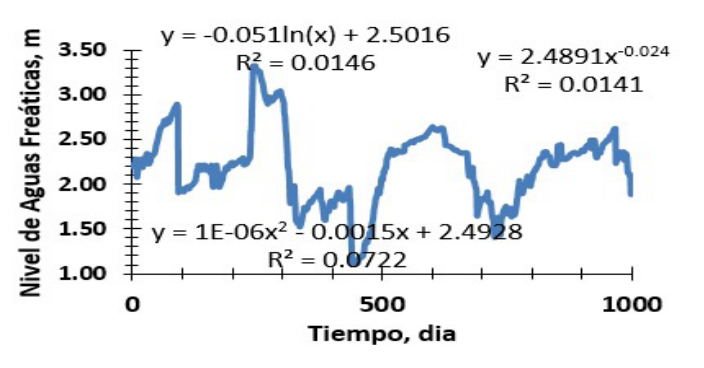


Figura 5. Fluctuación general del 2014-2017.

CONCLUSIONES

Con la investigación realizada se presenta una base de datos de los meses de octubre del año 2014 a diciembre del 2017, gracias a ello tenemos una serie de datos que nos representará un valor promedio del nivel del NAF para esos meses, si en algún futuro se requiera información del análisis de las fluctuaciones. Debido al corto tiempo no se realizó el estudio para un año, pero la idea es que se establezca un monitoreo constante hasta aproximadamente 10 años.

En base a esto podemos establecer una base de datos que nos indicará como varia el nivel de NAF en diferentes meses y épocas del año. Podemos deducir con los resultados arrojados por este estudio, cuáles son los meses donde hay un ascenso y descenso del NAF, con el objetivo de establecer una profundidad de desplante recomendada para una cimentación, puesto que no se sabe de un estudio donde se tenga la información acerca de a que profundidad puede encontrarse las fluctuaciones y así evitar futuros problemas con asentamientos, hundimientos o sifonamientos.

Cabe recalcar que los datos obtenidos del todo el monitoreo son valores aproximados puesto que no siempre los niveles no se comportarán de la misma manera cada mes, siempre habrá algunas variedades debido al comportamiento climatológicas del sitio.

El objetivo a futuro es obtener una base de datos de 10 años y que muestre con más certeza los niveles de las fluctuaciones de la zona metropolitana Boca del Río-Veracruz, cierto es que el estudio se realizó en un punto fijo que servirá solo los mismos tipos de suelos que hay en toda la zona.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Arregin Cortes F. (2011). El Agua Subterránea en México. Simposio. Las Ciencias de la Tierra en el estudio del Agua Subterránea. CONAGUA. SEMARMAT

[2] Berli M., F. Casini, W. Attinger, R. Schulin, S.M. Springman, and J.M. Kirby (2015). "Compressibility of Undisturbed Silt Loam Soil–Measurements and Simulations" Vadose Zone Journal, August 2015, v. 14, , doi:10.2136/vzj2014.10.0153.

[3] Masís-Meléndez, F., Wollesen de Jonge, Chamindu Deepagoda, Tuller M, and Per Moldrup (2015). Effects of Soil Bulk Density on Gas Transport Parameters and Pore-Network Properties across a Sandy Field Site. Vadose Zone Journal, July 2015, v. 14, , doi:10.2136/vzj2014.09.0128

[4] Roberts A. T.; Powrie, W. y Dyer, M., CIRIA, (2000). Groundwater Control, Edit. Preene.

[5] Zhang, Z. Fred (2015), Field Soil Water Retention of the Prototype Hanford Barrier and Its Variability with Space and Time. Vadose Zone Journal, August 2015, v. 14, , doi:10.2136/vzj2015.01.0011

Tierra, Medio Ambiente y Energía

Ingeniantes

Obtención de pectina a partir de las cáscaras de plátano para su aprovechamiento

Colaboración
Ramos Perfecto Valentina; Hidalgo Cortés Marisol; Torres González Adrián, Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla

*RESUMEN: El plátano (Musa paradisiaca L.) es una de las frutas más consumidas en el mundo. La pulpa por lo general es consumida tal cual, quedando la cáscara como un residuo agroindustrial al cual no se le da ningún uso, sin embargo poseen un gran potencial como fuente de obtención de pectina. El objetivo fue obtener pectina a partir de dos especies de cáscara de plátano (Musa paradisiaca L. y Musa Cavendishii L.). Se inactivaron enzimas pectinesterasas (93°C-5 min), se cortaron piezas de 1*1 cm, se colocaron en medio ácido y se extrajo pectina (30 y 60 minutos a 73 y 85°C con agitación constante). Se determinó rendimiento, pH, tiempo de gelificación y grado de esterificación. La pectina obtenida presentó un color beige y una granulometría de partículas heterogénea; el rendimiento de la pectina estuvo en un rango de 3.1-7.76, para las variedades Musa Paradisiaca L y Musa Cavendishii L, respectivamente; los °SAG se encontraron en un rango de 91.74-97.56 en las dos variedades y los resultados de pH fueron 2.6-2.9 para la variedad Musa Paradisiaca y 2.7-3 para la variedad Musa Cavendishii. Dichos resultados indican que la pectina puede ser utilizada en la industria alimentaria sustituyendo a la pectina comercial.*

PALABRAS CLAVE: Musa Cavendishii, Musa Paradisiaca, Pectina, pH, rendimiento.

*ABSTRACT: The banana (Musa paradisiaca L.) is one of the most consumed fruits in the world. The pulp is usually consumed as it is, leaving the shell as an agro-industrial residue to which is not given any use, however, they have a great potential as source of obtaining pectin. The aim was to obtain pectin from two species of banana peel (Paradisiac muse L. y Muse Cavendishii L.). Pectinesterases enzymes were inactivated (93 °C-5 min), pieces of 1*1 cm were cut, they were placed in an acid medium and pectin was extracted (30 and 60 minutes at 73 and 85 °C with constant agitation). Performance, pH, gelation time and degree of esterification were determined. The obtained pectin presented a beige color and a heterogeneous particle size distribution; the performance of the pectin was in a range of 3.1-7.76, for the varieties Paradisiac muse L. and Muse Cavendishii L., respectively; the °SAG were in a range of 91.74-97.56 in both varieties and the results of pH were 2.6-2.9 for the variety Paradisiac muse L. and 2.7-3 for the variety Muse Cavendishii L. These results indicate that pectin can be used in the food industry, replacing commercial pectin.*

KEYWORDS: Muse Cavendishii L., Paradisiac muse L., Pectin, pH, performance

INTRODUCCIÓN

El plátano o banano es una de las frutas tropicales más consumidas en México y el mundo, se le considera como una fruta básica en la alimentación humana, debido a su bajo

precio, rico sabor, disponibilidad en todo el año, por su elevado valor nutritivo en potasio, hierro y vitamina K, entre otros [5] y [14].

México es un importante productor de plátano a nivel mundial, en el año 2010 se ubicó en el noveno lugar con una producción del 2 %, y los principales estados productores de plátano fueron: Chiapas (35% de la producción nacional), Tabasco (22 %), Veracruz (11 %), Michoacán (7 %) y Colima (7 %); también se produjeron plátanos en otros estados del país, pero en menor proporción, en ese mismo año se produjeron dos mil 103 millones 361 mil 890 Kg de plátano [15].

La pulpa de plátano por lo general es utilizada para la elaboración de una gran variedad de productos tales como bocadillos, conservas, medicamentos naturales, comidas típicas de la región, entre otros, quedando la cáscara de plátano como un residuo agroindustrial, el cual se destina a la elaboración de alimento para el ganado, como materia prima para la elaboración de harina, es decir, se le da poco uso. Sin embargo las cáscaras de plátano poseen un gran potencial como fuente para la obtención de compuestos como la pectina, que es un subproducto vegetal de gran importancia económica para la industria alimentaria, y al utilizarlas también puede disminuir los problemas por la contaminación ambiental que ocasiona los residuos agroindustriales en el procesamiento del plátano [18].

La pectina es un polisacárido con una gran demanda en la industria de los alimentos, ya que tiene numerosas aplicaciones, de entre las cuales están la fabricación de compotas y mermeladas, principalmente; también se utiliza como agente gelificante en la elaboración de pudines, gelatinas, mermeladas, jaleas, productos lácteos bajos en grasa, entre otros; sirve además como estabilizante de emulsiones y suspensiones; como agente viscosante en bebidas; como agente estabilizante en helados y postres fríos y en soluciones para recubrir salchichas y carnes enlatadas [7].

Las pectinas se pueden extraer a partir de recursos vegetales o subproductos de la industria alimentaria, tales como de cítricos (limón, naranja y toronja que contienen entre 20 y 35 %; y la pomaza (residuos de manzana con cantidades entre el 15-20 % pectina). Sin embargo, también se puede obtener de otras fuentes alternativas como las cáscaras de mango, tejocote, nopal, entre otros) [4], [7], [11] y [12].

Las cáscaras de plátano poseen un gran potencial como fuente para la obtención de compuestos como la pectina, es por ello que existe un interés en su aprovechamiento para obtener pectina como alternativa rentable al uso de pectina comercial. Por todo lo anterior el objetivo del presente estudio es evaluar la cantidad y calidad de pectina presente en la cáscara de plátano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Materia prima

La materia prima utilizada fue cáscara de plátano en estado óptimo de madurez, y sin estado de oxidación, las cuales se obtuvieron de un establecimiento de la ciudad de Zacatlán, Puebla. Se tomaron en cuenta solo aquellas cáscaras de plátano libres de contaminantes, sanas y sin daños mecánicos, reuniendo un total de 20 kg de cáscara.

Para realizar las actividades se siguió la metodología de Vasquez et al. (2008), realizando algunas modificaciones en la materia prima, el ácido utilizado, el tiempo de extracción y pH.

Pretratamiento de la materia prima

Las cáscaras de plátano se lavaron con agua tibia (de grifo) y posteriormente se sometieron a lavados sucesivos con agua destilada. Se inactivaron las enzimas pectinesterasas a una temperatura de 93ºC durante 5 min utilizando la relación 3:1 (3 L de agua por cada kg de cáscara), posterior a la ebullición se realizó un lavado con agua fría. Al término de la inactivación de las enzimas se procedió a desechar el excedente de agua y a cortar la cáscara de plátano en piezas de 1 cm2. El material cortado se colocó en un colador para lavarlo con agua destilada y se presionó de forma manual para extraer la mayor cantidad de agua posible.

Hidrólisis ácida

A 1 kg de cáscara de plátano cortada se le agregó agua destilada, acidulada con ácido cítrico hasta obtener un pH de 2.5 utilizando la relación 1:2 (1 kg/2 L). Posteriormente, la mezcla se sometió a calentamiento durante 30 y 60 min a 73 y 85ºC respectivamente con agitación constante. Pasado el tiempo, la mezcla se enfrió a 20ºC y se filtró usando tela cuadrillé, se presionó suavemente para separar el material sólido del líquido (separación del bagazo del líquido con pectina).

Precipitación, estabilización y molienda

Al concentrado pectínico obtenido en la etapa anterior, se le incorporó alcohol del 96º (grado alimentario) en una proporción del 60 %, posteriormente dicha mezcla se dejó en reposo por 30 min para finalmente filtrar usando tela cuadrillé. La pectina coagulada se extendió en una capsula de aluminio para su secado en estufa a 45ºC hasta peso constante (aproximadamente 24 h). La pectina obtenida parcialmente seca se trituro en un mortero y posteriormente en un molino de rodillos y se envasó en recipientes plásticos (bolsas ziploc) para su almacenamiento en un lugar libre de humedad.

Rendimiento y determinación de pH de la pectina obtenida

Se calculó el rendimiento de la pectina extraída utilizando la siguiente fórmula:

$$Rendimiento\ de\ pectina\ (\%) = \frac{m_0}{m} * 100$$
$$m_0\ (g) = Peso\ del\ producto\ (pectina)\ seco \qquad \text{Ec. (1)}$$
$$m\ (g) = \frac{Peso\ de\ la\ materia\ prima\ húmeda}{muestra\ seca}$$

Se calibró el potenciómetro con una solución buffer pH 7.0 y solución buffer pH 4.0. Posteriormente se preparó una solución de pectina al 10 % usando agua destilada y se determinó el pH.

Tiempo de gelificación de la pectina obtenida

Para determinar el tiempo de gelificación de la pectina obtenida se pesaron 1.4 g de pectina y 50 g de azúcar; se colocaron 100 ml de agua destilada en un recipiente de acero inoxidable y se calentó hasta alcanzar 90°C, posteriormente se agregó la pectina y el azúcar, la mezcla se calentó hasta llegar a los 95°C y se retiró del fuego, finalmente se enfrió hasta 25°C y se tomó el tiempo de gelificación.

Determinación del grado de esterificación de la pectina

El grado de esterificación se determinó utilizando el método de valoración de Loyola et al, (2011). Se valoraron 10 mL de solución de pectina al 1 % con NaOH 0.1 N, usando fenolftaleína como indicador (valoración A), posteriormente se adicionaron 20 mL de NaOH 0.5 N y se esperaron 30 min con el fin de desesterificar la pectina y finalmente se añadieron 20 mL de HCl 0.5 N para neutralizar el NaOH (valoración B). El grado de esterificación se calculó utilizando la siguiente ecuación:

$$GE = \frac{B}{A+B} * 100$$
$$GE = Grado\ de\ esterificación \qquad \text{Ec. (2)}$$
$$A = Volumen\ gastado\ en\ valoración\ A$$
$$B = Volumen\ gastado\ en\ valoración\ B$$

RESULTADOS

Se compararon las características físicas de la pectina obtenida con respecto a una pectina cítrica comercial, y se pudieron observar diferencias en el color de ambas puesto que la pectina obtenida de las cáscaras de plátano presentó un color marrón un poco más intenso que la comercial (Fig. 1). Estos ligeros cambios observados se deben en primera instancia a la fuente de obtención y a la granulometría de las partículas, ya que la pectina cítrica comercial tiene partículas más pequeñas que las contenidas en la pectina extraída a partir de las cáscaras de plátano, dicha granulometría está ligada a la carencia de equipo ideal para molienda de la pectina. Por otro lado se pudo constatar que al realizar la molienda varias veces la pectina se tornó a un color más claro.

Figura 1. Pectina obtenida a partir de los residuos de cáscaras de plátano. Autor

Los resultados muestran un rendimiento de pectina obtenida en un rango de 3.1 a 7.76 % (Cuadro 1), para las variedades Musa paradisiaca L y Musa cavendishii L. Arellanes [2], reportan que el rango en porcentaje de rendimiento en la obtención de pectina a partir de cáscara de plátano es como mínimo de 6.64 %, mientras que Cabarcas [4] reportan un máximo de 23.06 %, en esta investigación los resultados obtenidos están dentro del rango establecido por Arellanes [2].

Cuadro 1. Rendimiento (%) de pectina en dos variedades de plátano a diferentes temperaturas y periodos de extracción, a pH 2.5.

Temperatura	*Musa paradisiaca L.*		*Musa cavendishii L.*	
	60 min	30 min	60 min	30 Min
85 °C	4.08	7.76	7.3	5.0
73 °C	6.37	5.75	4.9	3.1

Respecto al grado de metoxilación, la pectina obtenida es de alto metoxilo, de acuerdo con Eliseo [8], Grunauer y cornejo [9] y Castillo-Israel et al. [5], esto es debido a que más del 50 % de los grupos carboxilos del ácido D-galacturónico se encuentran esterificadas o metoxilados (COOCH3) por el grupo metilo. Al comparar los resultados obtenidos con los datos de una pectina cítrica comercial equivalente a 94.78°SAG, se puede constatar que la pectina obtenida a partir de dos variedades de cáscara de plátano tiene valores similares y superiores (Cuadro 2), así musa paradisiaca a 73°C y 60 min de extracción presenta 96.61°SAG y 97.56°SAG a 85°C con 30 min de extracción. En el caso de Acevedo y Ramírez [1] reportan que las pectinas comerciales de buena calidad tienen entre 150 y 130 °SAG, por otro lado Boatella et al. [3] afirman que pectinas comerciales de alto índice de metoxilo están estan-

darizadas a 150°SAG, por todo lo anterior se puede decir que la pectina obtenida, se encuentra dentro del rango de valores mencionados, lo cual indica que puede ser utilizada en la industria alimentaria sustituyendo a la pectina comercial.

Cuadro 2. Grado de metoxilación (°SAG) de la pectina obtenida a partir de dos variedades de plátano a diferentes temperaturas y periodos de extracción, a pH 2.5.

Temperatura	*Musa paradisiaca L.*		*Musa cavendishii L.*	
	60 min	30 Min	60 Min	30 Min
85 °C	95.23	97.56	94.78	91.74
73 °C	96.61	94.78	93.89	91.74

CONCLUSIONES

Se obtuvo pectina de alto metoxilo a partir de la cascara de plátano de dos variedades (Musa paradisiaca L y Musa cavendishii L).

BIBLIOGRAFÍA

[1] Acevedo Berger Vanesa y Ramírez Diaz Diana Marcela (2011). Análisis Técnico y Económico de la Pectina, a Partir de la Cáscara de la Naranja (Citrus sinensis). Universidad de San Buenaventura Cali, Facultad de Ingeniería. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniera Agroindustrial.

[2] Arellanes A., Jaraba M., Mármol Z., Páez G., Aiello Mazzarri C. y Rincón M. (2011). Obtención y caracterización de pectina de la cascara del cambur manzano (Musa AAB). Rev. Fac. Agron. 28: 523-539

[3] Boatella Riera Josep, Codony Salcedo Rafael, López Alegret Pedro (2004). Química y bioquímca de los alimentos II. Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 84-475-2838-3

[4] Cabarcas Henao E.; Guerra Benedetti A.F.; Henao Balseiro C.A. (2012). Extracción y caracterización de pectina a partir de cáscaras de plátano para desarrollar un diseño general del proceso de producción. Trabajo de grado. Universidad de Cartagena, Colombia.

[5] Castillo-Israel, K.A.T., Baguio, S.F., Diasanta, M.D.B., Lizardo, R.C.M., Dizon, E.I. & Mejico, M.I.F. (2015). Extraction and characterization of pectin from Saba banana [Musa 'saba' (Musa acuminata x Musa balbisiana)] peel wastes: A preliminary study. International Food Research Journal, 22(1), 202-207.

[6] Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria (2010). Monografía del plátano. Gobierno del estado de Veracruz (portal.veracruz.gob.mx).

[7] Chacín Jessonica, Marín Merilyn, D´Addosio Rosa (2010). Evaluation of Pectin Content in Different Genotypes of Guava from the South of Lake Maracaibo. Multiciencias, vol. 10, núm. 1, pp. 7-12, Universidad del Zulia Venezuela. ISSN 1317-2255.

[8] Eliseo Stechina Damian (2005). Estudios de Obtención de Pectina Aplicando Procesos de Membrana. Tesis para obtener el grado académico de Magister. Instituto de Tecnología de Alimentos – Facultad de Ingeniería Química (U.N.L.). Facultad de Ciencias de la Alimentación (UNER).

[9] Grunauer E Cecilia, Cornejo Z. M.Sc Fabiola (2009). Influencia del Secado sobre la Captación de Agua de Pectina Extraída a partir del Citrus x Aurantifolia Swingle. Revista Tecnológica, Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Vol. xx, N. xx, pp-pp.

[10] Loyola Nelson, Pavéz Paula, Lillo Sergio (2011). Pectin extraction from cv. Pink Lady (Malus pumila) apples. Food Technology. Ciencia e Investigación Agraria. 38(3):425-434.

[11] López Martínez Nohemí Jocabet, Sañudo Barajas J. Adriana, Noé Aguilar Cristóbal, Rodríguez Herrera Raúl, Contreras Esquivel Juan Carlos (2011). Pectina de mango: perspectivas para su extracción. CIENCIACIERTA. No.27. año 7.

[12] Maldonado Culquimboz Yojani, Salazar Ocampo Sarita M., Millones Ch. Carlos, Torres M. Elena V., Vásquez C. Ernestina R. (2010). Extractión of pectin by acid hydrolysis method in fruit maushan (Vasconcellea weberbaueri (Harms) V.M. Badillo) from the district of San Miguel de Soloco, Amazon region. Rev. Aporte Santiaguino, 3(2): 177-184.

[13] Mangas Alonso Juan José, Dapena de la Fuente Enrique, Suárez Rodríguez Manuel, Moreno Fernández Javier, Blanco Gomis Domingo, Gutiérrez Álvarez Ma. D. (2014). Evolución del contenido de pectina a lo largo de la maduración y desarrollo de la manzana. Consecuencias prácticas para la recolección y posterior elaboración de sidra y otros derivados de la manzana. Información técnica. Centro de Experimentación Agraria de Villaviciosa.

[14] Muñoz Ordoñez F.J., (2011). Extracción y caracterización de la pectina obtenida a partir del fruto de dos ecotipos de cocona (Solanum Sessiliflorum), en diferentes grados de madurez; a nivel de planta piloto. Tesis de maestría en ingenie-

ría agrícola. Universidad nacional de Colombia. pp. 82.

[15] SAGARPA, (2014). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa.gob.mx).

[16] SIAP, (2017). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, MÉXICO. 2014 (www.siap.gob.mx).

[17] Untiveros B. G. S., (2003). Obtención y caracterización de pectinas de alto y bajo metoxilo de la manzana variedad pachacamac. Rev. Soc. Quim. Perú. 69. (3): 55-162

[18] Vasquez R., Ruesga L., D'addosio R., Páez, Marín M. (2008). Pectin extraction from plantain (Musa AAB, sub-group plantain) peel, Harton clone. Revista de la Facultad de Agronomía. [online]. 2008, vol.25, n.2, pp. 318-333. ISSN 0378-7818.
rización de pectinas de alto y bajo metoxilo de la manzana variedad pachacamac. Rev. Soc. Quim. Perú. 69. (3): 55-162

[18] Vasquez R., Ruesga L., D'addosio R., Páez, Marín M. (2008). Pectin extraction from plantain (Musa AAB, sub-group plantain) peel, Harton clone. Revista de la Facultad de Agronomía. [online]. 2008, vol.25, n.2, pp. 318-333. ISSN 0378-7818.

Tierra, Medio Ambiente y Energía

Ingeniantes

Estimación de emisiones de GEI de la subcategoría agrícola en el estado de Durango mediante IPCC versión 1996

Colaboración
Manuel Ismael Mata Escobedo; Darío Cisneros Arreola; Merit Cisneros González, Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana

RESUMEN Se elaboró un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para estimar las emisiones de metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) generadas en la subcategoría Agrícola en Durango, Dgo. México durante el periodo 2005 - 2008, empleando la metodología propuesta y validada por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) versión 1996. Este estudio, contribuye a la elaboración del Plan Estatal de Acciones ante el Cambio Climático, que permitirá establecer las políticas estatales en Durango México para mitigar los efectos del cambio climático y planear acciones de adaptación a las condiciones ambientales futuras. Las emisiones totales de la subcategoría agrícola en Gg de CO_2 eq. promedio anual fueron de 186.371 para el periodo 2005 – 2008, con 0.172 Gg de CO_2 eq. de metano y 186.1 Gg de CO_2 eq. de óxido nitroso. La cantidad de GEI emitidos por la agricultura en el Estado de Durango, contrario a lo que esperaba, se origina principalmente del manejo del estiércol más que del uso de fertilizantes.

PALABRAS CLAVE: GEI, metano, óxido nitroso, CO_2

ABSTRACT An inventory of greenhouse gas emissions (GHG) was elaborated in order to estimate the emissions of methane (CH_4) and nitrous oxide (N_2O) generated Durango, Dgo. Mexico during the period 2005-2008. The inventory was developed by using the proposed methodology by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) in its 1996 vertion. This study contributes to the elaboration of the Durango State Actions Plan on Climate Change, which will allow to establish the State policies to mitigate the effects of climate changes and plan actions of adaptation to future environmental conditions. The total emissions of the Agricultural subcategory in Gg of CO_2 eq. were 186,371 in an annual average for the 2005 – 2008 period, with 0.172 Gg of CO_2 eq. of methane and 186.1 Gg of CO_2 eq. of nitrous oxide. This amount of GHG emitted by Agriculture in the Durango State it was no expected and it was mainly determinated by the management of manure rather than the use of fertilizers.

KEYWORDS: GHG, methane, nitrous oxide, CO_2

INTRODUCCIÓN

La vida en la tierra está adaptada a una serie de condiciones ambientales que están interrelacionadas. Uno de los aspectos relevantes es la temperatura global, que depende en buena medida del efecto invernadero que ocurre de manera natural en los gases de la atmósfera de la tierra. Los gases de efecto invernadero (GEI) contribuyen al aumento de la temperatura de la tierra al interactuar con la energía solar [1].

Así, cerca de la mitad de la luz que llega a la atmósfera del planeta pasa a través del aire y las nubes para llegar a la superficie donde se absorbe y luego se emite hacia el espacio en forma de ondas infrarrojas (calor); de este calor, el 90% es absorbido por los gases de efecto invernadero [1].

Las emisiones de GEI debidas a las actividades agrícolas en el Estado de Durango, México no se habían estimado anteriormente, por lo cual se elaboró el inventario de las emisiones de gases de efecto invernadero del estado de Durango para el periodo 2005 -2008, en el cual obtuvieron los valores estimados expresados en Gg de CO_2 eq. para las emisiones de metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) ocasionadas por dichas actividades agrícolas. Los cálculos obtenidos en este inventario de GEI a nivel estatal, sirven de base para el cálculo nacional al sumarse a las estimaciones de las demás entidades. El inventario también sirve de base para el seguimiento periódico a las emisiones de GEI en este sector productivo, así como de conocimiento de la situación actual para enfocar las medidas y políticas que permitan dar cumplimiento al compromiso internacional de México de bajar en 50% las emisiones actuales de GEI.

Para la estimación de las emisiones de GEI se utilizó la metodología y el software del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) de las Naciones Unidas, por ser el organismo internacional que norma la forma en que deben realizar los cálculos de las emisiones de los diferentes gases liberadas a la atmósfera y que inciden en el cambio climático [2]. Pues, aunque existe una versión más reciente liberada por el IPCC, no se dispone de información oficial suficiente para utilizar esa metodología.

Aunque ya se realizó en el 2008 un cálculo de un inventario de emisiones para el estado de Durango [3], el inventario presentado aquí es la primera aproximación a nivel estatal de estimaciones con una base metodológica internacional, que cuantifica los GEI que las actividades agrícolas emiten al ambiente.

El clima depende de un gran número de factores que interactúan de manera compleja. Se entiende al clima como un estado cambiante de la atmósfera, mediante sus interacciones con el mar y el continente, en diversas escalas de espacio y tiempo. El clima mundial ha evolucionado siempre de forma natural, pero pruebas convincentes obtenidas en todo el mundo revelan que se ha puesto en marcha un nuevo tipo de cambio climático, que podría tener repercusiones drásticas sobre las personas, su economía y los ecosistemas.

Los niveles de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero en la atmósfera han aumentado vertiginosamente durante la era industrial debido a actividades humanas como la deforestación o el fuerte consumo de combustibles fósiles, estimuladas por el crecimiento económico y demográfico. Si los niveles de GEI ascienden demasiado, el consiguiente aumento global de la temperatura del aire – calentamiento mundial – podría perturbar las pautas naturales del clima [4].

El cambio climático no se refiere únicamente a las variaciones del clima, no son solo cambios de temperatura en los que aumenta o disminuye el calor o el frío en un tiempo determinado; se trata más bien de un proceso de calentamiento de la Tierra, que es producido básicamente por las actividades que realizan los seres humanos [4]. Con el aumento de la población, se incrementa asimismo la producción de gases de efecto invernadero por efecto de las actividades humanas, estos gases se quedan en la atmósfera y retienen el calor que emite la tierra hacia el espacio después de haber sido calentada por la radiación solar.

El problema atribuible al cambio climático radica en que, a diferencia de los ciclos regulares de las glaciaciones o de las estaciones, muchas formas de variabilidad natural de muy baja frecuencia del sistema climático, no son fáciles de diferenciar del cambio climático de origen antropogénico.

El cambio climático es un problema de naturaleza global, sus impactos mayores serán en el largo plazo e involucra interacciones complejas entre procesos naturales (fenómenos ecológicos y climáticos) y procesos sociales, económicos y políticos a escala mundial [5]. En este sentido, se define al cambio climático como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.

Por la naturaleza global del cambio climático, con el fin de examinar las investigaciones científicas sobre los problemas climáticos, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) fue establecido en 1988 conjuntamente por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) con el mandato de analizar la información científica necesaria para abordar el problema del cambio climático y evaluar sus consecuencias medioambientales y socioeconómicas, y de formular estrategias de respuesta realistas [4]. Con ese fin en 1992 se organizó y llevó a cabo un tratado internacional llamado Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC ó UNFCCC por sus siglas en inglés) para comenzar a considerar qué se puede hacer para reducir el calentamiento atmosférico y adoptar medidas para hacer frente a las subidas de la temperatura que serán inevitables. En 1997, los gobiernos acordaron incorporar una adición al tratado, conocida con el nombre de Protocolo de Kyoto, que cuenta con medidas más enérgicas, y jurídicamente vinculantes.

Dentro de las acciones que se proponen para reducir el efecto antropogénico sobre el calentamiento glo-

bal a través de la generación de cada vez mayores cantidades en las emisiones de GEI, se pretende disminuir precisamente esas emisiones. Para poder lograr lo anterior es necesario cuantificar las emisiones reales de cada país, con el fin de tener un punto de partida que permita establecer acciones más pertinentes.

De acuerdo cifras reportadas para el 2003 por la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés) con base en el balance nacional de energía México ocupa el lugar 12 a nivel mundial en las emisiones de CO_2 por quema de combustibles fósiles, con un total de 374.25 millones de toneladas de CO2 o el 1.5% de las emisiones globales [6]. Sin embargo, en los últimos cinco años, México se presenta como un país que recién se integra a un nivel de desarrollo humano alto; sin embargo, su nivel de ingreso y de emisiones per cápita guarda más parecido con países cuyo nivel de desarrollo humano es medio. Con base en los datos del Índice de Desarrollo Humano para 2006 y a las estimaciones de la IEA, México se ubica en el lugar 51 del mundo en términos de desarrollo humano, en el lugar 55 en ingreso per cápita y en el puesto 63 en emisiones de CO2 per cápita por quema de combustibles fósiles.

Para México es de gran utilidad para dilucidar cuál es nuestra contribución al problema del cambio climático, comprender los impactos pasados y futuros provocados por este fenómeno en el país, y hacer un recuento de las principales acciones que se han tomado en los últimos años y una evaluación de las opciones de respuesta que se tienen a la mano para mitigar las causas del problema y adaptarse a sus consecuencias [7]. Un primer paso obligado, es levantar un inventario, lo más detallado posible de las emisiones de GEI tanto a nivel nación como a nivel estatal, por lo cual se han elaborado ya, en ese sentido, cuatro comunicaciones nacionales de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidad Ante el Cambio Climático en las que se incluye información de los inventarios nacionales de emisiones GEI estimadas de los años 1990-2002 y 2006.

Las 32 entidades federativas de los Estados Unidos Mexicanos, han iniciado los trabajos de elaboración de inventarios de GEI y PEACC con la coordinación del INECC y la metodología del IPCC y se encuentran en diferentes etapas de desarrollo, aunque como mínima acción se han realizado trabajos relativos al desarrollo y fortalecimiento de capacidades.

En el estado de Durango, se abordó la necesidad de establecer medidas que disminuyan el impacto que las actividades humanas ocasionan al ambiente en el Plan Estatal de Desarrollo 2005-20010 (PED) bajo el concepto de desarrollo ordenado y sustentable de los recursos naturales en el Estado de Durango, enfatiza la necesidad de conservar y más aún de incrementar los recursos naturales con que cuenta la entidad. Bajo esta premisa se entiende que el desarrollo deberá incluir acciones que disminuyan el impacto ecológico que puede sufrir el medioambiente, en la búsqueda de la mejora de la calidad de vida de la población. En este sentido el Gobierno del Estado de Durango en coordinación con la SEMARNAT, integró como antecedentes para el cuidado del medioambiente la elaboración el primer inventario de emisiones a la atmósfera en el Estado de Durango elaborado por un despacho de asesoría técnica [3] y posteriormente a principios de 2010 el propio Gobierno del Estado de Durango, promovió la integración de un grupo técnico multidisciplinario para establecer el PEACC el cual se está desarrollando con recursos Federales y Estatales, y considera como primera etapa la elaboración del inventario de emisiones de GEI.

En el PED 2011-2016, se establece la necesidad de inducir el establecimiento de políticas públicas para la operación del Programa Estatal de Acciones ante el Cambio Climático, para lograr esto se está trabajando en la propuesta de la iniciativa de la Ley Estatal de Cambio Climático.

El levantamiento de un inventario de emisiones de GEI, es la base para poder establecer planes y políticas tendientes a plantear y apoyar acciones de adaptación a escenarios de producción bajo los efectos de cambio climático, las cuales permitan con una base de sustentabilidad mantener un crecimiento en el bienestar de la población.

Este estudio se realizó para determinar las emisiones de GEI de la subcategoría Agrícola en la categoría Agricultura del IPCC para el estado de Durango, con el fin de contribuir al cálculo nacional de estos gases que contribuyen en gran medida al calentamiento global.

MATERIAL Y MÉTODOS

El inventario de emisiones de GEI se realizó con base en la metodología del IPCC [2] y el software del propio versión 1996.

Con el fin de empatar los cálculos a publicar en el inventario estatal de GEI, se utilizó la información del periodo 2005-2008. Las emisiones de óxido nitroso y metano, que en ese orden son los principales gases emitidos en la agricultura, se obtuvieron a partir de la información sobre los cultivos Avena, Maíz, Sorgo, Trigo y Frijol [8], que son los principales cultivos para la zona de estudio. Sin embargo, para estimar las emisiones de óxido nitroso de los suelos fue necesario incorporar información relativa a los cultivos fijadores y no fijadores de nitrógeno, los fertilizantes nitrogenados y los desechos del ganado.

Las emisiones de metano provenientes de la agricultura, principalmente ocasionadas por la descomposición

de los residuos de cosecha, se estimaron mediante la definición de un factor obtenido a partir del registro de la superficie agrícola que tiene en sus prácticas la quema controlada de los residuos publicada por el INEGI- 2007 [9] y se aplicó a la superficie de cada cultivo particular para obtener así la superficie quemada por cultivo por año.

RESULTADOS

Los cultivos con mayor superficie sembrada en el estado de Durango son el frijol y el maíz, aunque se incluyeron también datos de la avena, sorgo y trigo por ser cultivos de los cuales se pueden disponer o estimar los factores de emisión para el cálculo de GEI. Estos cultivos en promedio son el 68.57% del total de la superficie estatal agrícola que se sembró en la entidad en el periodo 2005 – 2008.

Los datos de producción en Gg por cultivo que se muestran en el Cuadro 1, fueron los utilizados en el software del IPCC para hacer el cálculo de las emisiones de metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O).

El periodo evaluado fue determinado con base en la recomendación del Instituto Nacional de Ecología (ahora INECC), con el fin de ser utilizado como insumo para la elaboración de las comunicaciones nacionales de México ante las Naciones Unidas.

Cuadro 1. Producción de los cultivos seleccionados para el cálculo de emisiones de GEI durante el periodo 2005-2008 en Durango

Cultivo	Resumen estatal	2005	2006	2007	2008
Avena	Superficie Sembrada (ha)	2,211	3,126	9,467	13,595
	Superficie Cosechada (ha)	2,211	3,126	8,754	11,427
	Producción (Gg)	8.3	13.81	19.23	13.82
Frijol	Superficie Sembrada (ha)	249,374	244,122	223,455	224,548
	Superficie Cosechada (ha)	181,263	243,434	202,175	214,854.18
	Producción (Gg)	65.2	199.4	109.43	121.53
Maíz	Superficie Sembrada (ha)	175,662	191,338	205,561	189,837
	Superficie Cosechada (ha)	92,027	188,816	167,948	174,849
	Producción (Gg)	255	342.2	290.3	310.88
Sorgo	Superficie Sembrada (ha)	6,245	5,109	4,478	6,711.5
	Superficie Cosechada (ha)	4,792	5,009	2,596	6,509.5
	Producción (Gg)	12.40	14.18	5.44	18.35
Trigo	Superficie Sembrada (ha)	5,629	6,630	9,901	29,335
	Superficie Cosechada (ha)	4,588	6,560	9,489	27,937
	Producción (Gg)	15.07	20.7	27.08	82.23

Fuente: SAGARPA-SIAP (2018)

El consumo promedio anual de nitrógeno estimado para el periodo 2005 – 2008 fue de 16,191.625 toneladas, lo cual para el sector Agricultura origina las mayores emisiones de GEI en forma de óxido nitroso.

Las emisiones totales en Gg de CO_2 eq. fueron 186.4 promedio anual del periodo evaluado que representa el 0.4% de las emisiones de la subcategoría agrícola a nivel nacional, en la cual se reportan valores de 45,301.2 para N_2O en los cultivos excepto arroz y 52.6 de CH_4 producto de la quema de residuos agrícolas para el año 2008 [10]. La aportación relativamente pequeña del Estado de Durango a las emisiones nacionales de GEI en la subcategoría agrícola se debe básicamente a que la principal vocación productiva estatal no la agricultura, sino producción forestal y ganadería.

Las emisiones anuales de metano en promedio durante el periodo de 2005 – 2008 fueron de 0.172 Gg de CO_2 eq., originadas particularmente por la descomposición de los residuos agrícolas de los cultivos seleccionados (Cuadro 2). Estos resultados coinciden con los publicados por Martínez en el 2016 [11], pues los cálculos aquí presentados, tal como se especificó anteriormente, sirvieron como base para la elaboración del Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (IEEGEI) y del Programa Estatal de ante el Cambio Climático de Durango (PEAC-Durango 2013-2016)[12].

Las emisiones de N_2O en promedio durante el periodo de 2005 al 2008 fueron de 186.1 Gg de CO_2 eq. que representan el 99.9% de las emisiones de gas de efecto invernadero en la subcategoría Agrícola (Cuadro 2).

Se observó que el 99.97% de las emisiones de CO_2 eq. del óxido nitroso producido de manera indirecta por manejo de excretas del ganado y de la lixiviación de los fertilizantes. El restante 0.03% se estima proviene de los residuos de los cultivos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Emisiones de metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) de la Subcategoría Agrícola en Gg de CO_2 eq. en Durango

Gas de Efecto Invernadero	2005	2006	2007	2008
CH_4	0.118	0.220	0.157	0.191
%	0.064	0.12	0.085	0.099
N_2O	183.706	183.185	184.955	192.420
%	99.936	99.88	99.915	99.901
Total	183.936	183.563	185.244	192.742

Es posible que el incremento observado en las emisiones de GEI por las actividades agrícolas en los años 2007-2008 se deba al acceso de los productores a los programas de apoyo para compra de fertilizantes, y no a un mejor manejo de la nutrición de los cultivos.

En este primer inventario estatal, no fue posible utilizar la versión 2006 del IPCC, dado que no se dispone de información oficial completa y al nivel de detalle que requiere el software de dicha versión.

CONCLUSIONES

Las emisiones de gases de efecto invernadero en el estado de Durango de la subcategoría agricultura son elevadas de acuerdo a lo reportado en los inventarios nacionales, lo cual indica que es necesario establecer lineamientos estandarizados para la generación de datos de cantidad de fertilizantes nitrogenados utilizados en la agricultura. Además, es necesario realizar investigaciones para determinar factores de emisión para los cultivos producidos en el Estado.

Las diferencias que se observan en el inventario estatal con los inventarios nacionales, posiblemente también se deban a la diferencia en los cultivos prioritarios por entidad.

BIBLIOGRAFÍA

[1]. INECC. (2018). Gases y compuestos de efecto invernadero. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero.

[2]. IPCC. (1996). "Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero - versión revisada en 1996; Reporting Instructions (Volume 1, 2 y 3).

[3]. Tejeda, LeBlanc & Cía., S.C. (2008). Inventario de Emisiones a la Atmósfera en el Estado de Durango. SEMARNAT. 52p.

[4]. CMNUCC. (2007). Unidos por el clima. Guía de la Convención sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto. Convención Marco de las Naciones Unidas. http://unfccc.int/resource/docs/publications/unitingonclimate_spa.pdf.

[5]. Magaña R. V. O. (2004). El cambio climático global: comprender el problema. En: Cambio climático: una visión desde México. Martínez, J. y A. Fernández B. (comps.). SEMARNAT-INE. México.

[6]. INE-SEMARNAT. (2006). México Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Instituto Nacional de Ecología. Secretaría de Media Ambiente y Recursos Naturales. D.F. México. 254 p.

[7]. INE-SEMARNAT (2009). México Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Instituto Nacional de Ecología. Secretaría de Media Ambiente y Recursos Naturales. D.F. México. 274 p.

[8]. SAGARPA-SIAP. [2018]. Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera. Base de Datos actualizada periodo 2004-2008. Información en línea. https://www.gob.mx/siap.

[9]. INEGI (2007). El Sector Alimentario en México. Serie de Estadísticas Sectoriales. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
[10] SEMARNAT. (2009). México. Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

[11]. Martínez, P., M.A. Estimación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para el estado de Durango. Revista Mexicana de Ingeniería Química Vol. 15, No. 2 (2016) 575-601.

[12]. Gobierno del Estado de Durango. (2014). Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Durango. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Durango. Domingo 27 de Julio de 2014.

Tierra, Medio Ambiente y Energía

Ingeniantes

Efecto repelente a base de aceites esenciales (Cymbopogon citratus Stapf), (Lavándula angustifolia) y (Chenopodium glaucum) sobre Aedes aegypti

Colaboración
Lizzeth Hernández Carnalla; Irving Leonel Pérez Morales; David Méndez Amaro; Fabiola Olvera, Torres Instituto Tecnológico Superior de Atlixco

RESUMEN:
En la actualidad la Fiebre Chikunguya representa un problema de salud pública en nuestro país. Hasta el momento se han reportado 9,375 casos confirmados en 5 estados de la República Mexicana según Sistema de Vigilancia Epidemiológica. Para prevenir esta enfermedad el IMSS recomienda el uso de repelente, sin embargo, estos son muy caros y las zonas donde se han detectado brotes epidemiológicos son rezagadas y pobres. Este proyecto tuvo como objetivo elaborar una composición que repele a el mosquito Aedes aegypti, la cual comprende una mezcla de aceites esenciales de: Cymbopogon citratus Stapf presente en al menos del uno al dos por ciento, Chenopodium glaucum presente en al menos uno al dos por ciento, Lavándula angustifolia presente en al menos del uno al dos por ciento y agua destilada (agente excipiente) presente en al menos del noventa y cinco al noventa y ocho por ciento. Las pruebas de irritabilidad tuvieron un valor de 0.11, las pruebas de efectividad mostraron un efecto de repelencia del 90%.

PALABRAS CLAVE: Repelente, Cymbopogon citratus Stapf, Chenopodium glaucum, Lavándula angustifolia, Aedes aegypty.

ABSTRACT: At present, the Chikunguya fever represents a public health problem in our country. Up to now, 9,375 confirmed cases have been reported in five states of the Mexican Republic according to Epidemiological Surveillance System. To prevent this disease the IMSS recommends the use of repellent, however, these are very expensive and areas where epidemiological outbreaks have been detected are lagging and poor. This project aimed to develop a composition that repels the Aedes aegypti mosquito, which comprises a mixture of essential oils of: Cymbopogon citratus Stapf present in at least one to two percent, Chenopodium glaucum present in at least one to two percent, Lavándula angustifolia present in at least one to two percent and distilled water (excipient agent) present in at least 95% to 98%. The irritability tests had a value of 0.11 according the NOM-039-SSA1-1993, the effectiveness tests showed a repellence effect of 90%.

KEYWORDS: Repellent, Cymbopogon citratus Stapf, Chenopodium glaucum, Lavándula angustifolia, Aedes aegypty.

INTRODUCCIÓN

Al ser humano siempre le resultan molestas las picaduras de mosquito, estas generan diferentes patologias causadas por el mosquito 'Aedes aegypti' que es el vector epidémico y es el mismo que transmite el dengue y la fiebre chiconguya [1].

El DEET es el repelente de uso más extendido en el mundo [2]. Las plantas generan sustancias para defenderse de los ataques de los insectos siendo ésta la razón por la cual los mosquitos no atacan a las plantas sino a los animales de sangre caliente. [3] Estos principios activos generalmente se encuentran en los aceites esenciales de las plantas y pertenecen a la familia de los terpenos. [4].

El primer repelente que se empleó fue el aceite de citronella, pero se sustituyó por una sustancia de síntesis denominada dimetil ftalato y en el año 1952 se popularizó el DEET (dietil toluamida) hasta el punto de que la mayoría de los repelentes hasta hoy se han formulado con este producto; pero tiene toxicidad e irritación de pieles sensibles por lo que se ha regresado a los productos naturales. [4]

El presente trabajo muestra el efecto repelente de los aceites esenciales de tres plantas colectadas en la región de Atlixco Puebla, sobre el mosquito Aedes aegypti. El propósito consistió en elaborar una composición repelente, determinar la efectividad, realizar pruebas cromatográficas para analizar la presencia de metabolitos, así como la irritabilidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Prueba de irritación de la composición de repelente natural a base de aceite aceite esencial de las tres especies de plantas y agua destilada (agente excipiente).

Los compuestos generados en los productos de perfumería y belleza son formulaciones que contienen sustancias químicas e ingredientes que pueden causar lesiones en ojos o en la piel, por ser éstos de uso cotidiano, es importante comprobar que su contenido sea inocuo, con objeto de determinar si un producto es irritante o sensibilizante. Por lo que un punto fundamental en el desarrollo de este trabajo es la realización de pruebas de irritación estandarizadas como la prueba de Draize que se realizó en conejos (Oryctolagus cuniculus).

Lo anterior se realizó siempre bajo los estándares de la NOM-039-SSA1-1993 que establece los métodos para determinar las características de irritación y de sensibilización, con el fin de que los fabricantes puedan asegurar que sus productos sean "no irritantes" para el usuario y prevenir los daños a la salud que puedan ocasionar, al aplicarse o usarse directamente.

Prueba de irritación en piel de conejos

Materiales y reactivos:

- 3 conejos albinos de bioterio de 2,0 a 3,5 kg de peso, cualquier sexo y sin daño en la piel
- 3 cepos
- 3 jaulas individuales de malla metálica
- Máquina rasuradora eléctrica, para animales pequeños, con peine del No.40 y del No. 0
- Matraces Erlenmeyer
- Matraces aforados de 50 ml
- Agua destilada esterilizada
- Fuente de luz blanca mínimo de 60 watts
- Lente de aumento
- Gasa quirúrgica esterilizada
- Tela adhesiva
- Tela permeable
- Balanza analítica
- Tamiz del No. 40 (0,42 mm de abertura de malla).

Procedimiento

Preparar a los 3 conejos albinos del adquiridos en el Bioterio de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla: el día anterior a la realización de la prueba, se rasura el dorso de los conejos de manera que quede sin pelo desde la región escapular a la lumbar a un lado y otro de la columna vertebral.

Para ello utilizar primero el peine del No. 40 y después el del No. 0. Esto debe hacerse con mucho cuidado, a fin de no lesionar la piel al rasurar.

El material de prueba se aplicará directamente en el dorso de cada conejo albino, cubrir con un parche de gasa quirúrgica de 2 x 2 cm, con un grosor de 4 a 8 mono capas, colocado en el sitio elegido. Considerar como control cualquier otra área de la piel en esta zona. Colocar a cada conejo albino en jaula para minimizar sus movimientos durante la prueba.

Aplicar 0.3 ml de la composición repelente de aceite esencial de las tres especies de plantas y agua destilada (agente excipiente) directamente en la piel, después, sujetar la gasa al conejo con una tela adhesiva.

Realizar las evaluaciones a los 30 o 60 minutos después de remover el parche, a las 24 horas y a las 72 horas de iniciada la prueba.

Evaluación de la prueba

Una vez que ha transcurrido el tiempo de aplicación, sacar a los 3 conejos de los cepos, remover el parche y eliminar los restos del material de prueba con una toalla húmeda. Regresar cada animal a su jaula. Después de haber removido los parches, evaluar el sitio de prueba de acuerdo con las siguientes escalas:

Tabla 1. Calificación de eritema (enrojecimiento de la piel debido al aumento de la sangre contenida en los capilares)

Eritema	
0	No eritema
1	Eritema ligero, apenas perceptible
2	Eritema bien definido
3	Eritema de moderado a severo
4	Eritema severo (rojo betabel)
Calificación máxima posible de eritema: 4	

Tabla 2. Calificación de edema (hinchazón por acumulación de líquido en los tejidos)

0	No edema
1	Edema ligero apenas perceptible
2	Edema ligero con bordes sobresalientes con elevación definida
3	Edema moderado, con una elevación máxima de 1 mm, aproximadamente
4	Edema severo, elevación mayor de 1 mm extendiéndose más allá del sitio de aplicación
Calificación máxima posible de edema: 4	

Pruebas de cromatografía de la Composición de repelente natural a base de aceites esenciales de las tres especies de plantas y agua destilada (agente excipiente).

Se realizaron las pruebas de cromatografía para la autentificación de sustancias repelentes ya mencionadas con anterioridad, a la composición repelente a base de aceite esencial de zacate limón (Cymbopogon citratus Stapf), aceite esencial de lavanda (Lavándula angustifolia), aceite esencial de epazote de zorrillo (Chenopodium glaucum) y agua destilada (agente excipiente), usando el método Cromatografía de Gases.

Para la cuantificación de los analitos de interés (citronelol y limonelol) se utilizó el método del estándar interno (acetonitrilo). Para la elaboración de la curva se utilizó un compuesto (eugenol) con características similares a los dos compuestos de interés (también es una sustancia aromática). Se hace mención de lo anterior, debido a que no se tiene la certeza de que el eugenol tenga el mismo factor de respuesta que los dos analitos de interés.

Pruebas de microbiológicas de la Composición de repelente natural a base de aceites esenciales de las tres especies de plantas y agua destilada (agente excipiente).

Se realizaron las pruebas microbiológicas para asegurar la inocuidad de la composición repelente a base de aceite esencial de zacate limón (Cymbopogon citratus Stapf), aceite esencial de lavanda (Lavándula angustifolia), aceite esencial de epazote de zorrillo (Chenopodium glaucum) y agua destilada (agente excipiente). Utilizando el método de prueba ISO 7704 Recuento de Escherichia coli y ISO 7704 Recuento de Bacterias Coliformes Totales en placa.

Prueba de efectividad de la composición de repelente natural a base de aceites esenciales de las tres especies de plantas y agua destilada.

Se realizaron los siguientes Bioensayos

Etapa 1.

Se capturaron 30 mosquitos

Se conservaron 1 día en condiciones de aislamiento sin oportunidad de alimentarse y en botella de plástico pet, de 2.5L de capacidad a temperatura ambiente.

El experimento se realizó de las 18 a 17 horas para observar el efecto.

Se utilizaron 3 botellas de plástico pet, de 2.5L de capacidad y en cada botella se colocaron 10 mosquitos.

A cada botella de plástico pet, de 2.5L de capacidad se le añadió un algodón impregnado con sangre de res, y se colocó en el fondo de la botella.

Se contó el número de mosquitos que se colocaban sobre el algodón impregnado con sangre de res, y los mosquitos que se alimentaban de la sangre.

Etapa 2.

Se capturaron 30 mosquitos

Se conservaron 1 día en condiciones de aislamiento sin oportunidad de alimentarse y en botella de plástico pet, de 2.5L de capacidad a temperatura ambiente.

El experimento se realizó de las 18 a 17 horas para observar el efecto.

Se utilizaron 3 botellas de plástico pet, de 2.5L de capacidad y en cada botella se colocaron 10 mosquitos.

A cada botella de plástico pet, de 2.5L de capacidad se le añadió un algodón impregnado con sangre de res y la composición repelente de aceites esenciales de las tres especies de plantas y agua destilada, y se colocó en el fondo de la botella.

Se contó el número de mosquitos que se colocaban sobre el algodón impregnado con sangre de res y con la composición repelente de aceites esenciales de las tres especies de plantas y agua destilada.

Etapa 3

Se capturaron 30 mosquitos. Se conservaron 1 día en condiciones de aislamiento sin oportunidad de alimentarse y en botella de plástico pet, de 2.5L de capacidad a temperatura ambiente. El experimento se realizó de las 18 a 17 horas para observar el efecto.

Se utilizaron 3 botellas de plástico pet, de 2.5L de capacidad y en cada botella se colocaron 10 mosquitos

A cada botella de plástico pet, de 2.5L de capacidad se le añadió un algodón impregnado con sangre de res y la composición repelente a base de aceites esenciales de las tres especies de plantas y agua destilada.

Se contó el número de mosquitos que se colocaban sobre el algodón impregnado con sangre de res y la composición repelente a base de aceites esenciales de las tres especies de plantas y agua destilada.

RESULTADOS

Resultados de la prueba de irritación en piel de conejos de la composición a base de aceites esenciales de las tres especies de plantas y agua destilada.

Una vez obtenidas las lecturas de Eritema y Edema, se promediaron las calificaciones de eritema de las 3 evaluaciones (1/2 o 1 hora, 24 y 72 horas después de remover el parche) para los tres animales (9 calificaciones en total) y por separado se promediaron las calificaciones de edema de la misma manera (9 calificaciones en total).

A partir de estos promedios, se calculó el índice de irritación primaria como sigue:

Índice de irritación primaria = Promedio de eritema + Promedio de edema.

Tabla 3. Resultados de eritema

ERITEMA			
	Conejo 1	Conejo 2	Conejo 3
1 hora	0	1	0
24 horas	0	0	0
72 horas	0	0	0
Promedio	0	1	0
Promedio:	0.11		

Tabla 4. Resultados de edema

EDEMA
Para esta prueba se obtuvieron valores de 0

Índice de irritación primaria = Promedio de eritema + Promedio de edema.
Índice de irritación primaria = 0.11+ 0
Índice de irritación primaria = 0.11
Interpretación de los resultados de la composición repelente a base de aceites esenciales de las tres especies de plantas y agua destilada.
Con base en el Índice de Irritación Primaria, los productos podrán ubicarse en alguna de las siguientes categorías:

0 – 1	No irritante
1,1 – 2	Ligeramente irritante
2,1 – 5	Moderadamente irritante
5,1 – 6	Irritante moderado
6,1 – 8	Irritante severo

Tabla 5. Resultados de irritación

Composición de repelente aceite esencial de zacate limón *(Cymbopogon citratus Stapf),* aceite esencial de lavanda *(Lavándula angustifolia),* aceite esencial de epazote de zorrillo *(Chenopodium glaucum)* y agua destilada *(agente excipiente)*	0.11 NO IRRITANTE

Criterio de aceptación

Todos los productos para uso en bebés deberán tener un índice de irritación primaria no mayor de 2, por lo tanto, nuestra composición repelente puede usarse en bebes puesto que su índice de irritación tiene un valor de 0.11.

El producto que tenga un índice de irritación primaria no mayor de 5 será aceptado como un producto apto para uso en adultos.

Se observó que la composición repelente a base de aceites esenciales de las tres especies de plantas y agua destilada., tiene un índice de irritación de 0.11 por lo que puede usarse en bebes y adultos.

Pruebas de Cromatografía
Se observó que para el citronelol coinciden todos los picos y para el limoneno la mayoría de los picos, por lo que estas sustancias están presentes en la composición repelente a base de aceites esenciales de las tres especies de plantas y agua destilada.

No obstante, enseguida se muestran las comparaciones de los espectros de masa para garantizar una aproximación de la cuantificación.

Tabla 6. Concentración de limonelol y citronelol

Parámetro	Método	Unidades	Cuantificada	Permitida	Diagnóstico
Concentración de limonelol	Cromatografía de gases	mg mL^{-1}	0.08*	n/a	n/a
Concentración de citronelol	Cromatografía de gases	mg mL^{-1}	1.83*	n/a	n/a

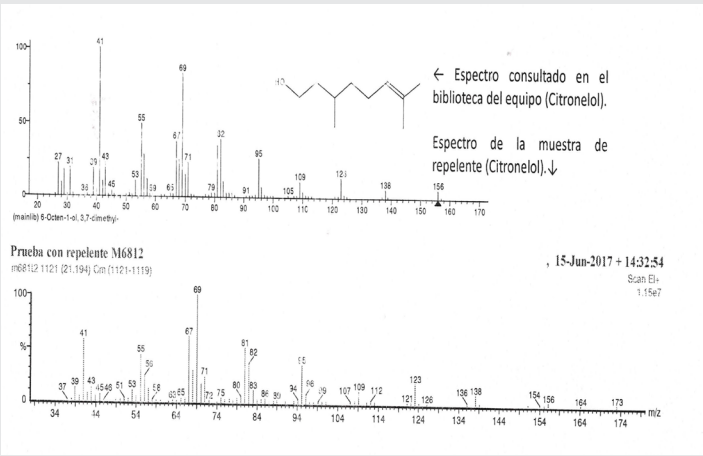


Figura 1. Espectro citronelol

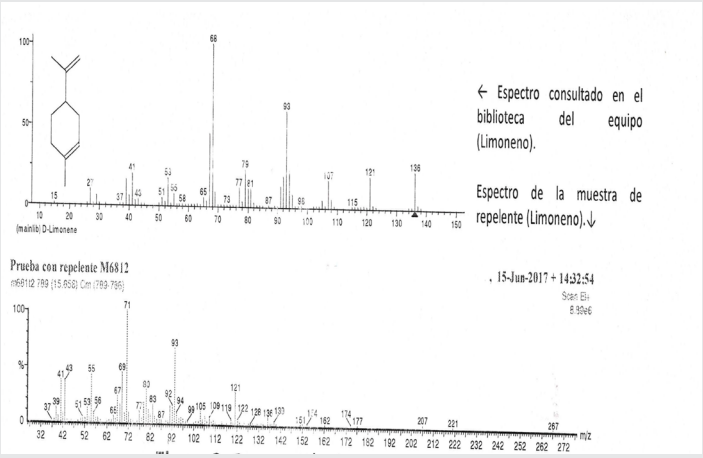


Figura 2. Espectro limonelol

Microbiología

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 7. Resultados Microbiológico

Tipo de análisis	Método de prueba	Resultados	Unidades	Límite permitido	Observaciones
Recuento de Escherichiacoli	ISO 7704	<1	UFC/100 ml	No detectable	No excede
Recuento de escherichiacoli	ISO 7704	<1	UFC/100 ml	0	No exced0e

No se encontraron recuento de Unidades Formadoras de Colonias de Escherichia Coli así como tampoco encontramos Unidades.z

Formadoras de Colonias de Coliformes totales, por lo tanto la composición repelente es inocua.

Efectividad
Los resultados muestran, que se potencia el efecto repelente de la composición, al adicionarle el aceite esencial epazote de zorrillo *(Chenopodium glaucum)*.

En la etapa 1, se muestra que el 86.66% de los mosquitos se posan sobre el algodón impregnado con sangre de res.

Tabla 8. Etapa 1 Algodón impregnado con sangre de res.

Etapa 1	Número de mosquitos
Botella 1	9
Botella 2	8
Botella 3	9

En la etapa 2, se muestra que el 46.66% de los mosquitos se posan sobre el algodón impregnado con sangre de res y la composición repelente de aceite esencial de zacate limón *(cymbopogon citratus stapf)*, lavanda *(lavándula angustifolia)* y agua destilada, esto nos muestra una disminución en el número de insectos que se posan en el algodón para alimentarse.

Tabla 9.Etapa 2 Algodón impregnado con sangre de res y la composición repelente de aceite esencial de zacate limón (cymbopogon citratus stapf), lavanda (lavándula angustifolia) y agua destilada.

Etapa 2	Número de mosquitos
Botellla 1	4
Botella 2	5
Botella 3	5

En la etapa 3, se muestra que el 10.00% de los mosquitos se posan sobre el algodón impregnado con sangre de res y con la composición repelente a base de aceite esencial y la composición repelente a base de aceites esenciales de las tres especies de plantas y agua destilada.

Esto muestra que el efecto mayor puede observarse en la composición repelente de la etapa 3, es decir con la composición repelente a base de aceite esencial de zacate limón (Cymbopogon citratus Stapf), aceite esencial lavanda (Lavándula angustifolia), aceite esencial epazote de zorrillo (Chenopodium glaucum) y agua destilada, ya que solo el 10.00% de los mosquitos se posaron en el algodón.

Se observó que el efecto repelente en la composición a base de aceite esencial de zacate limón (Cymbopogon citratus Stapf), aceite esencial lavanda (Lavándula angustifolia), aceite esencial epazote de zorrillo (Chenopodium glaucum) y agua destilada, es del 90% ya que solo el 10% de los mosquitos se posaron en el algodón.

Tabla 10. Etapa 3 Algodón impregnado con sangre de res y con la composición repelente a base de aceites esenciales de las tres especies de plantas y agua destilada.

Etapa 3	Número de mosquitos
Botellla 1	2
Botella 2	1
Botella 3	0

CONCLUSIONES

La presente invención provee una composición repelente de mosquitos de origen 100% natural apto para uso humano desde bebés hasta adultos.

La citada composición es inocua como lo muestran los resultados microbiológicos pues no se encuentran recuento de Unidades Formadoras de Colonias de Escherichia Coli así como tampoco encontramos Unidades Formadoras de Colonias de Coliformes totales.

Con dicha composición se pueden formular cremas, ungüentos, lociones, aromatizantes, velas, gel, jabón, aspersión, pasta y perfumes. Pues tiene un índice de irritación de 0.11 por lo que puede usarse en bebes y adultos.

La composición incluye una mezcla de aceites esenciales, que deriva de un proceso a partir de la extracción de aceite esencial de zacate limón (Cymbopogon citratus Stapf), aceite esencial de lavanda (Lavándula angustifolia), aceite esencial de epazote de zorrillo (Chenopodium glaucum) y un agente excipiente (agua destilada) como lo muestran las pruebas cromatograficas.

La citada mezcla potencia el efecto repelente ante el mosquito Aedes Aegypti, vector de diversas enfermedades como Dengue, Chiconguya y Zika, además proporciona un repelente que no daña la salud ni al medio ambiente, cuyo compuesto no posee químicos y su producción es a bajo costo.

BIBLIOGRAFÍA

[1] M. S. Y. H. B. P. A. Bossou AD, «Chemical composition and insecticidal activity of plant essential oils from Benin against Anopheles gambiae (Giles). Parasit vectors.,» Parasit vectors, p. 337, 2010.

[2] Nentwig, «Scielo,» 10 Julio 2018. [En línea].Available:http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342016000400472.

[3] I. A. Ross, «Medicinal Plants of the world Chemical Constituents, Traditional and Modern Medicinal Uses,» de Medicinal Plants of the world Chemical Constituents, Traditional and Modern Medicinal Uses, Totowa, New Jersey, Humana Press Inc., 2005, p. 30.

[4] Carretero, «Portal Farma,» 5 Julio 2018. [En línea]. Available:htpp://www.portalfarma.com/pfarma/taxonomia/general/gp000011.nsf/voDocumentos/4DE2A2030B26B6F0C1256A790048D68C/$File/240.pdf.

[5] C. M., «Portal Farma,» 6 Julio 2018. [En línea]. Available:http://www.portalfarma.com/pfarma/taxonomia/general/gp000011.nsf/voDocumentos/4DE2A2030B26B6F0C1256A790048D68C/$File/240.pdf.

[6] SINAVE, «Secretaría de Salud,» 16 Enero 2016. [En línea]. Available:https://www.gob.mx/salud/.

Ciencias de la Computación

Ingeniantes

Arquitectura de un Sistema Integral Web Móvil para el Transporte y Distribución de Productos en MyPE

Colaboración
Ángel Salas Martínez; Sofía Isabel Fernández Gregorio, Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre; Luis Alberto Morales Rosales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

RESUMEN: El transporte y distribución de productos para las empresas MYPE representa un gran reto para ofrecer un buen servicio a sus clientes. En este contexto, uno de los principales problemas de las MYPE es la baja inversión en tecnologías de la información. Por lo tanto, las MYPE generalmente presentan una mala gestión del transporte, por lo que al realizar los procesos de transporte de forma tradicional, suelen producirse retardos en la distribución de los productos, lo que repercute en una mala atención de las necesidades de sus clientes. Por lo tanto, el seguimiento de unidades repartidoras es un elemento que se requiere para ofrecer mejor servicio a los clientes. Por otra parte, otro de los problemas principales para las MYPE es el control de inventario, ya que mantener un inventario en tiempo real es una carencia en la mayoría de las MYPE. Considerando estos aspectos, en este artículo se presenta una arquitectura para el diseño de un sistema integral en una plataforma web móvil para el transporte y distribución de productos en MYPE, permitiendo administrar el inventario, agilizar el levantamiento de pedidos y la localización de unidades repartidoras.

PALABRAS CLAVE: Arquitectura, Distribución, MYPE, Software, Transporte.

ABSTRACT: Transport and distribution of products for SME(Small and Medium Enterprises) companies represents a great challenge to maintain a good service to clients. One of the main issues of the SME is the low investment in information technologies applied to this context. On one hand, SME usually present poor transport management, introducing delays in the distribution of products, which has an adverse effect to satisfy the needs of their customers, when carrying out these processes in a traditional manner. On one hand, the tracking of delivery units is an element required to offer better service to customers. On the other hand, another of the main problems for SME is control inventory, since maintaining an inventory in real time is a deficiency in most SME. Considering these aspects, this article presents an architecture for the design of an integral system in a mobile web platform for the transport and distribution of products in SME, allowing to manage the inventory, speed up the picking of orders and the location of distribution units.

KEYWORDS: Architecture, Distribution, MYPE, Transport, Software.

INTRODUCCIÓN

El transporte y distribución de productos para las empresas MYPE(Medianas y Pequeñas Empresas) es un reto para mejorar el servicio de sus clientes. Sin embargo, las MYPE pocas veces deciden arriesgarse a invertir en tecnología en estos rubros. Esto debido a que su capital de retorno y los beneficios tangibles no son claros desde su punto de vista. Entre los principales problemas que enfrentan las MYPE en materia de transporte y distribución de sus productos se encuentran: 1) demoras en levantamiento de pedidos, 2) gestión de los productos para satisfacer las demandas de los clientes, 3) demora en el envío de pedidos, 4) manejo de inventario y 5) tiempo de traslados de

los productos. Las tecnologías de la información en conjunto con un análisis de requerimientos han sido aplicados para tratar de resolver estos problemas mediante el desarrollo de sistemas integrales. [1-10] No obstante, las particularidades de las MYPE enfocadas al transporte de productos avícolas, requieren un acceso inmediato a la información (e.g. inventario en tiempo real) y del seguimiento de las unidades desde plataformas web para la toma de decisiones.

Por lo tanto, en este artículo se presenta la arquitectura de un sistema integral web móvil para el transporte y distribución de productos en MYPE, con el fin de automatizar el control del transporte y la distribución de productos. Para ello, se realizó un análisis de las MYPE ubicadas en la región del Martínez de la Torre, encargadas de la distribución de productos avícola para el norte del estado de Veracruz de la empresa "El Calvario". A partir del análisis se observaron los siguientes problemas: 1) procesos administrativos obsoletos, ya que se llevan a cabo de forma manual, 2) mala gestión en el levantamiento de sus pedidos, 3) incumplimiento de entregas a tiempo debido a problemas administrativos, 4) incertidumbre para la entrega y transportación de los pedidos, y 5) mala gestión de su inventarios (Salathiel, 2018).

Considerando los problemas que enfrentan las MYPE encargadas de llevar a cabo el transporte y distribución de producto avícola en el norte del estado de veracruz, la implementación de la arquitectura propuesta ofrecerá los siguientes beneficios(SRS, 2017):

- Reducir tiempos de espera para la actualización de inventarios de las MYPE.
- Control del transporte y distribución de los productos solicitados por los clientes, considerando:
- Generación de reportes para la identificación de la cantidad de remisiones atendidas por cada operador, y devoluciones para mantener el inventario actualizado.
- Conocer la ubicación de la unidad móvil utilizando la información de un celular recopilado por el sistema de posicionamiento global (GPS) integrado con la interfaz de programación de aplicaciones(API) de Google Maps. De esta forma, se identifica el recorrido de las unidades estimando el tiempo de llegada a su destino.
- Control de inventario sobre los productos a distribuir por la MYPE.
- Para evaluar la viabilidad de la arquitectura se presenta un caso de estudio de su implementación en la empresa "El Shaddai". La empresa se encarga de la distribución avícola a lo largo del centro y norte del Estado de Veracruz.

Estado del arte

Actualmente, existe una variedad de trabajos se han enfocado en realizar el seguimiento y control de vehículos, específicamente aplicaciones para el rastreo de flotillas de empresas que realizan repartos. En algunos casos, estas aplicaciones cuentan con características específicas para cumplir requerimientos de una determinada empresa.

Entre algunos de los trabajos relacionados relevantes se encuentran los siguientes: 1) TSO Fleet Pro, es una aplicación móvil de rastreo vehicular mediante GPS (Sistema de posicionamiento global), que permite el rastreo en tiempo real y muestra información detallada de la actividad histórica, esta aplicación fue desarrollada por la empresa UTS Sistemas y está disponible para usuarios que son clientes de TSO Movile (UTS Sistemas, 2017). 2) Fleetmatics Reveal, es una Aplicación que fue desarrollada por la empresa Fleetmatics para el seguimiento de flotas vehiculares. De sus características destacan que permite a los usuarios acceder a la información clave de su flota, datos en tiempo real y el rendimiento de cada vehículo, reciba alertas y notificaciones de actividades, realiza despliegue hacia Route Replay para investigar incidentes en el campo, y permite crear una nueva Geofence desde cualquier lugar (Fleetmatics, 2017). 3) GPSMonitor fue desarrollada como complemento de la plataforma de rastreo que lleva el mismo nombre. En esta aplicación, se puede visualizar la información de las unidades que se están rastreando mediante una interfaz amigable, cuenta con animación del recorrido y genera alarmas en tiempo real, además almacena un historial de 90 días (GPSMonitor, 2017). 4) Diseño y construcción de un sistema de rastreo vehicular por satelite activo mediante el uso de las tecnologías GPS/GLONASS, GSM/GPRS y WiFi, este es un trabajos de tesis donde el sistema se aplica al área de logística y suministro. El sistema realiza el monitoreo de vehículos y flotillas en tiempo real, además permite obtener la ubicación geográfica, monitorear el estado de los módulos que integran el sistema, atendiendo peticiones de usuario y generando alarmas programadas (Alba, 2017).

MATERIAL Y MÉTODOS

METODOLOGÍA

Considerando la problemática de las MYPE relacionada con el transporte y distribución de productos, donde se requiere una automatización y control de estos procesos, se diseñó una propuesta de solución basada en una arquitectura de software. Dicha propuesta consiste en el desarrollo de una arquitectura de software que registre y controle las operaciones relacionadas con el transporte y distribución de productos (e.g. pedidos, devoluciones, seguimiento de vehículos). Para verificar su eficiencia se desarrolló un sistema integral web móvil. Para el desarrollo se han utilizado: 1) el API de google maps con el fin de dar un seguimiento de las unidades de reparto, y 2) una metodología ágil para el desarrollo del proyecto

de software. La metodología utilizada es la de Programación Extrema (XP) (Medina, 2018) ya que ésta se centra con mayor detalle en la adaptabilidad más que en la previsibilidad (Meléndez, 2016). Además, esta metodología impulsa el trabajo en equipo mediante una constante comunicación así como la minimización de riesgos, lo que se refleja en una mayor satisfacción del cliente. A continuación se presenta de manera general las actividades efectuadas en cada una de sus fases:

Planeación: En esta fase se realizó la recolección de información relevante referente al proceso de transporte y distribución de productos. Para ello, se generaron registros de entrevistas con usuarios para establecer los requisitos a satisfacer durante el desarrollo. Así mismo se efectuaron reuniones frecuentes para establecer los flujos de información y periodos de actualización de los datos.

Diseño: Se presentaron prototipos y diseños a los clientes donde se evaluaron la interacción del sistema con los usuarios. Además, se identificaron módulos, actores y funciones, para la elaboración de diagramas de clases y vistas que se emplearon como parte del sistema gestor de reportes.

Codificación: En esta etapa se programaron los módulos y se realizaron pruebas de funcionalidad. Esto permitió garantizar que la aplicación cumpliera los requerimientos del cliente. Al detectar elementos que no eran adecuados, se implementaron estrategias para transformar los requerimientos esperados por los clientes para que tales cambios no impactarán con el tiempos estimado de la entrega del proyecto.

Pruebas: A partir de las pruebas de funcionalidad, se extendieron un conjunto de pruebas de usabilidad por parte de los usuarios finales. Estas pruebas fueron diseñadas para medir la aceptación por parte de los operadores de las unidades móviles de entrega y reparto; ya que la resistencia al cambio era uno de los factores a considerar como parte importante tanto de la arquitectura como del sistema integral en operación.

RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados en tres vertientes. En la primera, se describe la arquitectura enfocada a realizar el control del transporte y distribución de los productos para MYPE. En la segunda, se presenta una descripción general del sistema integral basado en la arquitectura propuesta. Por último se presenta un análisis del caso de estudio, en el cual se implementó el sistema integral donde se interactúa directamente con el proceso de transporte y distribución de productos de la empresa "Shaddai".

Arquitectura de Software Propuesta

La arquitectura de software diseñada para automatizar el proceso de transporte y distribución de productos en MYPE, ver figura 1, está conformada por tres elementos principales: 1) una aplicación móvil nativa Android, donde se registran las remisiones, entregas, devoluciones y el registro de los puntos que conforman las rutas de entrega, 2) un servidor web que genera reportes y realiza las actualizaciones del inventario y el control de las unidades, e 3) interfaces web y móvil para clientes remotos, donde se realizan consultas, sobre la administración y control de las operaciones de transporte y distribución. Estos elementos están construidos utilizando una arquitectura de tres capas, separando, las capas de cliente-servidor, lógica de negocios, y la capa de presentación. La arquitectura integra diversas tecnologías, ver figura 1, tales como: SQL Server, lenguaje de programación JAVA, XML y JSON como formato de texto ligero para el intercambio de datos, comunicación mediante el protocolo HTTP y API de Google Maps.

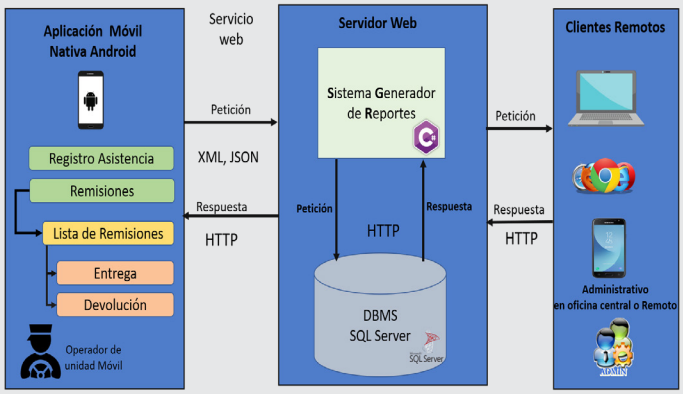


Figura 1. Arquitectura propuesta

El sistema integral para la automatización del proceso de transporte y distribución de productos en MYPE está basado en la arquitectura propuesta. El sistema integral lo componen 4 subsistemas descritos a continuación:

Aplicación Móvil Nativa Android. La aplicación Android está enfocada a ser utilizada por el operador de una unidad móvil, correspondiente al sistema de transporte de productos. Esta aplicación permite administrar las remisiones asignadas, cuyas acciones serán: 1) visualizar la lista de remisiones que le fueron asignadas, 2) efectuar la entrega del producto avícola correspondiente a cada cliente, y 3) realizar devoluciones recibidas.

Sistema Generador de Reportes Web. Un sistema web operado por el administrador de la empresa. Presenta reportes correspondientes sobre remi-

siones atendidas, devoluciones realizadas a cada operador de la unidad móvil, así como para la administración del inventario correspondiente de producto avícola en almacén. Un elemento importante es identificar el trazado de la ruta de cada una de las unidades móviles, para observar en tiempo real de la ubicación de los operadores junto a la unidad móvil, con el fin de posteriormente optimizar recorridos.
Sistema Gestor de Base de Datos. El gestor de base de datos es implementado para interactuar con la aplicación nativa como por el sistema de reportes, debido a que ambos actores integran información en él durante cada uno de sus procesos de forma individual. El sistema gestor es encargado de mantener la integridad de los datos sobre cada una de las remisiones asignadas a un operador de una unidad móvil. Además, administra y almacena los datos generales de cada uno de los operadores, su principal función es gestionar el inventario de la MYPE.

Clientes Remotos. Los clientes remotos podrán acceder a el sitio web desde cualquier tipo de dispositivo móvil o equipo de cómputo conectado a la Internet. Las consultas que podrán realizar, considerando su previa autentificación, son: 1) revisión de datos generales, y 2) remisiones asignadas durante la jornada por unidad móvil. El administrador podrá generar los reportes que le permitan obtener la información correspondiente al inventario del almacén, producto en tiempo real, de acuerdo a sus necesidades.

La figura 2 muestra el funcionamiento de la aplicación móvil respecto a las remisiones asignadas a un operador de una unidad móvil. La figura 3 muestra un ejemplo de una devolución realizada al operador.

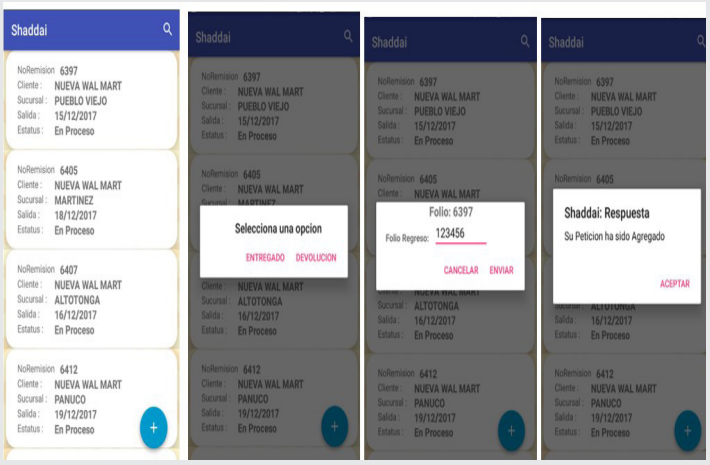


Figura 2. Ejemplo de la lista de remisiones

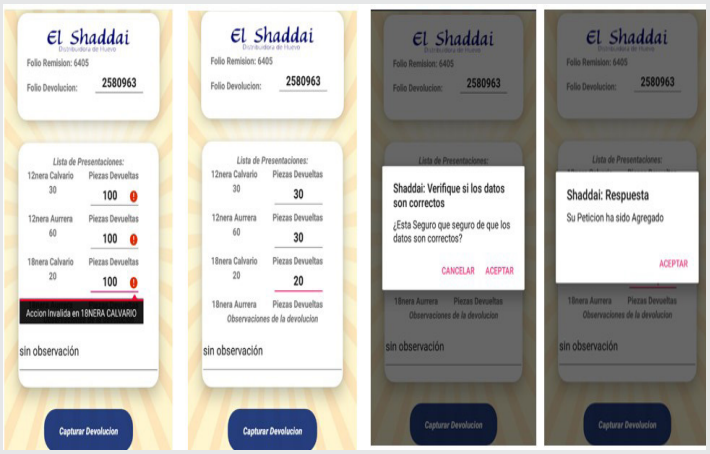


Figura 3. Ejemplo de la devolución de una remisión

Caso de Estudio: Empresa Shaddai
El caso de estudio se centra en la empresa "El Shaddai", integrada por una cantidad máxima de 20 personas dentro de la plantilla laboral. La parte administrativa la componen diez personas; mientras que las otras diez personas (operadores de unidades móviles) están destinadas al transporte y distribución de los productos avícolas a lo largo del centro y norte del Estado de de veracruz.

Una vez llevada a cabo la implementación de la arquitectura para el transporte y distribución de productos en MYPE, se realizaron pruebas de usabilidad y funcionalidad. Las pruebas fueron realizadas con distintos dispositivos (Salathiel, 2018): 1) Dispositivo móvil Samsung Galaxy j7 con las siguientes características: procesador Exynos 7580 1.5GHz, RAM: 1.5GB, Pantalla: 5.5", 720 x 1280 píxeles, Versión de Android: Android 5.1Lollipop. 2) Dispositivo móvil Sony Xperia E5 con procesador: MediaTek 6755 4 núcleos a 1,3GHZ, RAM: 1.5 GB, Pantalla: 5 pulgadas con resolución HD (1.280 x 720 píxeles), Versión de Android: Android 6.0 Marshmallow. 3) Dispositivo móvil Moto E4, presentando las siguientes características: procesador: MediaTek de cuatro núcleos de 1.3GHz, RAM: 2 GB, Pantalla: 5 pulgadas HD (1280x720) 294 ppp, cristal 2.5D, Versión de Android: Android 7.1 Nougat.

Las pruebas de campo realizadas por los operadores de las unidades, concluyeron que les resulta funcional para agilizar procesos donde requerían grandes tiempos de espera, tales como la actualización de los inventarios, devoluciones y calendarización de entregas. Por otra parte, se detectaron algunas inconsistencias con la implementación del seguimiento por GPS de los vehículos, debido a la pérdida de señal por tramos carreteros donde el operador transita ya que no existe señal telefónica, este problema es un área de oportunidad para realizar mejoras de la aplicación móvil.

La tabla 1 presenta un resumen de resultados. Estos son considerados como un impacto positivo para agilizar cada uno de los procesos de mayor importancia en el transporte y distribución de productos de la empresa. Particularmente, la tabla 1 muestra

una contraste del tiempo y del personal involucrado para las operaciones cotidianas. Entre las más importantes son que se ha mejorado las capacidades de levantamiento de pedidos sin poner en riesgo el inventario y con ello el incumplimiento de órdenes, mayor cantidad de personal puede procesar devoluciones, y dos de los elementos primordiales es el mantener en tiempo real el inventario actualizado y un seguimiento (monitoreo) continuo de las unidades de reparto.

Tabla 1. Resumen de factores de funcionalidad y usabilidad.

Actividades	Anterior	Actual
Capacidad de procesar devoluciones	1 persona	10 personas
Captura de datos	1:30 a 2 horas	1 hora
Actualización de datos	24 a 48 horas	4 a 10 horas
Inventario físico finalizado	48 horas	Menos de 24 horas
Control de inventario	Manual	Tiempo real
Seguimiento de vehículos	No	Tiempo real

CONCLUSIONES

El transporte y distribución de productos es fundamental para las MYPE, ya que la calidad de servicio en estos procesos afecta directamente a su cartera de clientes y en sus utilidades. En este artículo se presentó una arquitectura de un sistema integral para el transporte y distribución de productos en MYPE. Particularmente, se llevó a cabo la implementación de la arquitectura para el sector avícola del estado de Veracruz. Con la implementación del sistema integral web móvil se obtuvieron resultados favorables. Dentro de la empresa "Shaddai" se disminuyó el tiempo de los procesos involucrados en la distribución de los productos; así como en la calendarización y seguimiento de las unidades móviles de reparto evitando el uso malintencionado de los vehículos y el desvió de rutas establecidas. Por otra parte, se generó una administración y gestión del inventario en tiempo real ayudando en la toma de decisiones de las empresas MYPE. El caso de estudio mostró que las pruebas de funcionalidad y usabilidad por parte del personal de la empresa "Shaddai" mejoraron el proceso de transporte y distribución de sus productos avicolas. Como trabajo futuro se mejorará el sistema de seguimiento de las unidades móviles, y funcionalidades para la generación de reportes orientados a inteligencia de negocios.

BIBLIOGRAFÍA

[1]. Salathiel, M. S.. (2018). Aplicación móvil para el monitoreo de productos avícolas. Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre, México, julio de 2018.

[2]. Medina, L. N. V. y López, W. M. L. (2018). Escoger una metodología para desarrollar. Educación en Ingeniería.

[3]. Meléndez, S. M. V., Gaitán, M. E., y Pérez, N. N. R. (2016). Metodología ágil de desarrollo de software programación extrema. Nicaragua.

[4]. SRS. (2017). Beneficios de un sistema de rastreo satelital]. Recuperado de http://sistemasderastreosatelital.com/beneficios-de-un-sistema-de-rastreo-por-gps/.

[5]. UTS Sistemas. (2017). Sistemas de rastreo móvil GPS. Recuperado de https://www.utssistemas.com.mx/Apps-Moviles.html.

[6]. Fleetmatics. (2017) Gestión de flotillas GPS. Recuperado de : https://www.fleetmatics.mx/empresarial/funcionalidad/movil-rastreo-app.

[7]. GPSMonitor. (2017). Rastreo GPS vehicular. Recuperado de http://gpsmonitor.com.mx/rastreo-gps-vehicular

[8]. Alba, O. A. G. Felipe, G. A. (2017). Diseño y Construcción de un Sistema de Rastreo Vehicular por Satelite Activo Mediante el uso de las tecnologías GPS/GLONASS, GSM/GPRS y WiFi. Tesis de licenciatura. Ciudad Universitaria, Cd. Mx.

Tierra, Medio Ambiente y Energía

Ingeniantes

Relación del espesor de una película P3HT:PCBM con su resistencia característica en estructura fotovoltaica

Colaboración
Mario Espinosa Tlaxcaltecatl; Jacob Javier Vásquez Sanjuan, Universidad Politécnica de Puebla; Svetlana Mansurova, Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; Irma Lucio Hernandez, Universidad Politécnica de Puebla

RESUMEN: El presente trabajo reporta la estimación de la resistencia típica denominada Resistencia en Serie (Rs), en una estructura fotovoltaica (ITO / P3HT:PCBM / Al) y la relación que se le asocia con el espesor de la película orgánica activa, compuesta por una mezcla 1:1 de poly(3-hexyl thiophene) P3HT y derivado de C60 (PCBM). La Rs de la estructura es obtenida ajustando los parámetros eléctricos del modelo teórico de la celda solar al comportamiento de la curva V-I experimental con iluminación. Los valores estimados de Rs son asociados a un crecimiento del espesor de las películas activas de 50, 100 y 150 nm. Esta relación establece un procedimiento alternativo para la estimación de un parámetro físico de la celda a través de un parámetro eléctrico.

PALABRAS CLAVE: Ajuste teórico, espesor de película, estructura fotovoltaica, parámetros eléctricos, película P3HT:PCBM y resistencia en serie.

ABSTRACT: The present work reports the estimation of the typical resistance denominated Series Resistance (Rs), in a photovoltaic structure (ITO / P3HT: PCBM / Al) and the relation that is associated with the thickness of the active organic film, composed of a 1: 1 mixture of poly (3-hexyl thiophene) P3HT and derivative of C60 (PCBM). The Rs of the structure is obtained by adjusting the electrical parameters of the theoretical model of the solar cell to the behavior of the experimental V-I curve with illumination. The estimated values of Rs are associated with a thickness growth of the active films of 50, 100 and 150 nm. This relationship establishes an alternative procedure for estimating a physical parameter of the cell through an electrical parameter.

KEYWORDS: Theoretical adjustment, film thickness, photovoltaic structure, electrical parameters, film P3HT:PCBM and series resistance.

INTRODUCCIÓN

Las celdas solares convierten la luz en energía eléctrica y sus parámetros de desempeño establecen el mecanismo para evaluarlas. Pero para determinar las causas que producen desempeños deficientes como es el caso de celdas solares orgánicas, cuya tecnología de fabricación promete beneficios económicos, es necesario determinar los parámetros eléctricos que la gobiernan. En este sentido la resistencia de la película activa de la celda solar juega un papel de extrema importancia, al definir el comportamiento rectificador del dispositivo. Y aun cuando está definida esta resistencia por diversos factores físicos de la es-

tructura fotovoltaica, el espesor de la película activa es el más importante factor a considerar.

Los parámetros de desempeño de una celda solar son: corriente de circuito cerrado (Isc), voltaje de circuito abierto (Voc), factor de llenado (FF), y a base de estas características se calcula la eficiencia de conversión de potencia (η), que se define como la razón entre potencia eléctrica producida y la energía solar incidente por segundo, estos mismos parámetros son utilizados para caracterizar una celda solar orgánica (1). La forma de obtenerlos es identificando puntos característicos en la curva V-I, como se muestra en la figura 1.

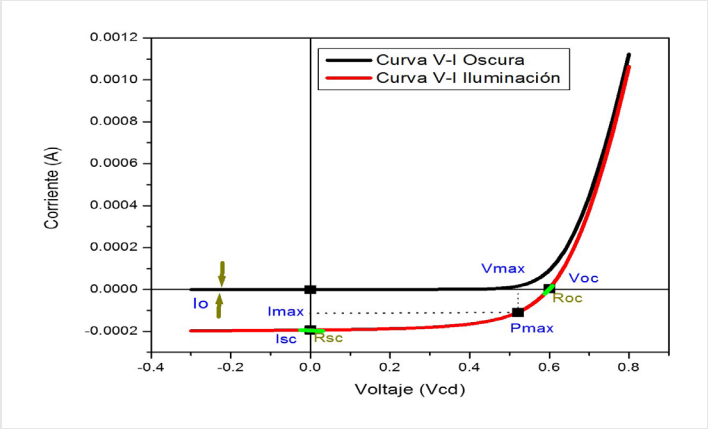


Figura 1. Parámetros característicos identificados en la curva V-I

El punto de máxima transferencia de potencia (Pmax) identificado con las coordenadas de Vmax e Imax establece el punto de operación ideal de la celda.

$$FF = \frac{I_{max}V_{max}}{I_{sc}V_{oc}} \qquad \text{Ec. (1)}$$

$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{Luz}} = \frac{I_{sc}V_{oc}FF}{P_{luz}} \qquad \text{Ec (2)}$$

Por otro lado, los parámetros eléctricos de una celda solar son observados en el circuito equivalente propuesto por Möller en 1993 (2) (ver figura 2). El circuito contiene una fuente de corriente como respuesta a iluminación, un diodo que establece el comportamiento no lineal de la celda, una resistencia en paralelo (Rp) asociada con la corriente de fuga o recombinación antes de llegar a los electrodos y una resistencia en serie (Rs) que debe su valor principalmente la resistencia de los electrodos y a la resistencia de la película activa (3,4).

Los efectos de la resistencia en los electrodos no se consideran en este trabajo debido a que es un factor constante en las tres diferentes estructuras bajo estudio. Donde el análisis de la influencia de los electrodos afecta a otros parámetros de forma significativa, en particular el Voc manifiesta una dependencia lineal con las características físicas del elemento (5).

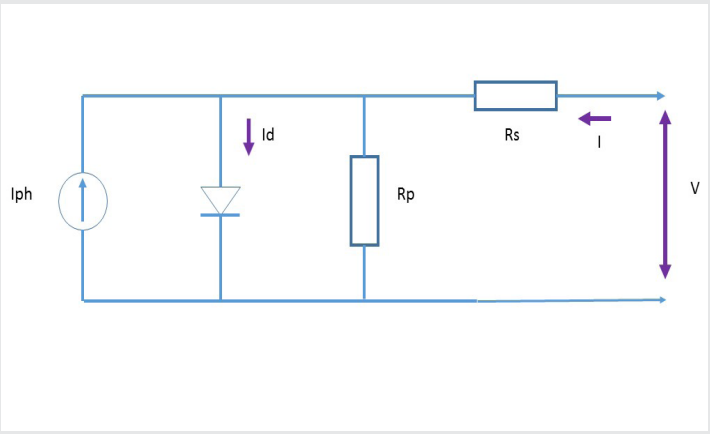


Figura 2.Circuito equivalente de una celda solar con iluminación.

La expresión que permite encontrar la corriente obtenida de la celda solar en esta aproximación es:

$$I(V) = -I_{ph} + I_o\left(\exp\left(\frac{V - IR_s}{\frac{nK_BT}{e}}\right) - 1\right) + \frac{V - IR_s}{R_p} \qquad \text{Ec. (3)}$$

Donde Iph es la corriente por iluminación, Io es la corriente de saturación (a voltaje inversos), V es el voltaje de la celda solar, n es el factor de idealidad (con valor de 1 en el caso ideal y mayor a 2 para este tipo de estructuras), KB es la constante de Boltzmann, T la temperatura absoluta de la celda y e es la carga de electrón. El voltaje térmico VT = KBT/e normalmente asociado a un valor de 0.025 para temperatura ambiente en la mayoría de semiconductores.

Para finalizar, con el objetivo de establecer el vínculo entre la Rs de la celda solar y los parámetros geométricos de la curva V-I, Muñoz Lasso (6) establece el cálculo de Rs en condiciones de alta iluminación (> 800 mW/cm2).

$$Roc = R_s + \frac{nK_BT}{eI_o}\exp\left(\frac{-V_{oc}}{\frac{nK_BT}{e}}\right) \qquad \text{Ec. (4)}$$

Donde el parámetro geométrico Roc representa la pendiente inversa en el punto de circuito abierto (ver figura 1). Este parámetro geométrico Roc es estimado de las dependencias V-I con iluminación. Los demás parámetros (voltaje de circuito abierto Voc, factor de idealidad n y corriente de saturación Io) de la ecuación 4, se plantea determinarlos con ajuste teórico de los datos experimentales al modelo de corrientes (ecuación 3). Así, después de conocer todos los parámetros necesario, la resistencia Rs puede ser calculada.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestras

Las estructuras fueron fabricadas en la Universidad de Köln Alemania, durante una estancia de investigación, la estructura se muestra en la figura 3. Los electrodos fueron seleccionados para presentar contactos óhmicos, uno de ellos es transparente (ITO, indium tin oxide) para permitir el acceso de luz, con un espesor de 125 nm y 15 Ω de resistencia de hoja (Merck), el otro opaco (Al), el cual es depositado por evaporación con un espesor de 150 nm.

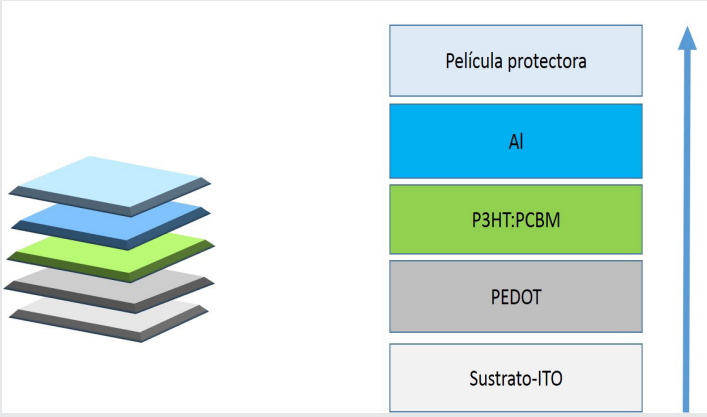


Figura 3. Estructura general de la celda solar orgánica.

El mecanismo de depósito de las películas se hace utilizando un procedimiento de fuerza centrífuga (giros). La primera película depositada sobre el electrodo de ITO es una película de PEDOT (Clevios P VP AI 4083, H.C. Starck), capa comúnmente usada en este tipo de estructuras para permitir la máxima transferencia de energía, por irregularidades entre electrodo y capa activa. El deposito se realiza con un espesor de 36 nm (a 3500 RPM, durante 30 segundos) y aplicando un tratamiento térmico a 120°C por dos minutos.

Las variables del depósito de la película activa P3HT:PCBM son mostradas en la tabla 1. El tratamiento térmico es aplicado a las estructuras fabricadas, debido a que ha demostrado incrementar las características de conductividad y los parámetros de desempeño Isc 10 veces su amplitud y la eficiencia de conversión de potencia hasta un 70% (7), por mejoras en la uniformidad de la morfología de la película. Finalmente, la estructura es sellada con una película de vidrio adherida con pegamento transparente y sometida a 50°C para extender el pagamento en forma uniforme.

Dependencias V-I

Las dependencias V-I fueron tomadas con un simulador Solar Oriel, obtenidas en la Universidad de Köln en Alemania, usando un filtro de AM 1.5, para consideraciones practicas se utiliza una potencia óptica de100 mW/cm2.

Tabla1. Parámetros de depósito de película activa P3HT:PCBM

Relación P3HT:PCBM	Velocidad (RPM)	Tiempo (Sec)	Temp.
50 nm 1:1	3000	20	140°C, 5min
100 nm 1:1	700	30	140°C, 5min
150 nm 1:1	400	40	140°C, 5min

RESULTADOS

La figura 4 muestra las dependencias de voltaje – corriente obtenidas de las estructuras ITO / P3HT:PCBM / Al con tres espesores de película activa, 50, 100 y 150 nm. La potencia de iluminación es de 100 mW / cm_2. En la tabla 2 se presentan los parámetros de desempeño obtenidos en los puntos de circuito abierto y corto circuito, además utilizando las ecuaciones 1 y 2 se calculan los parámetros de factor de llenado y eficiencia de conversión de potencia.

El área transversal es estimada de uno de los spots de la muestra fabricada. La estructura fotovoltaica contiene 8 spots, uno de ellos funciona como conexión al electrodo ITO y los 7 restantes funcionan como celdas solares con forma circular de 3 mm diámetro.

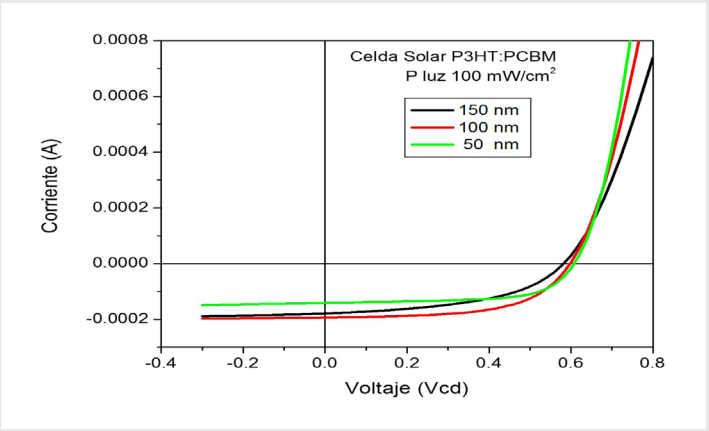
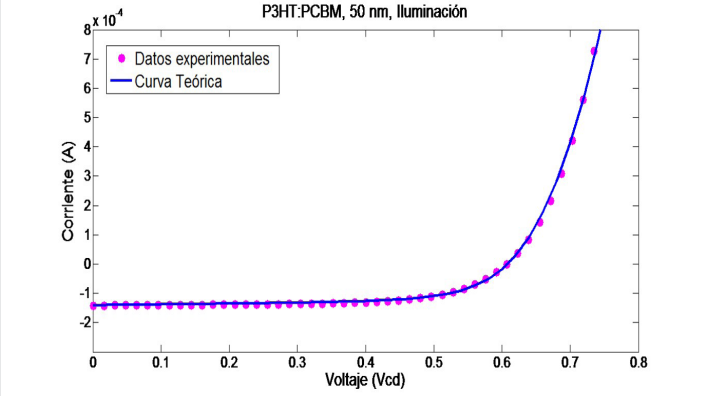


Figura 4. Curvas V-I experimentales de estructuras ITO/ P3HT:PCBM /Al

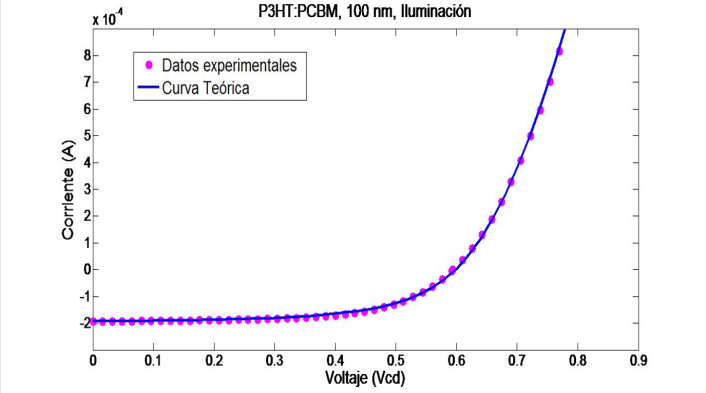
Los resultados de desempeño muestran una baja eficiencia de conversión de potencia, aun cuando los valores de Voc son semejantes a las reportados en celdas solares inorgánicas, pero el deficiente desempeño es debido al disminuido valor de la corriente Isc, que en promedio es 6.5 veces más pequeña que en inorgánicos, aun cuando la intensidad de iluminación en estas estructuras es más grande, con un factor de 10 (8). Aun así, la forma de la curva no se ve tan comprometida por el bajo desempeño del dispositivo como lo demuestra el factor de llenado.

Tabla 2. Parámetros de desempeño de la estructura ITO/ P3HT:PCBM /Al

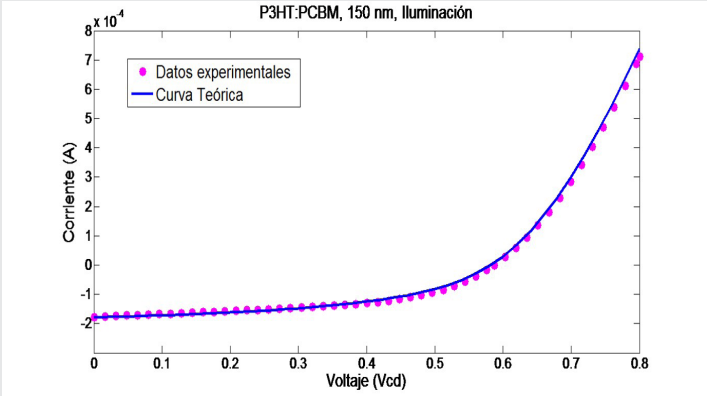
Espesor P3HT:PCBM	Voc (V)	Isc (mA)	FF	η (%)
50 nm	0.6	0.14	0.65	0.70
100 nm	0.6	0.19	0.58	0.86
150 nm	0.58	0.17	0.48	0.70



a) 50 nm película activa



b) 100 nm película activa



c) 150 nm película activa

Figura 5. Ajuste de curvas V-I experimentales mediante el modelo teórico de celda solar.

Tabla 3. Valor de parámetros eléctricos para ajuste de curvas V-I

Espesor P3HT:PCBM	Rs Ω	Rp KΩ	I_o nA	I_{Ph} mA	n
50 nm	15	65	8	0.14	2.5
100 nm	64	45	50	0.19	2.9
150 nm	130	10	10	0.17	2.8

Para determinar los parámetros eléctricos de la estructura se realiza un ajuste del modelo teórico de la corriente a los datos experimentales, utilizando la ecuación 3, figura 5. Los parámetros eléctricos completos utilizados en el ajuste se muestran en la tabla 3. Para concluir la estimación de Rs, se utiliza el procedimiento de cálculo de resistencias a altas intensidades de iluminación, ecuación 4. Primero se mide la pendiente inversa en el punto geométrico de circuito abierto para determinar Roc, y después sustituyendo los parámetros restantes encontrados en la tabla 3, es posible calcular los valores de Rs. Los resultados se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Cálculo de Rs a partir de Roc.

	Estimación experimental	Cálculo
Espesor P3HT:PCBM	Roc (Ω)	Rs (Ω)
50 nm	429	NA
100 nm	444	75
150 nm	682	NA

Los valores de Rs para las estructuras con película activa de 50 y 100 nm no son coherentes a los valores reales de resistencias. La posible explicación está en las condiciones de altas intensidades de iluminación del modelo de la ecuación 4, el cual está planteado para iluminación hasta 8 veces con mayor intensidad. Un caso singular es la estructura con un espesor de 100 nm en la película activa, que presenta un resultado coherente y semejante al encontrado del ajuste. Esto posiblemente debido a una alta concentración del campo de intensidad de iluminación en este especifico espesor. Donde las investigaciones reportadas en la literatura (3) demuestran un rango cercano a 100nm con altas concentraciones de campo de iluminación. Por lo tanto, esta muestra cumple con esta condición.

La figura 6 muestra la dependencia del espesor de la película activa en función de la Rs de la estructura

fotovoltaica, donde se observa que existe un crecimiento de la Rs con espesores menores a 100 nm y después un moderado incremento.

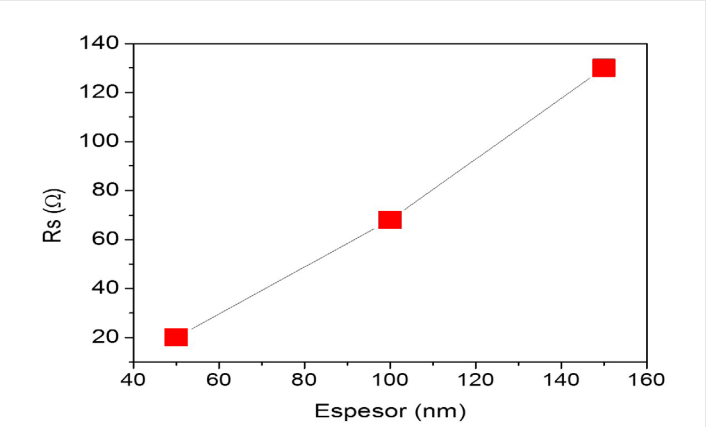


Figura 6. Dependencia de Rs Vs. Espesor de película activa.

CONCLUSIONES

Los parámetros de desempeño de la estructura fotovoltaica muestran que el factor de llenado es similar a lo reportado en celdas solares inorgánicas con valores entre los 0.48 y 0.65, la causa principal de la baja eficiencia de conversión de potencia está presente en la pobre corriente de corto circuito.

La estructura basado en la película activa P3HT:PCBM muestra un comportamiento de Rs creciente con su espesor, con dos pendientes diferentes antes y después de los 100 nm.

La estimación de Rs con un espesor de la película activa de 100 nm es congruente con el método de ajuste por modelo teórico de corriente y por el método de cálculo de Rs a altas intensidades de iluminación, con la consideración de que al espesor de 100 nm existe una alta concentración de intensidad de iluminación en la película activa.

BIBLIOGRAFÍA

[1] G. Li, V. Shrotriya, Y. Yao, and Yang Yang. (2005). Investigation of annealing effects and film thickness dependence of polymer solar cells based on poly(3-hexylthiophene). Journal of Applied Physic, Vol.98. 4.

[2]. Möller, H.J. (1993). Semiconductors for Solar Cell. The Artech House, 587 pp.

[3]. Yang. Shen.(2013). Investigation of Electrical Properties of P3HT:PCBM Organic Solar Cells, Thesis P.h. Doctor, University of Virginia. US .29-30 pp.

[4]. Erees Q.B. Macabebe and E. Ernest van Dyk. (2008). Parameter extraction from dark current–voltage. South African Journal of Science 104.

[5] V. D. Mihailetchi, P. W. M. Blom, J. C. Hummelen, and M. T. Rispens. (2003). Cathode dependence of the open-circuit voltage of polymer:fullerene. Journal of Applied Physics, Vol 94.

[6] Muñoz Lasso A. (2003). Modelo circuital de células solares de película delgada, Tecnociencia. Vol.5.

[7] Franz Padinger, Roman S. Rittberger and Niyazi S. Sariciftci, (2003). Effects of Postproduction Treatment on Plastic Solar Cells. Advanced Functional Materials .13. No.2

[8] V. N. Singh and R SPi ngh. (1983). A method for the measurement of solar cell series Resistance. Journal Phys. D: Appl. Phys, 16, 1823-1825

Tierra, Medio Ambiente y Energía

Ingeniantes

Generación de corriente alterna por medio de una turbina eólica

Colaboración
Luis Manuel Valverde Cedillo; Claudio López García; Armando Reyes Cedillo, Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco; Lucila Herrera Reyes, Centro Universitario UAEM Valle de Chalco

RESUMEN: La energía eléctrica suministrada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), sufre de desconexiones debido a fallas por sobrecargas, cortocircuito o vandalismo; dejando al usuario sin este servicio por minutos o incluso por algunas horas. Mediante el desarrollo de este trabajo se diseña y se analiza, mediante un software el desempeño de tres generadores eólicos de posición vertical para la estimación de parámetros iniciales; los cuales debido a su diseño tipo Savonius multiaspas lo hace ideal para zonas con vientos muy lentos con velocidades por debajo de los 10 m/s. Para atender las necesidades de generación y ahorro de energía se propone la implementación de un parque de tres generadores verticales que tendrán la capacidad de suministrar energía eléctrica a hogares, oficinas o luminarias en parques públicos. Finalmente, es una oportunidad para lograr uno de los desafíos planteados en la agenda 2030 de desarrollo sostenible y con ello garantizar uno de los principales objetivos que es el acceso universal a servicios energéticos.

PALABRAS CLAVE: Energía Renovable, Eólico, Generación eléctrica, Savonius, Viento.

ABSTRACT: The electric power supplied by the Federal Electricity Commission suffers from disconnections due to failures due to overloads, short circuits or vandalism; leaving the user without this service for minutes or even for a few hours. Through the development of this work, the performance of three vertical position wind generators for the estimation of initial parameters is designed and analyzed through software. which due to its Savonius multiasp type design makes it ideal for areas with very slow winds with speeds below 10 m/s. To meet the needs of generation and energy savings, the implementation of a park of three vertical generators is proposed, which will have the capacity to supply electricity to homes, offices or luminaries in public parks. Finally, it is an opportunity to achieve one of the challenges set out in the 2030 sustainable development agenda and thereby guarantee one of the main objectives of universal access to energy services.

KEYWORDS: Electricity generation, Eolian, Renewable energy, Savonius, Wind.

INTRODUCCIÓN

El proyecto está enfocado a la producción de energía eléctrica, a través del aprovechamiento de energía eólica, mostrando una eficiencia en ahorro y una reducción de la dependencia energética de la empresa suministradora, así como evitar la producción de gases contaminantes, líquidos efluentes , residuos sólidos y la utilización de un caudal hidráulico para generar energía eléctrica de manera convencional. Siendo las corrientes de aire el elemento a utilizar por la accesibilidad de viento en la zona y el diseño vertical favorable (ver imagen1), ya que este tiene la capacidad de funcionar bien a bajas alturas. [1]

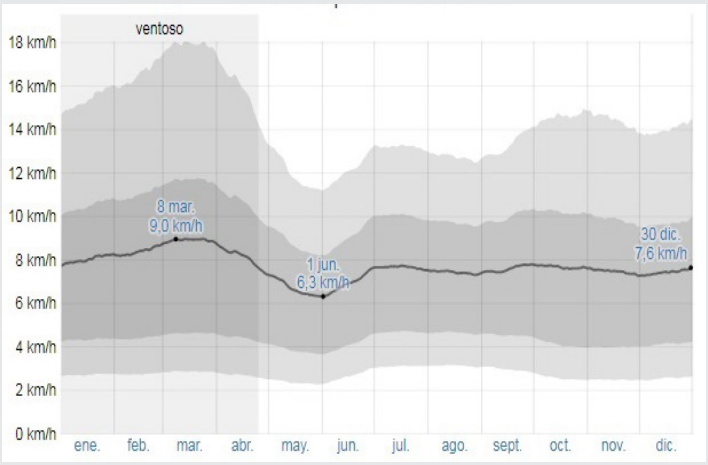


Imagen 1. Promedio de velocidad media del viento en la zona de Chalco durante el transcurso del año. Fuente: Wheaterspark, 2016.[1]

Utilizando el principio de sustentación, la ley de Betz [2] y el principio de inducción electromagnética se procede al análisis en CAD (ver imagen 2) y se continúa con la construcción de un aerogenerador compacto y eficiente.

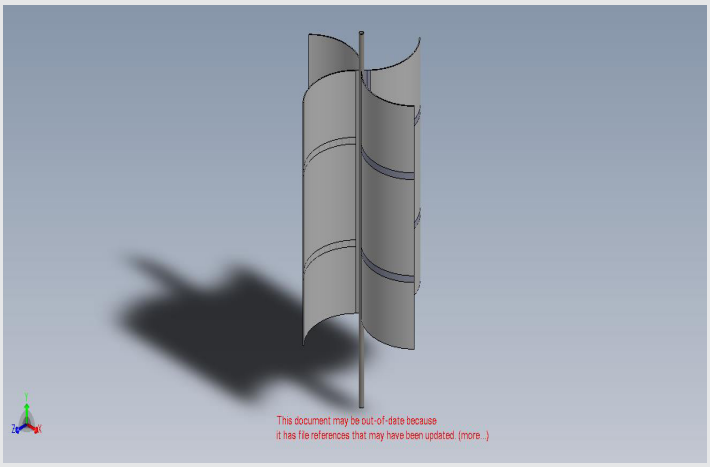


Imagen 2. Diseño de las alabes del aerogenerador propuesto. Fuente: propia.

Para tener una correcta utilización de los vientos generales y la ubicación de máquinas se deben tener en cuenta el axioma (Bjerknes), el cual indica el movimiento o sentido del giro: "cuando el gradiente de presión y el gradiente de temperatura tienen distinta dirección, se produce una circulación de aire desde el gradiente de presión al gradiente de temperatura". [2] Mientras los vientos sinópticos permiten esquematizar su movimiento por un vector orientado en el sentido hacia el cual sopla y cuyo origen está situado en el lugar de observación. Los vientos regionales están regidos por desplazamientos de tipo sinóptico de la masa de aire, la cual es más fina y precisa que la circulación general de Hadley y cuyas características son determinadas en función de situaciones meteorológicas dadas y muy precisas; como la configuración isobárica y la posición de los frentes.

Tanto los vientos generales como los sinópticos están ligados a la circulación atmosférica y mantienen las mismas características sobre grandes extensiones de terreno. [3]

La dirección del viento a nivel del suelo está influenciada por la situación topográfica del lugar considerado, la frecuencia de las direcciones no es siempre una característica general en consonancia con la situación isobárica media como lo es la posición respectiva media de anticiclones y depresiones a lo largo del año, los vientos particulares y locales son la prueba de esto.

La teoría de la aerodinámica se desarrolló durante las primeras décadas del siglo XX, permitiendo comprender la naturaleza y el comportamiento de las fuerzas que actúan alrededor de las palas de las turbinas. En Rusia, Joukowski, Drzewiechy y Sabinin, en Alemania, Prandtl y Betz, en Francia, Constantin y Enfield fueron algunos de los científicos que desarrollaron la teoría de la aerodinámica para usos aeronáuticos y establecieron los criterios básicos que debían cumplir las nuevas generaciones de turbinas eólicas.
En 1927, Betz demostró que el rendimiento de las turbinas aumentaba con la velocidad de rotación y que en ningún sistema eólico se podía superar el 60% de la energía contenida en el viento. La teoría también demostró que cuanto mayor era la velocidad de rotación, menor importancia tenía el número de palas, por lo que puede construirse una turbina con una sola pala sin que disminuya significativamente su rendimiento aerodinámico. [4]

MATERIAL Y METODOS

Se desarrolló la memoria de cálculo, diseño y construcción de un prototipo de generador vertical. Con base en las estadísticas de viento en la zona oriente del estado de México, principalmente en la localidad de Chalco, se procedió a calcular el área de los alabes, el generador (motor), la potencia requerida, la potencia eléctrica obtenido a través del generador asíncrono. En un principio se realizó la construcción de los alabes utilizando lana de vidrio, catalizador y resina; obteniendo una superficie porosa y que presentaba más resistencia al paso del viento. La solución para este percance fue utilizar placas de fibra de vidrio comerciales, debido a que estas placas son de superficie lisa e ideales para el prototipo.

QFD

El despliegue de funciones de calidad (QFD) es utilizado a nivel mundial como una metodología que traduce la voz del cliente en parámetros de diseño para que estos puedan desplegarse, en forma horizontal, den-

tro de los departamentos de planeación, ingeniería, manufactura, ensamble y servicio(Gonzalez,2001).

Esta metodología fue utilizada en el presente proyecto dado que ayudó a identificar que es importante y con ello proveer un sistema basado en la lógica y así reemplazar la toma de decisiones basadas en emociones(Hunt,2003).

La casa de la calidad para el presente proyecto consta de las ocho áreas base del QFD, las enumeradas del uno al cuatro conforman los parámetros básicos y las siguientes cuatro originan sus matrices de relación, (ver imagen 3).

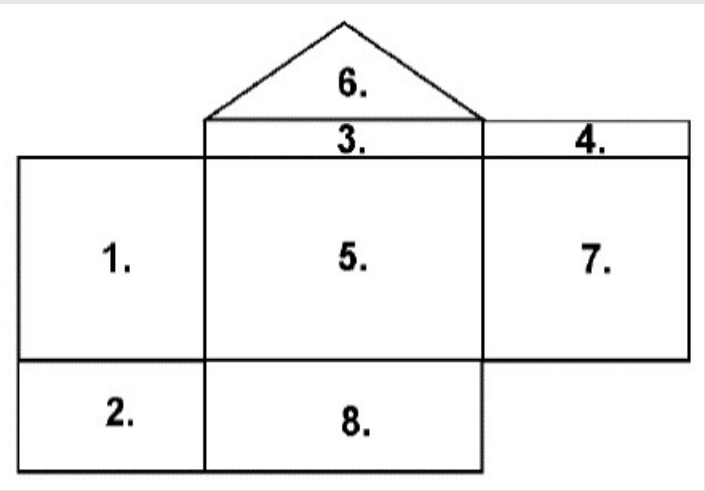


Imagen 3. Esquema general de la casa de calidad QFD del aerogenerador propuesto. Fuente: propia.

de ingeniería satisfechos son los valores que debería presentar el nuevo equipo que se quiere diseñar, mientras que los insatisfechos son valores que no debe presentar el nuevo equipo.

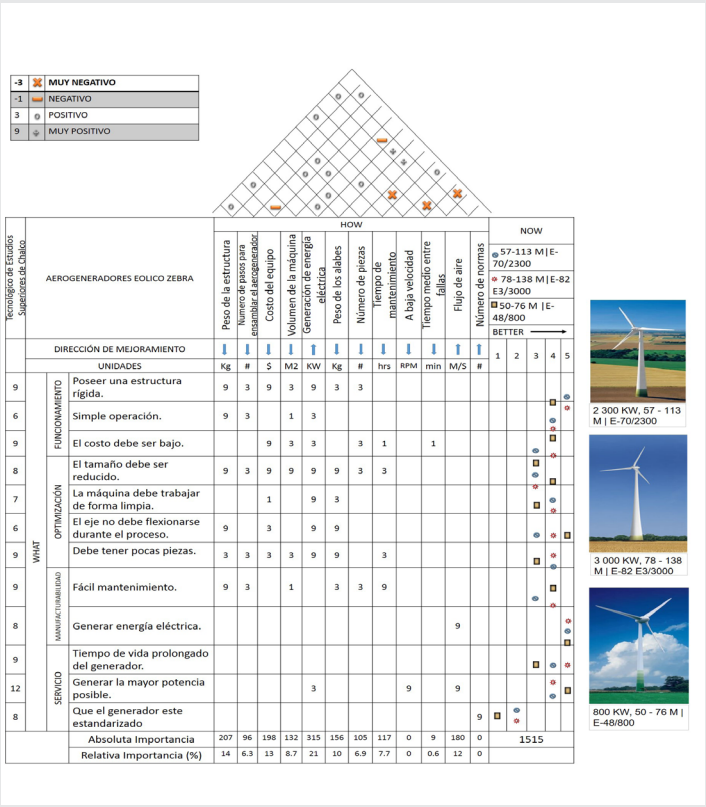


Imagen 4. Casa de calidad QFD del aerogenerador propuesto. Fuente: propia.

Las áreas y las matrices enumeradas en la imagen 3 son:
1. Área de requerimiento del usuario.
2. Área de evaluación técnica.
3. Área de características de calidad.
4. Área de factor de evaluación.
5. Matriz de correlación.
6. Matriz de sensibilidad.
7. Matriz de evaluación.
8. Matriz de puntuación.

En la imagen 4 se muestran las cuatro áreas principales y las cuatro matrices, aplicadas al aerogenerador que se desarrolló en el presente trabajo, esta metodología fue aplicada con la finalidad de tener un producto desarrollado en forma preventiva y que tenga un número muy pequeño de correcciones.

Al desarrollar las especificaciones de ingeniería se establecieron parámetros medibles en función de las características de un aerogenerador eólico, por lo tanto, se investigó con el objeto de obtener los valores o características de cada uno de los competidores que cumplieran con cada una de las especificaciones de ingeniería previamente establecidas. Los objetivos

A partir de la imagen 4 podemos tener una certeza de los intervalos entre los valores máximos (satisfecho) y los mínimos (insatisfecho) es la información que será de utilidad en las etapas siguientes. Los criterios para la dirección de mejoramiento mostrados en la figura 4 "para hacer más fácil el adjuntar requisitos" puede ser medido por (1) el número de pasos necesarios para adjuntarlo, (2) el tiempo para adjuntarlo, (3) el número de piezas y (4) el número de herramientas estándar usado.

Un punto importante aquí es que se debe hacer todo lo posible para encontrar tantas formas como sea posible para medir los requisitos de los clientes. Una posible solución es dividir el requisito en partes independientes más finas o rehacer el paso de identificación de necesidades del cliente con atención específica a ese requisito, sobre todo en el diseño de detalle y con ello lograr proponer un equipo competitivo.

RESULTADOS

La velocidad promedio en Chalco es de 6.3 km/h equivalente a 1.75 m/s [1], la cual es la velocidad tangencial de nuestra turbina. Y se propone un radio de alabes de 0.50 m. Teniendo estas variables, procedemos a

calcular el valor de la velocidad angular utilizando la ecuación 1. [3]

$$v = \omega \cdot r \qquad \text{Ec(1)}$$

Donde; v es la velocidad promedio, r es el radio de un alabe y ω es la velocidad angular.

$$\omega = \frac{(1.75)(60)}{0.50} = 210\ rpm$$

Mecánicamente con una banda de relación 6 a 1, la velocidad angular será elevada a 1260 rpm.

Para el cálculo de la potencia, debido a que se trabaja con un fluido, se debe calcular el caudal del viento, esto se realiza utilizando la ecuación 2. [3]

$$Q = A * v \qquad \text{Ec(2)}$$

Donde; Q es el caudal, A es el área de uno de los alabes y v es la velocidad promedio.

$$Q = \left(1.75\ \frac{m}{s}\right)(0.5\ m^2)$$

$$Q = 0.875\ \frac{m^3}{s}$$

$$P = Q\rho gh \qquad (3)$$

Donde; P es potencia, Q es el caudal, ρ es la densidad del aire, g es la constante gravitacional y h es la altura ideal.

$$P = \left(0.875\frac{m^3}{s}\right)\left(1.28\frac{kg}{m^3}\right)\left(9.81\frac{m}{s^2}\right)(10\ m) \qquad \text{Ec.(3)}$$

$$P = 109.872\ W$$

Pero de acuerdo a la eficiencia de Betz, un aerogenerador tiene una eficiencia del 40%.[2]

$$P = (109.872\ W)(0.40) = 43.95\ W \qquad \text{Ec.(4)}$$

Por lo cual nuestra potencia es de 43.95 W, pero multiplicando esta potencia por los cuatro alabes que tiene nuestra turbina y por un lapso de tiempo de 12 horas, obtenemos.

$$P = (43.95\ W)(4)(12\ hrs) \qquad \text{Ec.(5)}$$

$$P = 2636.93\ W = 2.636\ kW$$

La potencia producida total en la turbina será: $2.636\ kW$

CONCLUSIÓN

Al elaborar un primer prototipo, se observó que la superficie debe de tener la menor rugosidad posible, es por ello que se emplearon nuevos alabes. La rugosidad dependerá del material, en función de un menor coeficiente de rugosidad el arrastre generado por el alabe será menor. Con base en el material utilizado se tiene un coeficiente de rugosidad de 0.1 mm.
Otra observación que se hizo fue que para mayor eficiencia de viento, el aerogenerador podría colocarse en zonas próximas a carreteras de gran afluencia vehicular, por lo que como segunda etapa se pretende desarrollar nuevos prototipos en estas zonas para optimizar la generación de energía eléctrica.

Durante la realización de este trabajo, se determinó que un generador asíncrono de corriente directa con una conexión de auto excitado con imanes permanentes tiene mayor eficiencia para la generación de corriente eléctrica.
En una segunda etapa se planea integrar: paneles solares y un banco de baterías; esto debido al aumento de corriente eléctrica que se generara. Así como también cambiar la estructura base.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Ventures C.L, Wheaterspark. Acceso en Marzo 2018 [En línea] Available at: https://es.wheaterspark.com/y/6691/Clima-promedio-en-Chalco-México-durante-todo-el-año

[2] López, M.V. Ingeniería de la Energía Eólica. (2013). 1a. Edición. México: Alfaomega.

[3] Orozco M.E. (2014). Comparación de herramientas de diseño para alabes de aerogeneradores eólicos de baja velocidad de viento. Pachuca, Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

[4] Cueva B. L.V. (2015). Diseño y construcción de un generador eólico de eje vertical tipo Savonius para producir 20 W. Quito: Escuela Politécnica Nacional.

[5] Ullman D.G. (2010). The mechanical design process. 4th Edition. NY,US: McGraw-Hill

[6] Gonzalez, M. E. (2001). QFD La función despliegue de la calidad; una guía práctica para escuchar la voz del cliente. Mc Graw-Hill, México.

[7] Hunt, R. A. y Xavier, F. B. (2003). "The leading edge in strategic QFD", International Journal of Quality and realiability Management, Vol. 1 West Yorkshire, England.

[8] Talayero, N.A.P. & Telmo, M.E. (2011). Energía Eólica. Segunda ed. España: Prensas Universitarias de Zaragoza.

[9] Rivkin, D. et.al. (2013). Wind Turbine Technology and Desing. United States of America: Jones & Barllet Learning.

Multiciplinario
e
ingenierías
Ingeniantes

Desarrollo de un controlador PID aplicado a la reducción de vibraciones en estructura

Colaboración
Olguin-Camacho J.; Ochoa-García L. A.; Ventura-Cruz I.,
Instituto Tecnológico Superior de Huichapan

RESUMEN: El presente trabajo reporta el diseño e implementación de un control PID aplicado a la reducción de vibraciones en una estructura metálica, dicho control se implementó en la plataforma Labview y se aplicó a un freno de fricción variable, en donde el grado de presión está relacionado con la energía disipativa de dicho elemento, que es variada por medio de un servomotor que regula la fuerza normal de empuje del freno de fricción. La respuesta de amortiguamiento se analizó en una estructura de prueba en donde se aplicó una excitación senoidal, a partir de esta fuerza se estudió la respuesta del sistema al implementar el control, comparando los resultados con respecto a la respuesta libre de la planta, concluyendo con el acotamiento del control para la reducción de vibraciones en frecuencias específicas relacionadas con las frecuencias naturales de la estructura, así mismo se obtuvo un modelo matemático que expresa el comportamiento del amortiguamiento general de la estructura respecto al freno de fricción.

PALABRAS CLAVE: Amortiguamiento, Frecuencia-Natural, Sistema Semi-Activo.

ABSTRACT: The present work reports the design and implementation of a PID control applied to the reduction of vibrations in a metallic structure, this control was implemented in the Labview platform and was applied to a variable friction brake, where the label pressure is related to the dissipative energy of a bore mentioned break, which is modified by means of a servomotor that regulates the normal thrust force of the friction brake. The damping response was analyzed in a test structure where a sinusoidal excitation was applied, from this force was studied the response of the system when implementing the control, comparing the results with respect to the free vibration, concluding with the boundary of the control for the reduction of vibrations in specific frequencies related to the natural frequencies of the structure, likewise a mathematical model was obtained that expresses the behavior of the general damping of the structure with respect to the friction brake.

KEYWORDS: Damping, Natural Frequency, Semi-active System.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de sistemas de control enfocado a la preservación de vidas humanas, instalaciones y equipos es un área fundamental en la ingeniería. Un ejemplo de ello son las aplicaciones para el control y reducción de vibraciones, las cuales han ido evolucionando encontrando su mayor expresión en los sistemas activos y semi-activos de amortiguamiento. Los siguientes trabajos son muestra de ello:

Park et al (2018) propusieron un mecanismo de amortiguación que utiliza relieves en la pared de un amortiguador de columna de líquido sintonizado (TLCD) planteando un TLCD con relieves en la pared (ETLCD) como un amortiguador pasivo. Evaluaron las características dinámicas del amortiguador y el rendimiento del control de vibración para edificios altos. Realizaron una prueba de modelo a escala de un edificio mediante un experimento de

vibración libre y una prueba de vibración forzada de barrido sinusoidal para verificar el funcionamiento del control de vibración de la estructura con amortiguadores; Kapsalas et al (2018) analizaron el problema del control de la vibración de objetos flexibles manipulados por robots industriales en condiciones normales de producción. El problema se analizó mediante vigas flexibles a través de una modelización estocástica de la entrada mediante ARX de un modelo robot-vigas.

Diseñaron un sistema de control que consistió en un PID de avance típico y una retroalimentación que permite la atenuación de la fuerza en la muñeca del robot y, por lo tanto, la supresión de la vibración en el extremo libre de la viga. La efectividad del método se evaluó a través del control de vibración de una viga metálica flexible manipulada por un robot industrial para su inserción en una ranura, probando además el rendimiento del sistema de control en diversas condiciones de operación para las cuales no está diseñado; Xie et al (2018) presentan un método de control basado en datos para manipular las vibraciones de las estructuras flexibles activas con múltiples entradas de control y múltiples salidas de detección. La evaluación del rendimiento de supresión de vibraciones y un criterio de estabilidad MIMO se formularon en función de los datos de respuesta de frecuencia muestreados. Tal método fue aplicado a una viga en voladizo, lo que demuestra que el controlador de datos de bajo orden con un controlador de sensibilidad mixta basado en modelos puede lograr una supresión de vibraciones prometedora para estructuras flexibles sin la necesidad de modelos dinámicos; Xie et al (2018) propusieron el control de una viga de rejilla de celosía con hojas de material compuesto de fibra piezoeléctrica.

El modelo dinámico y las respuestas de vibración de la estructura sándwich inteligente se obtuvieron basándose en la teoría de la deformación por cizallamiento de tercer orden. El patrón de capas de compuesto de fibra piezoeléctrica y la amortiguación estructural se tienen en cuenta para predecir el comportamiento dinámico a partir de un método de control activo utilizando el algoritmo PDμ de orden fraccional, del cual se realizaron simulaciones de control de vibración del enrejado de red sometido a diversas cargas dinámicas; demostraron que el control de orden fraccional PD es capaz de reducir la amplitud de la vibración de la viga de la rejilla de celosía; Rojas y Carcaterra (2018) identificaron un límite superior físico para almacenamiento de energía.

La herramienta matemática es un control óptimo llamado método de Krotov. Este enfoque condujo a la identificación de límites máximos para el rendimiento de la recolección de energía, por lo que fueron propuestas configuraciones de control de dispositivos basadas en MEMS para la recolección de energía por vibración; Etedali, et al (2018) estudiaron la aplicación del controlador FOPID para ajustar la fuerza de control de un amortiguador de masa sintonizado activo (ATMD) para el control sísmico de un edificio. De acuerdo a los resultados de la simulación se observó que los controladores PID y LQR proporcionan el mismo rendimiento en la reducción del desplazamiento máximo en el último piso de la estructura; Gambier y Nazaruddin (2018) describieron los resultados obtenidos a partir de un enfoque de control PID no lineal (NPID) para el control de paso con amortiguación activa de la torre superior de una turbina eólica grande. Se implementó un algoritmo de control utilizando un enfoque basado en funciones secantes hiperbólicas. Un controlador PID no lineal y un controlador P no lineal se utilizaron para el control de paso colectivo y la amortiguación activa de la torre, respectivamente.

El enfoque de NPID proporcionó mejoras significativas en el rendimiento del control en comparación con el enfoque de control clásico; Zhang et al (2017) presentaron la estrategia de control activo y pasivo de la vibración en los giroscopios de momento de control envolventes (CMG) y analizaron sus características de dominio de tiempo y frecuencia. Los CMG con envoltura de armazón contienen CMG de tipo piramidal, que están envueltos por varios puntales. Estos puntales fueron empleados para realizar el control de vibración integrado activo-pasivo. Desarrollaron una estructura celosía de aislamiento de vibración activa-pasiva integrada, basada en sus características, la cual es capaz de restringir la vibración CMG y reducir su influencia en la calidad fotográfica de las cargas útiles ópticas.

El análisis de dominio de frecuencia mostró que el método de control de vibración integrado activo-pasivo es capaz de restringir la vibración de alta frecuencia y también mejorar las características de la vibración de baja frecuencia; Adriani et al (2016) presentaron el modelado y simulación de un sistema activo para la estabilización de oscilaciones utilizando un controlador de orden fraccional PID. Las funciones de excitación comunes fueron utilizadas para evaluar el rendimiento del sistema de estabilización activo, junto con algunas perturbaciones de vibración comunes adquiridas por un tractor-implemento. El sistema de estabilización activa mitiga los desplazamientos y las aceleraciones de la vibración a través de un sistema de circuito cerrado con un controlador PID fraccional.

Los resultados numéricos confirmaron la capacidad del sistema basado en el controlador fraccionario para atenuar la perturbación de la vibración; Thenozhi y Yu (2014) analizaron la estabilidad del sistema de control de vibración activo para las estructuras lineales y no lineales. Verificaron la teoría a través de simulaciones numéricas y un prototipo de construcción de dos pisos; Kasemi et al (2012) estudiaron una metodología para obtener una estructura de control basada en resultados experimentales. Determinaron el compor-

tamiento del amortiguador MR. La respuesta de fuerza-desplazamiento y fuerza-velocidad con corriente variable fue establecida para el amortiguador; en el proceso de expansión y retracción del pistón, la fuerza tiene un comportamiento de histéresis al aumentar la corriente, con lo que se hizo posible ayudar en el modelado de MR para aplicaciones de control.

De los trabajos anteriores se observa la existencia diversas técnicas para el control y reducción de vibraciones, donde se muestra como requerimiento una relación entre el control de vibración y el disipador de energía. El presente trabajo reporta el desarrollo de un controlador para la reducción de vibraciones aplicado a un freno de fricción variable y la medición de la aceleración y desplazamientos locales.

MATERIAL Y MÉTODOS

El desarrollo del presente trabajo se realizó en el Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, ubicado en Dom. Conocido s/n., El Saucillo, Municipio de Huichapan, Hidalgo, México, en el laboratorio de ingeniería Mecatrónica. En la figura 1 se muestra una imagen satelital de la ubicación de la institución. Para las pruebas realizadas se tomaron en cuenta los siguientes equipos:

- Tarjeta programable MyRio No. de serie 308BAAA.
- Sensor diferencial de desplazamiento lineal (LVDT) LVM-110.
- 2 Fuentes de voltaje variable GEO875895, 249E14168.
- Acelerómetro con giroscopio MPU 6050.
- Software LabView 2017.
- Mecanismo de excitación sinusoidal con longitud de trabajo de 6 mm.

Figura 1 Vista vía satélite del Instituto Tecnológico Superior de Huichapan

Para el presente trabajo se planteó una estructura de eslabones esbeltos, a la cual se le implementó un amortiguador por fricción variable, que consiste en un freno de acción lineal, controlado por un motor. En la figura 2. Se muestra una modelo 3D de dicha estructura.

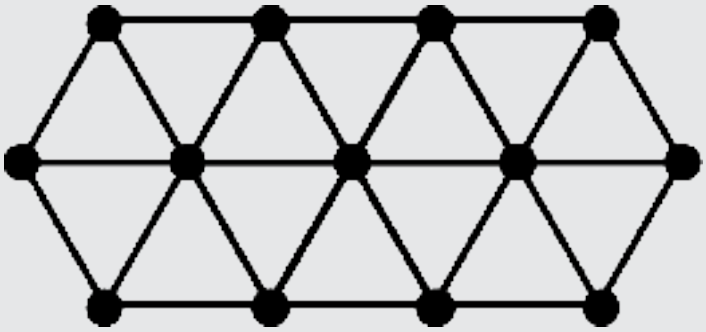


Figura 2 Estructura modular

La estructura consiste en elementos de tipo barra de masa distribuible y nodos de masa concentrada. Lo anterior con la finalidad de linealizar su comportamiento.

En la estructura se implementó un freno de fricción como el mostrado en la figura 3. Dicho freno regula la fricción por medio de un elemento cónico, el cual es operado por un motorreductor con encoder.

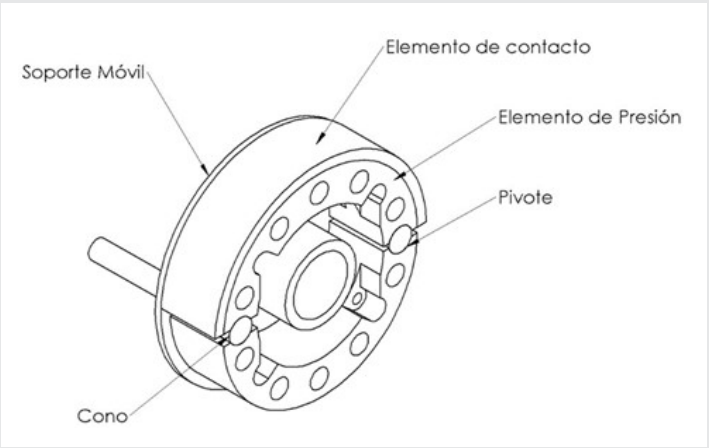


Figura 3 Componentes del freno de fricción

Dicho freno se implementó en un eslabón redundante de la estructura (diagonal opuesta), con la finalidad de influir en un desplazamiento 3D y así tener un impacto mayor en la matriz de amortiguamiento de la estructura. Lo anterior se muestra en la figura 4.

En la figura 4. se aprecia que el freno de fricción actúa a lo largo de la línea de acción del eslabón, así mismo que presenta movimientos lineales.

Esquema de control

Debido al modo de accionamiento del freno de fricción propuesto, es requerido un control que regule la posición y velocidad de respuesta del motor con la

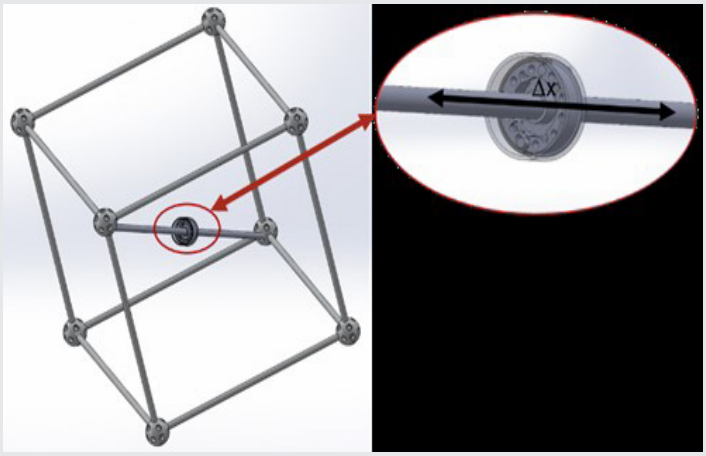


Figura 4 Configuración de amortiguador en estructura

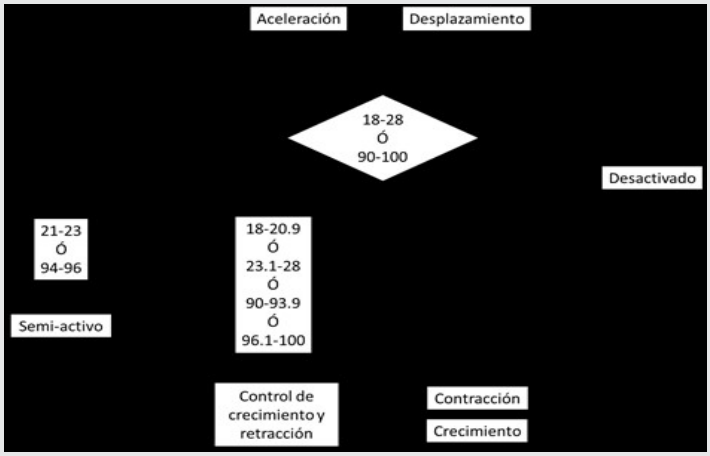


Figura 6 Funcionamiento del control

finalidad tener un comportamiento adecuado a las frecuencias de vibración. Por ello, se propuso un control PID clásico implementado en una tarjeta de desarrollo NI MyRIO, la selección de esta tarjeta se debió a su frecuencia de trabajo y la modularidad de ésta al contar con módulos de adquisición de señales y PWM. Lo que facilita la integración del sistema de control. En la figura 5 se muestra la configuración de este.

Figura 5 Configuración del sistema de control

El acelerómetro hace una medición de la aceleración de la estructura de estudio en un punto de interés, el cual es procesado en la tarjeta MyRIO en donde se determina la frecuencia de oscilación, si ésta se encuentra dentro del espectro cercano a la primera o segunda frecuencia natural de la estructura (22.6 Hz y 92.5 Hz) se activa el controlador, el cual realiza las acciones de control necesarias en función del diagrama mostrado en la figura 6. Dependiendo de la cercanía con la frecuencia natural, el controlador puede activar dos opciones:

i. Control de crecimiento y contracción de eslabones (18.0 – 20.9, 23.1 – 28.0, 90.0 – 93.9, 96.1 – 100 Hz). Se realizan acciones de control con la permisión de desplazamientos pequeños de -3 a 3 mm, el freno actúa como elemento de bloqueo o elemento libre, dependiendo de la posición del eslabón y la dirección de movimiento local, bajo las condiciones mostradas en la tabla 1.

Tabla 1. Condiciones de operación del freno.

Dirección	Posición		
	Contracción	Crecimiento	Neutro
(+)	Libre	Freno	Libre
(-)	Freno	Libre	Libre

ii. Lo anterior bajo las condiciones de trabajo, es decir que no supere la distancia de 3 mm hacia cada extremo, de ser asi el freno entra en posición de bloqueo.

iii. Control semi-activo (21.0 - 23.0, 94.0 – 96.0 Hz). El control cambia a un PID sintonizado a la frecuencia natural correspondiente, al entrar en el umbral marcado, en este se modifica la matriz de amortiguamiento, cambiando así la frecuencia natural en cuestión, evitando la magnificación de las oscilaciones.

RESULTADOS

De la implementación del sistema de control se obtuvo una respuesta como la mostrada en la figura 7, donde se observa la respuesta en posición del motor ante una excitación escalón. Donde la velocidad de respuesta del controlador se adecuó a la velocidad de la primera frecuencia natural.

En la figura 8 se muestra la interfaz del control de posición del motor. se observa la referencia y constantes del controlador.

CONCLUSIONES

Del presente trabajo se concluye que la combinación umbral del sistema de control permite el ahorro de energía y la reducción de vibraciones ante perturbaciones externas. Al aplicar un freno de fricción, convierte al sistema de disipación de energía en un hibrido entre la disipación pasiva y semi-activa. Aún,

cuando en el presente trabajo se implementó un freno por fricción, es posible aplicar el mismo esquema haciendo uso de amortiguadores magnetorreológicos o electromagnéticos, sin embargo, los costos de estos se ven incrementados.

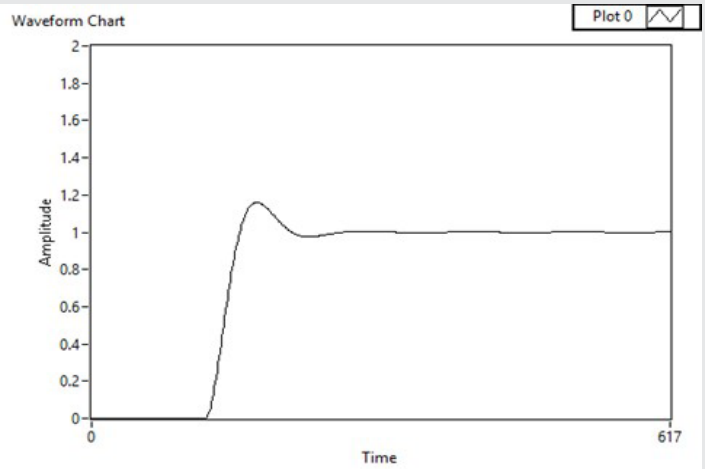


Figura 7 Respuesta de posición del motor

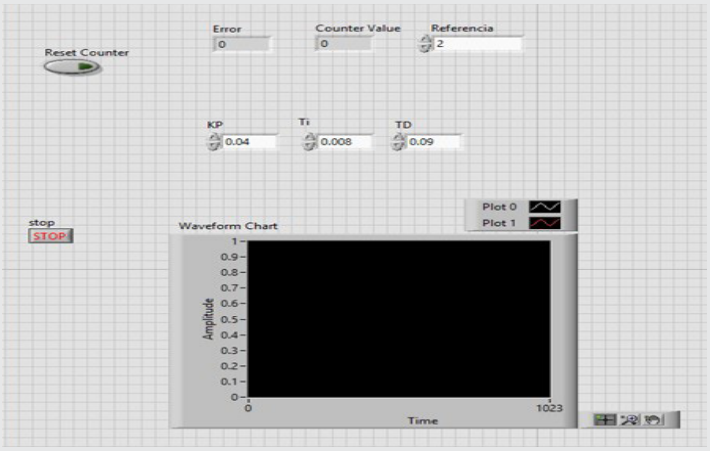


Figura 8 Interfaz de control

BIBLIOGRAFÍA

[1] 2018. Vibration control of a structure by a tuned liquid column damper with embossments. Engineering Structures. 168. 290-299.

[2] Kapsalas C.N., Sakellariou J.S., Koustoumpardis P.N. y Aspragathos N.A. 2018. An ARX-based method for the vibration control of flexible beams manipulated by industrial robots. Robotics and Computer–Integrated Manufacturing. 000. 1-16.

[3] Xie Y., Shi H., Bi F. y Shi J. 2018. A MIMO data driven control to suppress structural vibrations. Aerospace Science and Technology. 77. 429-438.

[4] Xie C., Wua Y. y Liub Z. 2018. Modeling and active vibration control of lattice grid beam with piezoelectric fiber composite using fractional order PDμ algorithm. Composite Structures. 198. 126-134.

[5] Rojas R. A. y Carcaterra A. 2018. An approach to optimal semi-active control of vibration energy harvesting based on MEMS. Mechanical Systems and Signal Processing. 107. 291-316.

[6] Rong B., Rui X., Lu K. Tao L., Wang G. y Ni X. 2018. Transfer matrix method for dynamics modeling and independent modal space vibration control design of linear hybrid multibody system. Mechanical Systems and Signal Processing. 104. 589-606.

[7] Etedali S., Zamani A. y Tavakoli S. 2018. A GBMO-based PIλDμ controller for vibration mitigation of seismic-excited structures. Automation in Construction. 87. 1-12.

[8] Gambier A. y Nazaruddin Y. Y. 2018. Collective Pitch Control with Active Tower Damping of a Wind Turbine by Using a Nonlinear PID Approach. IFAC-PapersOnLine. 51. 238-243.

[9] Zhang Y., Zang Y., Lia M., Wang Y. y Lib W. 2017. Active-passive integrated vibration control for control moment gyros and its application to satellites. Journal of Sound and Vibration. 394. 1-14.

[10] Zhou D., Yu P., Wang L. y Li J. 2017. An adaptive vibration control method to suppress the vibration of the maglev train caused by track irregularities. Journal of Sound and Vibration. 408. 331-350.

[11] Jimoh O. P. y Smith R. V. 2017. Real-Time Hybrid PID/ILC Control of Two-Link Flexible Manipulators. IFAC-PapersOnLine. 50. 145-150.

[12] Adriani S. A., De Sousa R. V., Valentim Jr. C. A., Tabile R. A. y Tenreiro J. A. 2016. Fractional PID controller in an active image stabilization system for mitigating vibration effects in agricultural tractors. Computers and Electronics in Agriculture. 131. 1-9.

[13] Thenozhi S. y Yu W. 2014. Stability analysis of active vibration control of building structures using PD/PID control. Engineering Structures. 81. 208-218.

[14] Kasemi B., Muthalif A. G. A., Rashid M. M. y Fathima S. 2012. Fuzzy-PID Controller for Semi-Active Vibration Control Using Magnetorheological Fluid Damper. Procedia Engineering. 41. 1221-1227.

Ciencias de la Computación

Ingeniantes

Reconocimiento facial aplicado a plataforma web para la búsqueda de personas desaparecidas

Colaboración
Cecilia Irene Loeza Mejía, Instituto de Estudios Universitarios; Arnulfo Gamaliel Hernández González, Instituto Tecnológico Superior de Misantla

RESUMEN: Se muestra el desarrollo de una plataforma web para el registro y búsqueda de personas desaparecidas, basada en reconocimiento facial con la finalidad de que la población en general pueda aportar información sobre los desaparecidos y ayudar a encontrarlos. La plataforma web permite registrar a las personas desaparecidas, además, si una persona encuentra a alguien extraviado, hay un módulo para registrarlo. Asimismo, realiza la búsqueda de personas desaparecidas y encontradas. Se puede buscar a una persona en la plataforma por datos personales o imagen. El reconocimiento facial se aplica cuando un usuario sube una imagen de un desaparecido y lo busca en la plataforma. Para realizar el reconocimiento facial, se extraen los componentes principales de la imagen a buscar, posteriormente se calcula la distancia euclídea, la cual se compara con la base de conocimiento y la imagen que tenga la distancia más cercana es la que se considera que es la persona que se busca.

PALABRAS CLAVE: Desaparición de personas, reconocimiento facial, PCA, distancia euclídea, plataforma web, IWeb,

ABSTRACT: It shows the development of a web platform for the registration and search of missing people, based on facial recognition in order that the general population can provide information about missing people and help to find them. The web platform allows to register the missing people, in addition, if a person finds someone who was missing, there is a module to register it. It also searches for missing and found persons. You can search for a people on the platform by personal data or image. Face recognition is applied when a user uploads an image of a missing person and search him/her on the platform. To perform the facial recognition, the main components of the image to be searched are extracted, then the Euclidean distance is calculated, which is compared with the knowledge base and the image that has the closest distance is considered to be the person that is looking for.

KEYWORDS: Disappearance of people, facial recognition, PCA, Euclidean distance web platform, WebE.

INTRODUCCIÓN

En México, según la Ley del Registro Nacional de personas extraviadas o desaparecidas, la persona extraviada es aquella que desconoce o no recuerda sus datos de filiación, identidad

y domicilio. En cambio, la persona desaparecida es aquella que, con base en información fidedigna de familiares, personas cercanas o vinculadas a ella, la hayan dado por desaparecida, lo cual puede estar relacionado con un conflicto armado internacional o no internacional, una situación de violencia o disturbios de carácter interno, una catástrofe natural o cualquier situación que pudiera requerir la intervención de una autoridad [1]. De acuerdo con datos del Informe Anual del Registro Nacional de Datos de Personas Extraviadas o Desaparecidas, en México, a nivel nacional, se tienen registradas 36265 personas desaparecidas desde el año 2007 hasta el 30 de abril de 2018 [2]. En consecuencia, diversas organizaciones han buscado maneras de ayudar en la búsqueda [3], un ejemplo es la alerta AMBER, implementada para localizar niñas, niños y adolescentes que se encuentran en riesgo de sufrir daño grave a su integridad personal [4]. Además, se utilizan plataformas web [5-7] y aplicaciones móviles para ayudar en la difusión de personas desaparecidas. Sin embargo, la mayoría de estas sólo publican los datos personales de los desaparecidos y no utilizan biometría para las búsquedas en la plataforma. Siendo que las plataformas web que utilizan biometría, pueden ser una alternativa para ayudar en el registro y búsqueda de personas desaparecidas.

La biometría es un método que permite identificar o reconocer personas, basado en sus características fisiológicas o de comportamiento [8]. Es un proceso similar al que habitualmente realiza el ser humano reconociendo e identificando a sus congéneres por su aspecto físico, su voz, su forma de andar, etc. [9]. La cara es uno de los rasgos biométricos más aceptables debido a que es el rasgo más común, utilizado por los humanos al momento de reconocer a las personas [10], así como las interacciones visuales diarias. Además, el método para adquirir imágenes de la cara es no intrusivo [11] y no hace falta alguna interacción por parte del usuario [12]. El reconocimiento facial es una técnica mediante la cual se reconoce a una persona a partir de una imagen [9,13-14]. Para ello, se utiliza software especializado en reconocimiento facial, el cual está fundamentado en Eigenfaces o en Fisherfaces [11], por ejemplo.

El artículo presenta una plataforma web para el registro y búsqueda de personas desaparecidas, basada en reconocimiento facial con la finalidad de que la población en general pueda aportar información sobre los desaparecidos y ayudar a encontrarlos. La plataforma se compone de los módulos: Login, Registro, Reporte de Desaparecidos, Reporte de Encontrados, Personas Desaparecidas y Personas Encontradas. En los módulos Personas Desaparecidas y Personas Encontradas se pueden realizar las búsquedas por datos personales o imagen digital de la persona.

MATERIAL Y MÉTODOS

La plataforma web resulta de la integración de la base de conocimiento, el diseño web, el desarrollo web y el reconocimiento facial. El diseño web se llevó a cabo con Bootstrap y JQuery, la programación web con PHP y para el proceso de reconocimiento facial se utiliza MATLAB implementando PCA para la extracción de características y la distancia euclídea para realizar el reconocimiento facial.

1 Modelo de proceso IWeb

Para realizar el diseño y desarrollo de la plataforma web se utilizó la Ingeniería Web o IWeb [15]. Las actividades que se llevaron a cabo en el diseño y desarrollo de la plataforma web son las primeras cinco del Modelo IWeb (ver figura 1): Formulación, Planificación, Análisis, Ingeniería y Generación de páginas y pruebas.

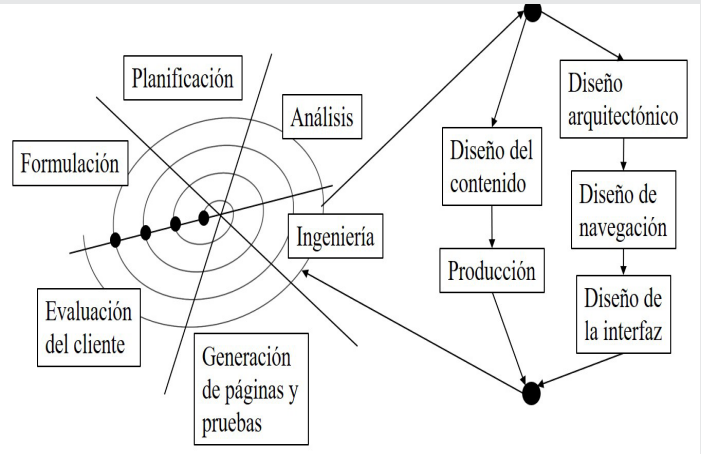


Figura 1. Modelo de proceso IWeb

1.1 Formulación

La motivación para hacer la plataforma son las cifras de personas desaparecidas, además en la mayoría de los ministerios públicos, comienzan la búsqueda de éstas después de 72 horas, por lo que los familiares deben de iniciar la búsqueda por su cuenta. Por lo tanto, la plataforma es necesaria para ayudar en la búsqueda y registro de personas desaparecidas. Los usuarios potenciales de la plataforma son aquellos que tienen familiares y/o conocidos desaparecidos.

1.2 Planificación

La plataforma tiene dos tipos de usuarios: usuario no registrado y usuario registrado. El usuario registrado, tiene acceso al Registro de personas desaparecidas, Registro de personas encontradas que no recuerdan sus datos personales y domicilio. Además, puede visualizar todos los registros que ha realizado, editarlos y eliminarlos, en cambio el usuario no registrado sólo puede visualizar el Registro de personas desaparecidas y Registro de personas encontradas.

1.3 Análisis

La plataforma web cuenta con un menú desde el que se puede acceder a las diversas páginas (ver figura 2): Inicio, Reporte de Desaparecidos, Reporte de Encontrados, Personas Desaparecidas y Personas Encontradas

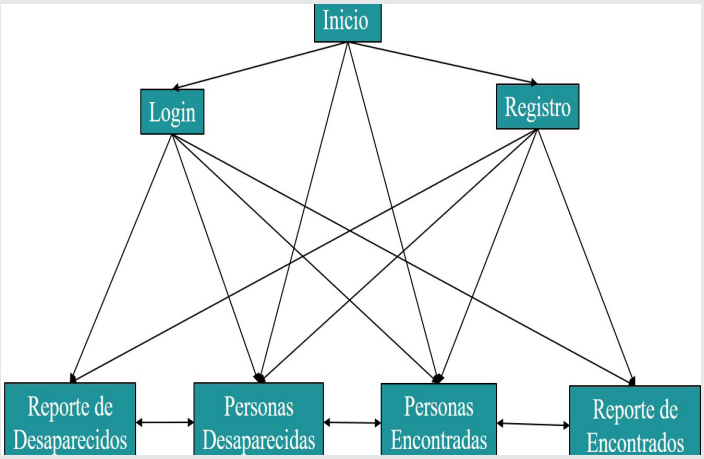


Figura 2. Diagrama de navegación

40 personas. Las imágenes se adquirieron en diferentes momentos, variando la iluminación, expresiones y detalles faciales (gafas/no gafas). En la figura 3 se muestran imágenes de la base de conocimiento ORL.

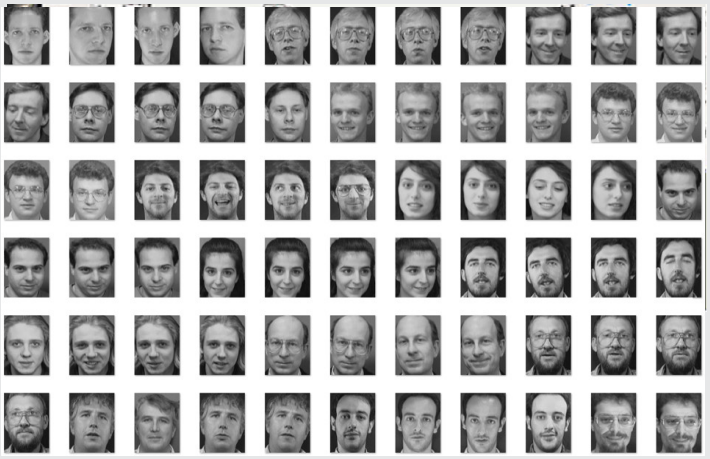


Figura 3. Imágenes de ORL

Los requerimientos técnicos para el desarrollo de la plataforma son: Sublime Text 3, Apache Apache/2.4.25, MySQL (MariaDB 10.1.13), MATLAB R2013B. La laptop que se utiliza tiene las siguientes características: Sistema operativo Windows 10 Home Single Language 64 bits (10.0, compilación 10586), Fabricante Dell Inc, Modelo Inspiron 5558, Procesador Intel (R) Core (TM) i3-5015U CPU @ 2.10 GHz (4 CPUs), Memoria RAM 6GB.

Los requerimientos técnicos para el usuario de la plataforma son: navegador web, computadora de escritorio y/o laptop y tarjetas de red.

1.4 Ingeniería

El diseño realizado en la plataforma se conforma por: Diseño arquitectónico, Diseño de navegación, Diseño de la interfaz y Diseño del contenido. Para el diseño de la plataforma, se utilizan los frameworks: Bootstrap y JQuery.

1.5 Generación de páginas y pruebas

Las páginas de la plataforma se desarrollaron en el lenguaje PHP con conexión a MySQL. Para probar la plataforma se utilizaron los navegadores Google Chrome, Mozilla Firefox, Opera, Internet Explorer y Edge.

2 Implementación de reconocimiento facial en la plataforma

2.1 Base de conocimiento de rostros

La base de conocimiento ORL, contiene imágenes de la cara tomadas entre abril de 1992 y abril de 1994 en el laboratorio de Cambridge [16]. ORL cuenta con 10 imágenes diferentes por cada una de las

2.2 PCA y clasificador distancia euclídea

El algoritmo PCA [17], aplicado a imágenes, se basa en:

1. Obtener las imágenes faciales $I_1, I_2, \ldots, I_M$, las cuales son las imágenes de entrenamiento. Las imágenes deben estar centradas y tener el mismo tamaño.

2. Representar cada imagen I_i como un vector Γi.
3. Calcular el vector de la cara media Ψ.

$$\Psi = \frac{1}{M}\sum_{i=1}^{M}\Gamma_i \qquad \text{Ec. (1)}$$

4. Restar la cara media:

$$\Phi = \Gamma_i - \Psi \qquad \text{Ec. (2)}$$

5. Calcular la matriz de covarianza C:

$$C = \frac{1}{M}\sum_{i=1}^{M}\Phi_n \Phi_n^T = AA^T \ (matriz\ N^2 \text{x}\ N^2) \qquad \text{Ec. (3)}$$

Donde: $A = [\Phi_1 \Phi_2 \ldots \Phi_M]\ (matriz\ N^2 \text{x}\ M)$

6. Calcular los eigenvectores ui de AA^T
   a)Considerar la matriz ATA (matriz $M\ x\ M$)
   b)Calcular los eigenvectores vi de $AT\ A$

$$A^T A \qquad \text{Ec. (4)}$$

$$A^T A v_i = \mu_i v_i$$

c)Calcular los mejores eigenvectores u_i de AA^T : $ui = Avi$. Normalizar ui como $// ui = 1$

d)Conservar sólo los K eigenvectores (correspondientes a los mayores eigenvalues)

Para realizar el reconocimiento facial se considera lo siguiente: dada una imagen desconocida de entrenamiento Γ, centrada y del mismo tamaño como las caras de entrenamiento, a continuación:

Normalizar Γ: $\Phi = \Gamma - \Psi$

Proyectar sobre el eigenespacio

$$\Phi = \sum_{i=1}^{K} w_i u_i \ \left(w_i = u_i^T \Phi\right) (donde \ ||u_i|| = \quad \text{Ec. (5)}$$

Representar Φ como:

$$\Omega = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_3 \end{bmatrix} \quad \text{Ec. (6)}$$

Encontrar

$e_r = min_l || \Omega - \Omega^l ||$ donde $|| \Omega - \Omega^l || = \sum_{i=1}^{K} (w_{i-} w_i^1)^2$

Si $e_r < Tr$, entonces Γ se reconoce como cara l del conjunto de entrenamiento.

El proceso de reconocimiento facial se realiza automáticamente utilizando MATLAB, pasando como parámetro la ruta de carpeta donde se encuentran las imágenes de la base de conocimiento de la plataforma web. A cada una de las imágenes de personas desaparecidas de la plataforma web se le extraen los componentes principales con PCA. Cuando se recibe una nueva imagen para realizar la búsqueda, se obtienen sus componentes principales y se calcula la distancia euclídea para realizar el reconocimiento facial y encontrar el registro coincidente.

2.3 Integración del reconocimiento facial en la plataforma

En la figura 4, se muestra la arquitectura de la plataforma web propuesta "LoezaPlat". El usuario accede a la plataforma mediante la interfaz de usuario desarrollada en HTML, Bootstrap y JQuery.

Figura 4. Arquitectura de plataforma web para el registro y búsqueda de personas desaparecidas

La interfaz de usuario permite la conexión a la base de conocimiento para realizar registros, búsquedas y modificaciones. Para realizar el proceso de reconocimiento facial, se enlaza la plataforma con MATLAB.

RESULTADOS

Para realizar pruebas del proceso de reconocimiento facial se utilizó la base de conocimiento ORL, la cual se eligió debido a que contiene las oclusiones contempladas en este proyecto.

Se utilizaron los algoritmos PCA y distancia euclídea para llevar a cabo el reconocimiento facial. Se realizaron pruebas con 1, 2, 3, 4 y 9 imágenes de 10, 20 y 30 personas respectivamente, para entrenamiento. En la tabla 1, se muestra el resumen de los resultados obtenidos, como se puede observar, los giros (hacia la izquierda o a la derecha) y las oclusiones afectan el reconocimiento facial, obteniendo un porcentaje de acierto como mínimo de 33%. Además, cuando la persona tiene barba y gafas tiene un porcentaje de acierto menor que cuando sólo tiene gafas o que cuando sólo tiene barba. Sin embargo, en rostros frontales el porcentaje de acierto es del 94%. En cambio, cuando el rostro de prueba está inclinado al frente se obtiene el porcentaje de acierto de 93%.

Tabla 1. Pruebas de reconocimiento facial con una imagen para entrenamiento

Test	Reconocimiento facial	
	Positivos %	Falsos positivos %
Frontal	94	6
Giro	73	27
Frontal con gafas	65	35
Giro con gafas	33	67
Frontal con barba	90	10
Frontal con barba y gafas	33	67
Inclinación	93	7

Se realizó el diseño de la base de conocimiento y se llevaron a cabo las primeras cinco etapas del modelo del proceso IWeb. Se pueden realizar búsquedas en la plataforma utilizando los datos personales de la persona desaparecida o la imagen digital. A continuación, se mencionan los módulos de la plataforma web "LoezaPlat".

Desde la página Inicio (véase figura 5), se puede acceder a los demás módulos, cuando el usuario no ha iniciado sesión, sólo puede acceder al módulo de Desaparecidos y al de Encontrados.

Para poder acceder a los módulos de Reporte de Desaparecidos y Reporte de Encontrados es necesario que el usuario esté registrado. El módulo de Registro (ver figura 6) permite almacenar en la base

de conocimiento la información personal del usuario que utiliza la plataforma.

Figura 5. Página Inicio

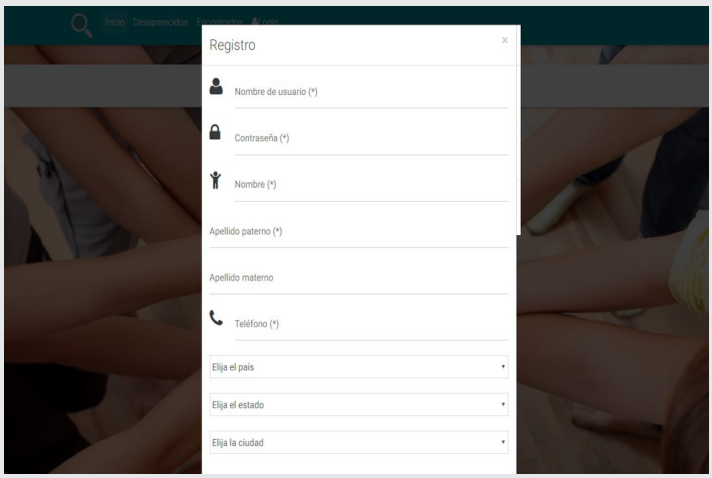


Figura 6. Módulo Registro

El módulo de Login (ver figura 7) permite ingresar a la plataforma. El usuario digita su nombre de usuario y contraseña. Después de iniciar sesión, se puede visualizar el módulo de Personas Desaparecidas.

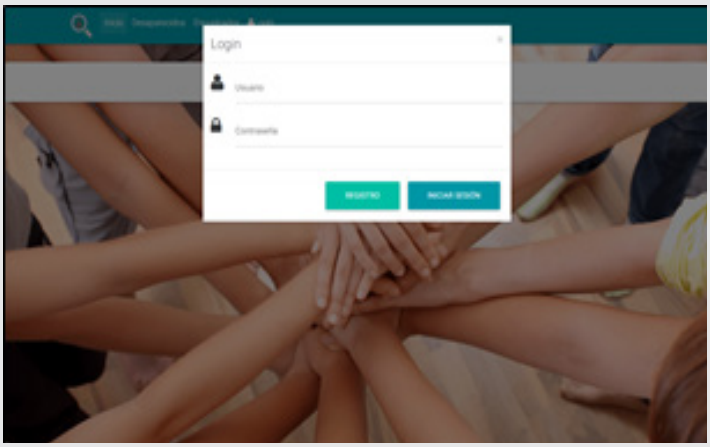


Figura 7. Módulo Login

El módulo de Reporte de Desaparecidos (ver figura 8) permite registrar personas desaparecidas. Para poder registrar, el usuario tiene que iniciar sesión previamente en la plataforma e indicar los datos personales de la persona que reporta.

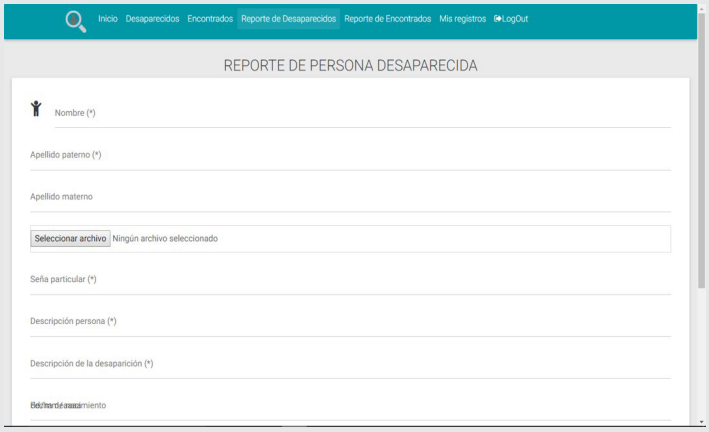


Figura 8. Módulo Reporte de desaparecidos

El módulo de Reporte de Encontrados (ver figura 9), funciona de forma similar al módulo de Reporte de Desaparecidos, con la diferencia que permite registrar a personas aparecidas. Si un usuario de la plataforma encuentra a una persona desaparecida, por ejemplo, en la calle, el usuario tendrá la opción de ver el listado de personas desaparecidas y elegir cuál de ellas se encontró. En caso de que la persona extraviada no aparezca en el listado, el usuario puede registrar a la persona que encontró.

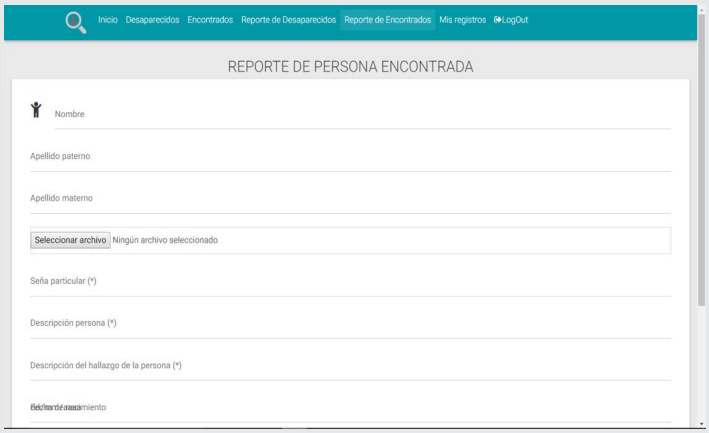


Figura 9. Módulo Reporte de encontrados

El módulo de Personas Desaparecidas, que se muestra en la figura 10, permite visualizar los registros de todas las personas desaparecidas. Además, permite al usuario, buscar a una persona determinada en la base de conocimiento por información personal o imagen digital.

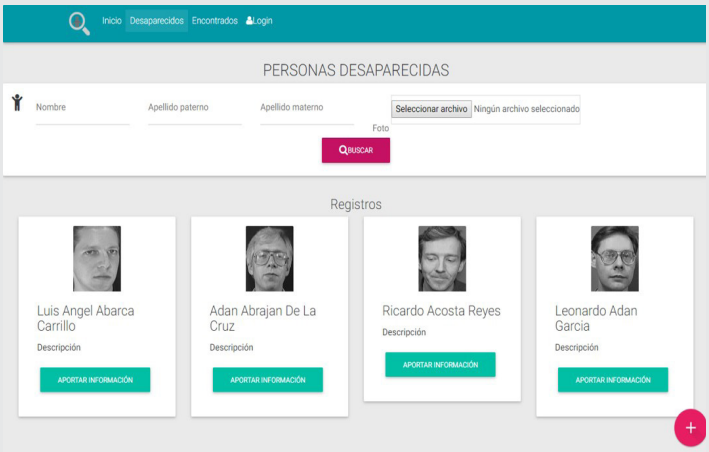


Figura 10. Módulo Personas desaparecidas

El módulo de Personas Encontradas (ver figura 11), permite visualizar los registros de personas encontradas. Asimismo, permite al usuario, buscar a una persona determinada en la base de conocimiento por información personal o imagen digital.

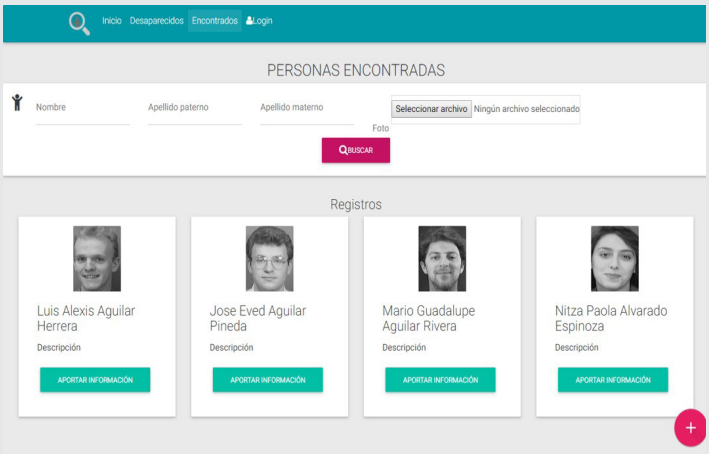


Figura 11. Módulo Personas encontradas

CONCLUSIONES

Mediante la plataforma web "LoezaPlat" se puede ayudar en la difusión de personas desaparecidas y la población en general puede aportar información sobre los desaparecidos y ayudar a encontrarlos.

Con las pruebas realizadas, se pudo observar que el clasificador de distancia euclídea es sensible a las oclusiones, debido a que, con sujetos con barba poblada se obtiene mayor porcentaje de error que con los que no está tan poblada. Además, los giros y las gafas afectan el reconocimiento facial, obteniendo hasta un porcentaje mínimo de acierto de 33%, sin embargo, en rostros frontales el porcentaje de acierto es del 94%, por lo que se recomienda utilizar imágenes frontales. Los resultados que se obtuvieron son aproximados a los que se hallaron en trabajos relacionados (entre 73.1% y 99.63% de acierto) en el proceso de reconocimiento facial.

Se recomienda probar con otros clasificadores para realizar el proceso de reconocimiento facial e integrar un clasificador a la plataforma que tenga mejor porcentaje de acierto que el de distancia euclídea al contemplar oclusiones y giros en las imágenes.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Cámara de diputados (2017). Ley del registro nacional de datos de personas extraviadas o desaparecidas. Obtenida el 23 de octubre de 2018 http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/lrndped/LRNDPED_abro.pdf

[2] Secretaria de gobernación (2018). Estadísticas Fuero Común. Obtenida el 14 de octubre de 2018 de http://secretariadoejecutivo.gob.mx/rnped/estadisticas-fuerocomun.php

[3] Carrillo, S. (2015) Desaparición de menores en México, un fenómeno tolerado. Obtenida el 23 de octubre de 2018 de http://repositorio-digital.cide.edu/bitstream/handle/11651/361/147150.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[4] Alerta AMBER México (n.d.). Alerta AMBER México. Obtenida el 23 de octubre de 2018 de http://www.alertaamber.gob.mx/swb/alertaamber/QueesAAMX

[5] Centro Diocesano para los Derechos Humanos Fray Juan de Larios (2017). Diagnóstico del Registro Nacional de Datos de Personas Extraviadas o Desaparecidas (RNPED). Obtenida el 23 de octubre de 2018 de http://frayjuandelarios.org/blog/Diagnostico_RNPED.pdf

[6] Vélez, D. & Vélez, M. (2017). Desapariciones forzadas El registro estadístico de la desaparición: ¿Delito o circunstancia?. Obtenida el 23 de octubre de 2018 de http://onc.org.mx/wp-content/uploads/2017/02/fasciculo-desapariciones_digital.pdf

[7] Instituto Nacional de Transparencia Acceso a la información y Protección de Datos Personales. (2013). Obtenida el 23 de octubre de 2018 de http://portaltransparencia.gob.mx/pot/servicio/consultarServicio.do;jsessionid=NLTLYSQM7wxn66ZCdw4ZQG4S8BcRH2rLn2KmtGXQQdFCpj86bXq6!-1356922480?method=edit&idServicio=III-DGAAVDAP&_idDependencia=00022

[8] Giraldo, A. & Gomez, D. (2017). Estado del arte de la seguridad de los sistemas biométricos. Obtenida el 23 de octubre de 2018 de https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/14348/1/52752700.pdf

[9] Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación (2011). Guía sobre las tecnologías biométricas aplicadas a la seguridad. Obtenida el 16 de octubre de

2018 de http://www.nidoapp.com/files/guia_tecnologias_biometricas_web.pdf

[10] Bouihrouzan, O. (2016) Seguridad e inseguridad en los sistemas biométricos: Seguridad vs Privacidad. Obtenida el 23 de octubre de 2018 de http://oa.upm.es/43786/1/PFC_OMAR_BOUIHROUZAN_BELHAJ.pdf

[11] Tan, X. Chen, S. Zhou, Z.-H. & Zhang, F. (2006, Marzo). Face Recognition from a Single Image per Person: A Survey. Pattern Recognition, vol. 39, nº 9, pp. 1725-1745.

[12] Serratosa, F. (n.d.). La biometría para la identificación de las personas. Obtenida el 16 de octubre de 2018 de http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/70846/6/Biometr%C3%ADa_M%C3%B3dulo%201_La%20biometr%C3%ADa%20para%20la%20identificaci%C3%B3n%20de%20las%20personas.pdf

[13] Instituto Nacional de Ciberseguridad. (2016). Tecnologías biométricas aplicadas a la ciberseguridad. Una guía de aproximación para el empresario. Obtenida el 23 de octubre de 2018 de https://www.incibe.es/sites/default/files/contenidos/guias/doc/guia_tecnologias_biometricas_aplicadas_ciberseguridad_metad.pdf

[14] Gupta, N. & Ladhake. (2015, Marzo). Face detectiion and facial expression recognition system using 2DPCA. International Journal For Technological Research In Engineering, vol. 2.

[15] Pressman, R. & Lowe, D. (2009) Web Engineering a Practitioner's approach, United States: McGraw-Hill.

[16] AT&T Laboratories Cambridge. (2002). The Database of Faces. Obtenida el 16 de octubre de 2018 de http://www.cl.cam.ac.uk/research/dtg/attarchive/facedatabase.html

[17] Suhas, S. Ajay, K. & Khanale P. (2012, Diciembre). Face Recognition Using Principal Component Analysis and Linear Discriminant Analysis on Holistic Approach in Facial Images Database. IOSR Journal of Engineering, vol. 2, n° 12, pp. 15-23.

Agradecimientos
Al Dr. Simón Pedro Arguijo Hernández por el asesoramiento y recomendaciones dadas.
A las maestras: MSC. Elsa Irene Herrera Santiago y MSC. Elizabeth Salazar Hernández por su motivación y comentarios del proyecto.
A AT&T Laboratories Cambridge por proporcionar la base de conocimiento de imágenes utilizada en el proyecto.

Calidad y Sistemas de Manufactura

Ingeniantes

Impacto de un sistema de gestión de producción, para aumentar competitividad en la industria textil

Colaboración
Liliana Ivette Arcos Perdomo; Emmanuel Vázquez Benito,
Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

RESUMEN: La investigación muestra la importancia de un sistema de gestión de producción para la toma de decisiones, control, orden, optimización de tiempo, manejo de datos y seguridad de información en procesos de la industria manufacturera textil; disponiendo de información de valor, desencadenando una buena planificación y anticipándose a escenarios futuros logrando una ventaja competitiva ante un sector globalizado, aplicando protocolos y servicios de internet, en los procesos claves: habilitación, ensamble, deshebrado y revisado permitiendo la implementación de sistema de gestión de producción textil.

El estudio se realizó en la maquiladora Confecciones de la Rosa S.A. de C.V. de Hueytamalco, Puebla, que proporciona un enfoque prospectivo, donde se concibe una visión futurista, se muestran los resultados obtenidos, basados en investigación cualitativa tipo "survey", utilizando un método sistemático de 17 pasos, se presentan resultados obtenidos comparativos, y se comprueba la eficiencia de un proceso tradicional versus el sistema de gestión de producción.

PALABRAS CLAVE:
Gestión, sistema, industria manufacturera, textil, survey, productividad.

ABSTRACT: The research carried out shows the importance of a production management system for decision making, control, order, optimization of time, data management and information security in processes of the textile manufacturing industry; Having valuable information, triggering a good planning and anticipating future scenarios that achieve a competitive advantage before a globalized sector, applying protocols and internet services, in the key processes: enabling, assembling, stripping and revising to achieve the implementation of a textile production management system. The study was carried out in the maquiladora Confecciones de la Rosa S.A. of C.V. from Hueytamalco, Puebla, which provides a prospective approach, where a futuristic vision is conceived, the results obtained are shown, based on qualitative "survey" research, using a systematic method of 17 steps, comparative results are presented, and it is checked the efficiency of a traditional process versus the production management system.

KEYWORDS:
Management, system, manufacturing industry, textile, survey, productivity.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a las definiciones planteadas en el diccionario, sistemas y servicios inteligentes de internet; implica tener un programa específicamente con una organización que proporciona análisis e información para mejorar la toma de decisiones estratégicas, orientadas a prevenir o neutralizar amenazas y defender los intereses, mediante una red informática, descentralizada, formada por la conexión directa mediante un protocolo especial de comunicación [7].

Por lo anterior, es imperante que la industria textil se enfoque en implementar sistemas y servicios de internet para automatizar procesos de producción, que permitan una gestión productiva en esta dinastía. Existen programas para la gestión de empresas y talleres de confección textil, que facilitan el control y seguimiento de los procesos industriales que intervienen en el diseño, fabricación, producción y confección de prendas, modelos y accesorios, pero no como tal para la gestión de bonificaciones y órdenes [6].

Considerando que, se debe lidiar con la resistencia al cambio, así como la apreciación o percepción personal del uso de la tecnología o la creencia de que un método tradicional de trabajo no puede mejorarse, y los métodos empíricos predominan en los procesos de producción y de gestión de la información; por ello se destacan las principales tendencias enfocadas a la inclusión del área tecnológica en la industria textil Tomando en cuenta la importancia de la función informática, los servicios de internet y el desarrollo de software, se implementó un sistema que gestiona: las órdenes de producción y las bonificaciones de productividad, para ellos se utilizan bihorarios, que permiten visualizar los avances de las órdenes de producción y la productividad por trabajador, mediante una aplicación móvil se da seguimiento a estas órdenes, el uso del sistema impacta de forma directa a los departamentos de programación, corte e ingeniería y de forma indirecta a los departamentos de recursos humanos y gerencia.

En esta investigación se plantea, analizar el impacto que genera la implementación de dicho sistema, teniendo como objetivo demostrar la reducción eficaz de los tiempos de gestión en los procesos ante las necesidades que demanda la industria manufacturera textil. La hipótesis planteada intenta demostrar si la implementación de un sistema de gestión de producción, aumenta la productividad; reduciendo los tiempos en la administración de la información en el ámbito textil, en comparación con los métodos tradicionales, arrojando como variable dependiente; si optimiza los tiempos en la gestión de información (efecto- resultado) y variable independiente; la implementación de un sistema (causa) y la pregunta de investigación ¿la implementación de un sistema de información integral es útil en la optimización de tiempos en los procesos en una empresa manufacturera textil?

La investigación cualitativa tipo "survey" ha sido utilizada como método sistemático de 17 pasos que se describe en la sección de metodología.

El objetivo general es determinar con base en una investigación cualitativa tipo "survey", el impacto de automatizar el proceso de producción, con la implementación de un sistema para la gestión de la producción en la industria textil.

Los objetivos específicos son: Observar y medir la productividad con los métodos de gestión tradicionales. Determinar los departamentos y personal para el estudio. Analizar los resultados obtenidos de la implementación, de la gestión de producción. Determinar los aspectos que se consideran de impacto positivo en la producción de una empresa manufacturera textil.

MATERIAL Y MÉTODOS

El proceso de producción textil varía entre empresas, sin embargo, para la presente investigación se determina que, el proceso de producción da inicio con una orden de producción, en la que se especifica las prendas a producir, como son tallas, colores, estilos, operaciones, corte de la tela, ensamble y revisado. La productividad de un operador se mide por el número de operaciones que realiza al día, esto se plasma en un formato llamado bihorario u horario dependiendo del número de veces que registre la información, éste proceso implica un esfuerzo significativo en horas hombre, para el cálculo de la productividad y el seguimiento del avance de la orden de producción. La investigación muestra los resultados obtenidos; utilizando la encuesta y la observación como medio para validar el estudio.

Se optó por realizar investigación tipo cualitativa, en el ámbito industrial, existen dos métodos considerados adecuados para este tipo: el estudio de casos y la investigación acción, en el método estudio de casos, el investigador observa las características con la finalidad de analizar diversos aspectos del fenómeno, sin que en un principio se busquen conclusiones generales; la presente investigación se adecuó al método de investigación acción, en la que se ha desarrollado el proceso de 17 pasos tipo survey para describir el desarrollo de un proyecto de investigación cualitativa.

La metodología utilizada proporciona una guía, para cumplir con los objetivos de la propuesta investigadora, sin embargo, no se considera que deba realizarse en forma secuencial, pero si son relevantes preguntas que deben realizarse en cada paso.

Vivar, ideo una metodología para investigación cualitativa donde, los sentimientos y percepciones de los participantes puede afectar los datos obtenidos [3].

Los métodos utilizados para la recolección de datos han sido la encuesta y la observación.

Considerando lo anterior, se dio inicio a la recolección de datos, la medición de tiempos se realizó mediante la observación, con la finalidad de conocer los resultados obtenidos de la implementación del sistema para la administración de órdenes, la gestión de bonificaciones por productividad y una aplicación móvil para el seguimiento de órdenes de producción. La secuencia de pasos que se siguió permitió realizar un pro-

ceso sistemático para identificar el impacto que se consigue al determinar la importancia dada por los encuestados sobre la implementación de una correcta administración mediante sistemas en la industria textil.

Con la finalidad de tener un tamaño de muestra adecuado, para comprobar la validez del estudio realizado, se consideró la fórmula para una población finita cuando los datos son cualitativos.

$$n = \frac{n'}{1+{}^{n'}/_{N}} \quad \text{Ec. (1)}$$

$$n' = \frac{S^2}{\sigma^2} \quad \text{Ec. (2)}$$

$$S^2 = p(1-p) \quad \text{Ec. (3)}$$

$$\sigma^2 = (s_e)^2 \quad \text{Ec. (4)}$$

Donde:
n = tamaño de la muestra
N= tamaño de la población
S^2= varianza de la muestra
σ^2= varianza proporcional
S_e= error estándar
p= porcentaje de confiabilidad

El procedimiento para la obtención de los tiempos por actividad ha sido la selección de siete participantes y el registro de tiempo de la actividad asignada en el sistema de gestión de producción, aplicado en los departamentos de programación, corte e ingeniería con el registro de 30 órdenes de producción; órdenes de corte así como el control y seguimiento de las órdenes de producción, en diez sesiones de trabajo, en horario laboral de 8 a 13 hrs. y de 15 a 18 hrs. también se indica en términos monetarios el ahorro económico al utilizar dicho sistema [1].

RESULTADOS

El estudio realizado determinó con base en resultados los comparativos en el tiempo de actividades de forma tradicional versus el sistema de gestión de producción, que en adelante se denominará sistema.

En la administración de órdenes de producción en adelante OP, en donde las actividades que se realizan son: registro de datos de cliente, tallas, orden de producción, observaciones y búsquedas concretas de datos de cada orden, el análisis de información mostró que, el tiempo promedio de uso del sistema es de 29:47min, en comparación con el método tradicional, con un promedio de tiempo de 47:15 min, que da una diferencia positiva de 17:28 min, que significa una ganancia del 37% utilizando el sistema, en la Gráfica N°1 se muestra, la comparación de tiempos, donde el eje "Y" representa el tiempo mientras que el eje "X" representa el método empleado.

Grafica 1. Comparativo de tiempos.

En el departamento de corte, se analizó la administración de cortes, donde se registran los datos de corte de una OP así como la búsqueda de datos específicos; en la primera tarea, registro de datos en el método tradicional se obtuvo un promedio de tiempo de 24:46 min, σ 3.62 y en la tarea de búsqueda de información 06:40, σ .57 dando un total de 31:26 min en promedio, en comparación con el sistema de 07:30 min, lo que significa un 76% de ahorro de tiempo, en la Gráfica N°2 se puede apreciar dicho comparativo.

Grafica 2. Ahorro de tiempo.

En el departamento de ingeniería se analizó, el control y seguimiento de las órdenes de producción, las tareas involucradas son el registro de: programa de producción, bihorario de habilitación, bihorario de ensamble y la generación de un avance de producción general por sección, día y por operación. Los resultados de la observación fueron, para el proceso tradicional, registro de programa de producción 04:40min, registro de bihorario de habilitación 38:17min, registro de bihorario de ensamble 15:19min, generar avance de producción 21:48, la captura de ambos bihorarios en hoja de cálculo 50:31min, dando un total de 2:10:35 min; las mismas actividades con el uso del sistema arrojan un total de 43:33 min en promedio, lo que da como resultado un 67% de ahorro de tiempo [2].

Considerando las tres áreas involucradas, así como las actividades del proceso de gestión de la producción textil podemos observar en la Tabla 1, los comparativos.

Tabla 1. Datos comparativos de tiempos en las áreas.

Proceso	Programación	Corte	Ingeniería	Total
Tradicional	47:15	31:26	02:10:35	03:29:16
Sistema	29:47	07:30	00:43:33	01:20:50
Ganancia	17:28	23:56	01:27:02	02:08:26

En contraste, el análisis demuestra que, la reestructuración de las actividades mediante la implementación de un sistema de gestión de la producción; arrojó y determinó aspectos de impacto positivo en la producción de una empresa manufacturera en la industria textil [4].

En comparativa general y de acuerdo a los resultados obtenidos anteriormente, es posible exponer que los tiempos totales de los departamentos de programación, corte e ingeniería, desde el inicio hasta el fin del proceso de producción en la empresa textil. Los resultados indican que se necesitan 03 horas con 29 minutos para poder administrar, controlar y dar seguimiento a una orden de producción de forma tradicional, mientras que en el sistema solo se requiere de 01:20 min en promedio, para poder realizar el mismo proceso, lo cual arroja una ganancia de 02 horas con 08 minutos. Un sistema de información logra optimizar el proceso hasta un 69% en términos de tiempo, ya que solo requiere del 39% del tiempo respecto al método tradicional.

CONCLUSIONES

Se demostró que el sector manufacturero textil como principal fuente de empleo, genera un alto nivel de competencia, donde la productividad, calidad y tiempo son el punto clave para lograr un equilibrio y/o crecimiento empresarial, por ello se determina con base a los resultados presentados previamente, que la incorporación de un sistema de información, ayuda de forma clara en el proceso de toma de decisiones, dando como resultado la optimización de procesos, causando la mínima duplicidad de datos para disponer de información de mayor calidad y así lograr una buena planificación anticipándonos de los escenarios futuros. Además, se obtiene un mayor control de información repercutiendo en la automatización de tareas y mejorando comunicación entre los participantes, otorgando valor agregado al cliente, generando un ahorro en las finanzas de la empresa, se muestra la descripción del sueldo de una persona que realiza este proceso (Ver Tabla 2):

Tabla 2.- Sueldo de una persona para administrar órdenes de producción.

Proceso	Ingeniería	Sueldo por orden administrada
Tradicional	02:10:35	$120.91
Sistema	00:43:33	$40.32
Ganancia	01:27:02	$80.59

Órdenes por administrar al dia	Sueldo por día	Horas por Dia
4	$483.64	8:42:20
4	$161.30	2:54:12
4	$322.35	5:48:08

Dias trabajados	Sueldo por semana	Suedo por mes	Sueldo po año
5	$2,418.21	$9,672.84	$116,074.0
5	$806.48	$3,225.93	$38,711.1
5	$1,611.73	$6,446.91	$77,362.9

Una persona del departamento de ingeniería, gana aproximadamente $55.55 pesos por hora, de acuerdo al proceso tradicional requiere de 2 horas con 10 minutos y 35 segundos para administrar una orden de producción, pero mínimo al día se requieren administrar 4 órdenes por lo que se genera un sueldo diario de $483.64 pesos, en cambio al utilizar el sistema solo necesita de 43 minutos y 33 segundos, lo cual arroja un sueldo diario de $161.30 pesos, visualizando lo anterior a un año, la empresa pagaría por los servicios de dicha persona la cantidad de $116,074.07 pesos con el método tradicional y solo $38,711.11 utilizando el sistema, ahorrando $77,362.96 pesos. Asimismo, contribuye con el medio ambiente reduciendo el uso de papel. Se comprobó su eficiencia arrojando impacto positivo, el sistema ofrece soluciones para los departamentos de programación, corte, ingeniería, recursos humanos y gerencia, proporcionando compatibilidad con tabletas y ordenadores multiplataforma. En el análisis realizado se utilizaron tablas y gráficas que permitieron conocer los beneficios y optimización de tiempos y sueldos. Para el estudio realizado, considerando que se trata de una investigación cualitativa, es conveniente ampliar la herramienta de estudio utilizada empleando métricas complementarias como un método de triangulación de tal forma que si dos estrategias arrojan resultados similares se pueda corroborar los hallazgos mencionados. [5], aun cuando la metodología de 17 pasos utilizada permite un proceso sistemático para validar el estudio.

BIBLIOGRAFÍA

[1] , A. Pacheco y M. C. Cruz, Metodología crítica de la investigación. Lógica, procedimientos y técnicas., México: Grupo editorial patria., 2010, p. 50.

[2] , B. Munarriz, «Técnicas y métodos de investigación cualitativa,» 1992. [En línea]. Available: http://hdl.handle.net/2183/8533.

[3] , C. Vivar, A. McQueen, W. Dorothy y N. Canga, «Getting started with qualitative research: developing a research proposal,» SCIELO, pp. 222-227, 2013.

[4] , S. Murray y L. Stephens, Estadística, México: Mc Graw-Hill, 2009.

[5] , M. O. Benavides y C. Gómez-Restrepo, «Métodos en investigación cualitativa: triangulación,» SCIELO, p. 119, 2005.

[6] , [En línea]. Available: Copyright 2016 Adigal S.L. Obtenida el 03 de Mayo de 2018 https://www.adigal.com/fabricacion-confeccion-textil/).

[7] (Real Academia Española © 2018).

Ciencias de la Computación

Ingeniantes

Utilización de inteligencia artificial y servicios cognitivos en el desarrollo de un prototipo de solución para la búsqueda de medicamentos

RESUMEN: En la actualidad se ha notado un incremento en el precio de los medicamentos en México, a raíz de esto los consumidores se han visto en la necesidad de comparar precios en diferentes farmacias, para disminuir esta situación se propone una solución informática que está compuesta de una aplicación móvil (iOS y Android), una plataforma Web y un Chatbot (Skype y Telegram) que utiliza servicios Cognitivos de Microsoft Azure y LUIS (Language Understanding Intelligent Service) como lenguaje para Inteligencia Artificial e implementarla en la nube de computo de Microsoft Azure, todo esto construido mediante Visual C# con una arquitectura en capas y técnicas como SOLID, Clean Code facilitando el mantenimiento y reutilización del código. En esta se ingresa el nombre del medicamento, muestra las farmacias más cercanas, y una lista de estas, donde usuarios anteriormente han registrado la compra de dicho medicamento, al seleccionar la farmacia deseada mostrará la ruta para llegar a esta.

PALABRAS CLAVE: ChatBot, Cloud Computing, LUIS, Servicios Cognitivos, Inteligencia Artificial, Xamarin.Forms, SOLID, Clean Code, Visual C#.

Colaboración
Espinoza Galicia Carlos Arturo; Ángeles Hernández Anahi; Mendoza Trejo Juan José; Morales Ramírez Esmeralda, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan

ABSTRACT: Currently, there has been an increase in the price of medicines in Mexico, as a result of which consumers have had to compare prices in different pharmacies, in order to reduce this situation, a computer solution is proposed that is composed of a mobile application (iOS and Android), a Web platform and a Chatbot (Skype and Telegram) that uses Microsoft Azure and LUIS Cognitive Services (Language Understanding Intelligent Service) as a language for Artificial Intelligence and implement it in the Microsoft Azure computing cloud, all this is built using Visual C # with a layered architecture and techniques such as SOLID, Clean Code facilitating the maintenance and reuse of the code. In this the name of the medicine is entered, it shows the closest pharmacies, and a list of these, where users have previously registered the purchase of said medication, when selecting the desired pharmacy will show the route to reach it.

KEYWORDS: ChatBot, Cloud Computing, LUIS, Cognitive Services, Artificial Intelligence, Xamarin.Forms, SOLID, Clean Code, Visual C#.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a varias fuentes de información el precio de los medicamentos se ha visto afectado, incrementando su valor comercial que va del 3 al 5 por ciento aproximadamente, mientras que en el Estado de México algunos antibióticos subieron en un 30 por ciento hacia el mes de marzo del presente año, impactando de manera negativa la economía de la población dentro del país [1]

Gran parte de la población se preocupa por su economía sin dejar de lado la calidad de lo que consume, es por ello que se dan a la tarea de realizar una comparativa en el precio y marca de las diferentes farmacias, trasladándose de una a otra para así poder determinar cuál es su mejor opción y realizar finalmente su compra; Dado que este proceso es tedioso y repetitivo, surge la necesidad de crear una solución informática que permita a los usuarios realizar la búsqueda de algún medicamento desde su teléfono celular de manera más rápida y fácil.

La solución mencionada permitirá al usuario realizar búsquedas del medicamento mediante el nombre genérico, comercial, y en casos más específicos por medio de la marca, la búsqueda será realizada por medio de una base de datos que será alimentada por los mismos usuarios respecto a sus experiencias de compra; dichas búsquedas se harán entre las farmacias cercanas al usuario, mostrando detalles de cada establecimiento (nombre del lugar y dirección), el medicamento buscado (Nombre(s) y precio), permitiendo al usuario seleccionar la farmacia que contenga el medicamento según las especificaciones proporcionadas por el mismo, una vez seleccionado el producto a comprar y en caso de requerirlo, el usuario podrá visualizar la ruta para llegar al lugar que ha seleccionado.

De forma general la solución consiste de una aplicación móvil multiplataforma (disponible para Android e iOS), una plataforma web y un Chatbot disponible para Skype y Telegram. En el desarrollo de este proyecto se hace uso de servicios cognitivos de Microsoft Azure y LUIS (Language Understanding Intelligent Service) para el procesamiento de lenguaje natural del ChatBot, Visual C# como lenguaje de programación, y programación en capas para optimizar el tiempo y código del proyecto, entre otras técnicas que serán detalladas a continuación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo del proyecto, se siguen dos metodologías: SCRUM para el seguimiento de proyectos [2] y desarrollo en capas y buenas prácticas para la construcción del software [3] [4].

Las metodologías ágiles están basadas en cuatro valores y permiten desarrollar proyectos de forma más acertada con las necesidades del cliente y responder mejor a los cambios que pudieran surgir al largo del proyecto. Pretenden ofrecer una alternativa más efectiva que los procesos tradicionales caracterizador por la rigidez y dominados por la documentación.

Los valores que rigen esta metodología son [5]:

1.Valorar a las personas y las interacciones entre ellas por sobre los procesos y las herramientas.
2.Valorar el software (producto) funcionando sobre la documentación detallada.
3.Valorar la colaboración con el cliente por sobre la negociación de contratos.
4.Valorar la respuesta a los cambios por sobre el seguimiento estricto de los planes.

En Scrum un proyecto se ejecuta en ciclos temporales cortos y de duración fija (iteraciones que normalmente son de 2 semanas, aunque en algunos equipos son de 3 y hasta 4 semanas, límite máximo de feedback y reflexión). Cada iteración tiene que proporcionar un resultado completo, un incremento de producto final que sea susceptible de ser entregado con el mínimo esfuerzo al cliente cuando lo solicite. Un ejemplo de esto se encuentra en la figura 1 donde se explica brevemente el proceso a seguir [6].

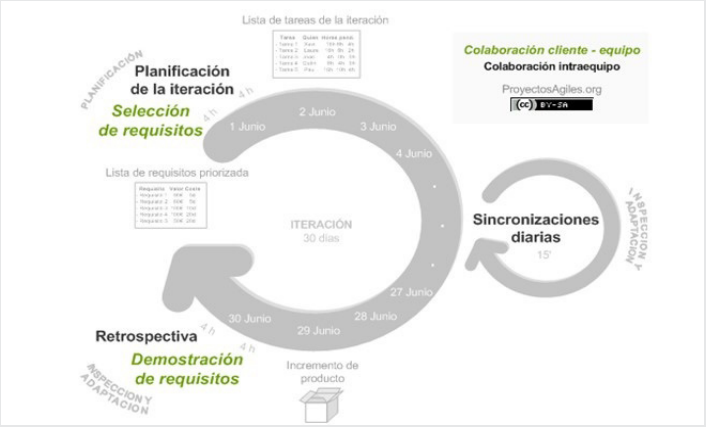


Figura 1 Metodología de seguimiento de proyectos SCRUM. [6]

Para el desarrollo técnico de la solución se utilizó el lenguaje de programación Visual C# [7], como se puede apreciar en la figura 2, se utilizó un modelo de capas [8] utilizando buenas prácticas de programación y principios como Clean Code [9], KISS [10] y SOLID [11], con el propósito de mantener el código entendible, ordenado, abierto para futuras modificaciones y actualizaciones y permitiendo la inclusión de la capa base en los proyectos de la interfaz gráfica. Las capas implementadas se describen a continuación:

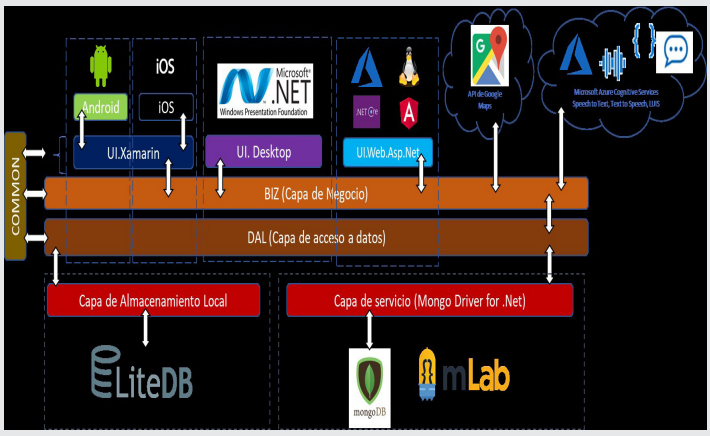


Figura 2 Estructura en capas del proyecto.
Fuente: Creación Propia

•Capa Común (COMMON): Se encarga de mapear todas las entidades que se ocupan en el desarrollo de todo el software y es la única que puede ser instanciada en todas las demás capas.
•Capa de Acceso de Datos (DAL): Cuenta con métodos CRUD (Create, Read, Update, Delete) [8] y se comunica con el servidor de MLab en el cual se hospeda la base de datos de MongoDB, permitiendo el transporte de datos(entrada o salida); esta capa no mantiene comunicación directa con el usuario, solamente se comunica con la capa de negocios (BIZ) y utiliza la capa común(COMMON) para obtener las entidades.

•Capa de Lógica de Negocios (BIZ): Contiene la lógica que realiza las funciones principales de la solución que se comparte entre las aplicaciones móvil, web y escritorio. Está directamente en relación con la capa DAL, en esta se encuentran todos los métodos que permiten hacer cualquier proceso con la información ingresada por el usuario y/o extraída de la base de datos y mostrada en la Interfaz. Aquí se encuentran los manager [8] de cada objeto que se formaron implementando la interfaz del manager genérico ubicada en la capa COMMON, teniendo consigo, aparte de los métodos CRUD, sus métodos individuales.

•Capa de Interfaz de Usuario (UI): Se divide en diferentes proyectos con utilidad para los usuarios y administradores. Para cada plataforma se podrá acceder únicamente con usuario y contraseña evitando que cualquier usuario tenga acceso.

•Aplicación Escritorio (WPF): La interfaz de escritorio de Windows se desarrolló usando WPF. Esta aplicación es para uso exclusivo de los administradores de la solución, en los cuales los propósitos principales son: la visualización, edición, inclusión y eliminación de información que es registrada por los usuarios y los administradores ya que se tendrá acceso a la misma base de datos de la aplicación móvil.
•Aplicación Móvil (Multiplataforma): Para el desarrollo de la parte Móvil fue utilizado Xamarin.Forms [12] con el propósito de poder desarrollar tanto en iOS como en Android de manera nativa y con un solo proyecto; esta aplicación es utilizada por los consumidores que desean hacer la búsqueda de un medicamento, implementa métodos de Navegación Jerárquica.
•Plataforma Web: Dicha plataforma está construida con ASP.Net en MVC [13] [14] y nos permite visualizar una lista de todos los registros de medicamentos existentes mostrando en la parte superior una barra de búsqueda donde a partir de un modelo creado permite mostrar una lista de resultados y permite obtener la cadena de la cual se hace búsqueda.

•ChatBot: El ChatBot [13] implementa como lenguaje de inteligencia artificial LUIS [15], uno de los servicios cognitivos de Microsoft Azure [14], de esta manera el usuario puede tener una conversación con respuestas personalizadas y recibir la información del medicamento que necesite por medio de mensajes.

Para contextualizar la implementación de esta solución tecnológica, está pensada para zonas urbanas y/o rurales, porque de ambas partes una población considerada busca economizar, más sin en cambio se puede considerar una limitante que muchas veces en diferentes zonas no es posible la conexión a internet, y por la arquitectura de la solución se necesita de dicha conexión para acceder a la base de datos y obtener los resultados de búsqueda.

RESULTADOS

Como resultados, se cuenta con una solución en Visual Studio 2017 con la estructura mostrada en la figura 3, donde se aprecian los proyectos de las capas base, la aplicación de escritorio, la aplicación web, la aplicación móvil (con sus distintas plataformas) y el Chat Bot.

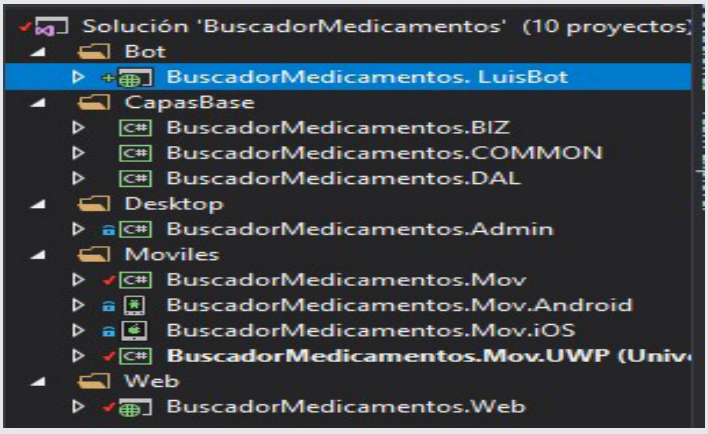


Figura 3 Estructura de la solución en Visual Studio.
Fuente: Construcción Propia.

Hablando de cada proyecto, en la figura 4 se muestra la aplicación de escritorio WPF, cuya finalidad es llevar un control entre los usuarios, medicamentos y farmacias disponibles por los administradores de la solución..

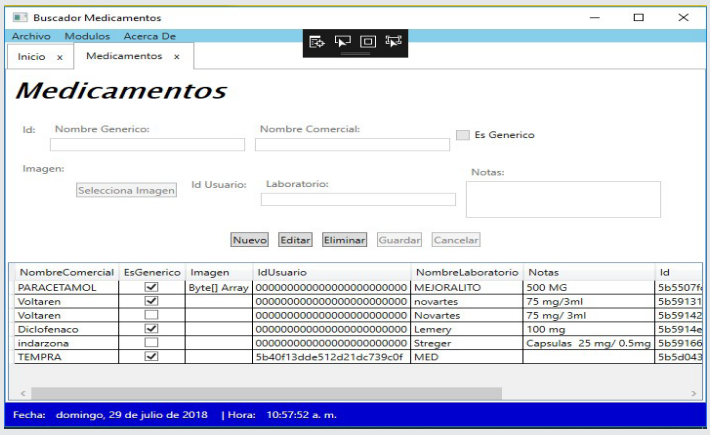


Figura 4 Aplicación de escritorio.
Fuente: Construcción Propia

La aplicación móvil (Android, iOS y UWP para Windows 10), en la figura 5, cuyo funcionamiento está dado mediante Navegación entre Páginas visualizando los medicamentos disponibles y dándote la opción de agregar o editar algún establecimiento y/o medicamento que no esté dado de alta.

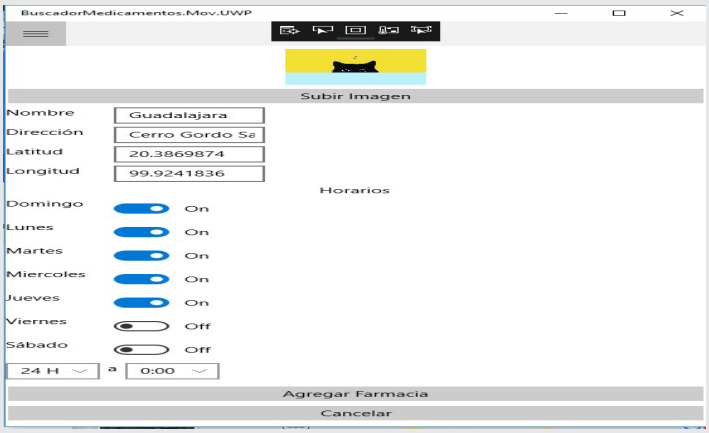


Figura 5. Aplicación móvil versión para Windows 10.

La aplicación web, en la figura 6, construida con ASP. Net donde se utiliza MVC (Model-View-Controller) nos permite visualizar una lista de todos los registros de medicamentos existentes, pudiendo realizar búsquedas específicas mediante una barra de búsqueda, así mismo agregar un medicamento o farmacia, o si es el caso, actualizar sus datos, también crear una cuenta nueva.

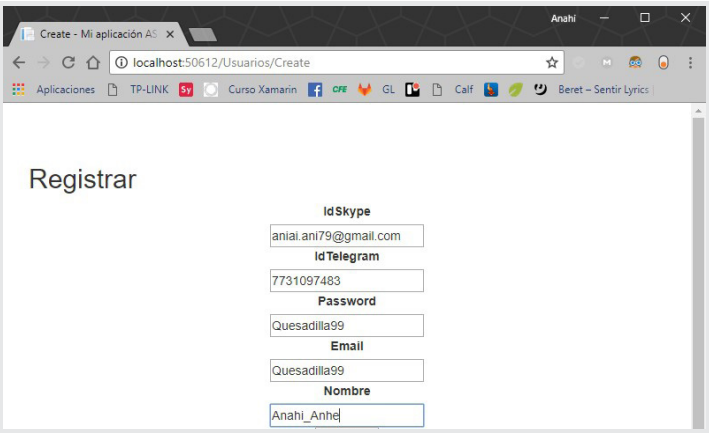


Figura 6 Captura de pantalla la aplicación web, donde se puede crear una cuenta.
Fuente: Construcción Propia

En la figura 7 se muestra una captura de pantalla de una conversación interactiva en Telegram y Skype (mediante el emulador de Microsoft Bot Framework) donde se puede obtener información acerca del precio de un medicamento y la ubicación de las farmacias que lo venden, cabe mencionar que justo es este punto donde se utiliza la parte de Cognitives Services, ya que LUIS se encarga de interpretar el texto recibido en la conversión y entrega intenciones (Pathak, 2017) las cuales permite identificar el medicamento que está buscando el usuario.

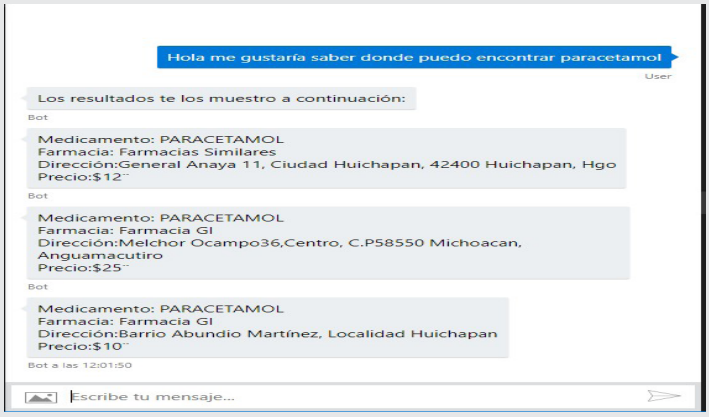


Figura 7 Captura de pantalla del Emulador de Microsoft Bot Framework de la búsqueda de un medicamento.
Fuente: Construcción Propia.

Trabajos Futuros

Para versiones posteriores dentro de este proyecto se planea implementar diferentes aspectos, los cuales son mostrados a continuación:

• Detallar minuciosamente cada plataforma con el fin de obtener una interfaz agradable a la vista, así mismo solucionar errores que posiblemente no se tomaron en cuenta en su primera etapa.

• Realizar pruebas con usuarios potenciales para identificar problemas en el uso de los Servicios Cognitivos y evaluar el funcionamiento de LUIS, para posteriormente realizar mejoras de este.

• Publicar el chat bot tanto en Skype, Telegram y Facebook Messenger.

• Realizar una descarga de manera local al teléfono de los datos de la aplicación, y no sea necesaria siempre la conexión a internet para que el usuario pueda realizar sus búsquedas.

• Lograr que los objetivos que están en espera de una segunda fase se concluyan, es el caso de "Permitir al usuario seleccionar un destino (farmacia) y lo guie hasta la ubicación de esta", se planea utilizar Microsoft Azure Maps o bien la Api de Google Maps para lograrlo, entre otras herramientas.

• Publicación de la plataforma web y las aplicaciones móviles para obtener retroalimentación de usuarios reales.

CONCLUSIONES

Hasta el momento el proyecto es funcional, se continua con la fase de depuración y mejoramiento de interfaz gráfica de la aplicación de escritorio, aplicaciones móviles, la plataforma web y se evalúa la posibilidad de trabajar con imágenes en el chat bot.

Dicha solución fue elaborada en un solo proyecto haciendo uso de programación en capas permitiendo la reutilización de código y evitando el trabajo que implica el desarrollo de un mismo proyecto en diferente plataforma y sistema operativo.

El proyecto por sí mismo ofrece a los usuarios la comodidad de consultar información de productos desde un mismo sitio y en sus versiones posteriores se planea ser utilizada como una guía para llegar a la farmacia deseada.

Es importante destacar que se hizo uso de inteligencia artificial utilizando los servicios cognitivos que nos brinda Microsoft Azure implementando Language Understanding (LUIS) y un Chat Bot.

BIBLIOGRAFÍA

[1] López Dóriga, «En el último año, se dispararon los precios de las medicinas,» 27 Abril 2018. [En línea]. Available: https://lopezdoriga.com/economia-y-finanzas/en-el-ultimo-ano-se-dispararon-los-precios-de-las-medicinas/.

[2] Scrum Manager , Scrum Manager v.2.6, 2016.

[3] M. J. Price, C# 7.1 and .NET Core 2.0 – Modern Cross-Platform Development, Birmingham, UK.: Packt Publishing, 2017.

[4] S. Ritchie, Pro .Net Best Practices, New York: Apress, 2011.

[5] Scrum Mexico, «Scrum & Agile,» 2017. [En línea]. Available: http://scrum.org.mx/scrum-agile/.

[6] Proyectos Agiles.com, «¿Qué es Scrum?,» 2016. [En línea]. Available: https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/.

[7] M. Posadas, Mastering C# and .NET Framework, Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2016.

[8] D. Esposito y A. Saltarello, Microsoft .Net: Architecting Applications for the Enterprise, Whashington: Microsoft Press, 2015.

[9] M. Robert C., Clean Code, A Handbook of Agile Software Craftsmanship, Boston, MA: Pearson Education, Inc., 2009.

[10] S. Rossel, «KISS – One Best Practice to Rule Them All,» 19 Agosto 2015. [En línea]. Available: https://simpleprogrammer.com/2015/08/19/kiss-one-best-practice-to-rule-them-all/.

[11] A. Gaurav Kumar, SOLID Principles Succinctly, Morrisville, NC: Syncfusion Inc., 2016.

[12] C. Petzold, Creating Mobile Apps with Xamarin.Forms, Redmond, Washington, US.: Microsoft Press, 2016.

[13] A. Freeman, Essential Angular for ASP.NET Core MVC, Longon, UK.: Apress, 2017.

[14] Microsoft Corporation, «Introducción a ASP.NET Core,» Microsoft, 28 Febrero 2018. [En línea]. Available: https://docs.microsoft.com/es-es/aspnet/core/?view=aspnetcore-2.1. [Último acceso: 5 Julio 2018].

[15] N. Pathak, Artificial Intelligence for .NET: Speech, Language, and Search, Kotdwara, Dist. Pauri Garhwal, India: Apress, 2017.

[16] Microsoft, «Cognitive Services,» 2018. [En línea]. Available: https://azure.microsoft.com/en-us/services/cognitive-services/.

[17] E. Freitas, Microsoft Bot Framework, Morrisville, NC, USA: Syncfusion, Inc., 2017.

Ciencias de la Computación

Ingeniantes

Prototipo de solución basada en IoT para el control de entradas y salidas de alumnos de educación básica del estado de Hidalgo

Colaboración
Espinoza Galicia Carlos Arturo; Gómez López Williams; Reyes López Rubén Omar, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan

RESUMEN: Se muestra la construcción un prototipo de software y hardware que tiene como objetivo informar a los tutores el momento en que acceden o abandonan sus hijos la institución educativa en el estado de Hidalgo, Mexico. El hardware está basado en un módulo NodeMCU v1 y un módulo RFID el cual, escanea la credencial RFID del estudiante y el módulo NodeMCU se conecta a un servicio Azure en Microsoft Azure© ingresando la información a una base de datos MongoDB para enviar después un mensaje SMS al padre de familia o tutor informando el suceso y lugar (por ejemplo: Acceso en la Puerta principal, Salida en el Acceso B, etc.). Existen aplicaciones de escritorio y móviles (iOS, Android y Windows, en modo Smart Phone y Tableta), el primero se usa para la administración de los alumnos de la institución educativa y la generación de reportes, las aplicaciones móviles son destinadas para ser usado por los profesores (asistencia de entrada y salida) y padres de familia (ver historial de eventos de su(s) hijo(a)(s)). Se destaca que las aplicaciones de escritorio, móviles y el servicio web reutilizan código al estar construido en capas, usando patrones de diseño, SOLID y Clean Code en Visual C#.

PALABRAS CLAVE: MongoDB, NodeMCU, RFID, SOLID, Visual C#.

ABSTRACT: The construction is shown as a software and hardware prototype that aims to inform the tutors when their children reach or leave the educational institution in the state of Hidalgo, Mexico. The hardware is based on a NodeMCU v1 module and an RFID module which scans the student's RFID credential and the NodeMCU module connects to an Azure service in Microsoft Azure © by entering the information into a MongoDB database and then sending a message SMS to the parent or guardian informing the event and place (for example: Access in the Main Door, Exit in Access B, etc.). There are desktop and mobile applications (iOS, Android and Windows, in Smart Phone and Tablet mode), the first one is used for the administration of the students of the educational institution and the generation of reports, the mobile applications are intended to be used by the students. teachers (entry and exit assistance) and parents (see the history of your child's events). It is highlighted that desktop, mobile and web service applications reuse code when built in layers, using design patterns, SOLID and Clean Code in Visual C #.

KEYWORDS: MongoDB, NodeMCU, RFID, SOLID, Visual C#.

INTRODUCCIÓN

México tiene el tercer porcentaje más alto de jóvenes que no estudian ni trabajan entre los 34 países de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), solo por debajo de Turquía e Israel.

Esto se debe a fenómenos como el desempleo y la falta de educación, provocando de alguna manera una tragedia individual,

pues implica la pérdida de oportunidades para tener un desarrollo pleno. Derivado de esto, los jóvenes se pierden pues nadie invierte en ellos, es decir, no son capacitados en un trabajo ni tampoco atendidos en una escuela. [1]

Dicho esto, la cobertura de educación en el estado de Hidalgo es una de las más altas en el país colocándose por arriba de la media nacional en cuanto a la atención y la disminución de deserción. [2]

Sin embargo, la escuela es sin duda un espacio donde la mayoría de los seres humanos pasan largas horas de su vida pues en ella no sólo se aprenden lecciones, sino también experiencias de vida, logros y contrariedades. Por ello, desde el instante en que se elige un centro educativo se toma en cuenta la calidad y el nivel del mismo, pero, además, la seguridad se vuelve un factor esencial para considerarla una "buena escuela". Actualmente el tema de la inseguridad se ha vuelto una de las principales preocupaciones en nuestro país. Por ello, cada vez son más las personas que buscan un plantel con las condiciones adecuadas para su pleno desarrollo educativo. Y es aquí donde la seguridad se vuelve el mayor reto tanto para las instituciones públicas como para las privadas. [3]

Existen una gran cantidad de instituciones de educación básica en el estado de Hidalgo, (Figura 1), en donde se ha generado una preocupación en los padres de familia el conocer si su hijo está realmente en la escuela o se fue de "pinta" con sus amigos, y esta preocupación se incrementó con los últimos fenómenos naturales que azotaron el país en el año 2017 [4].

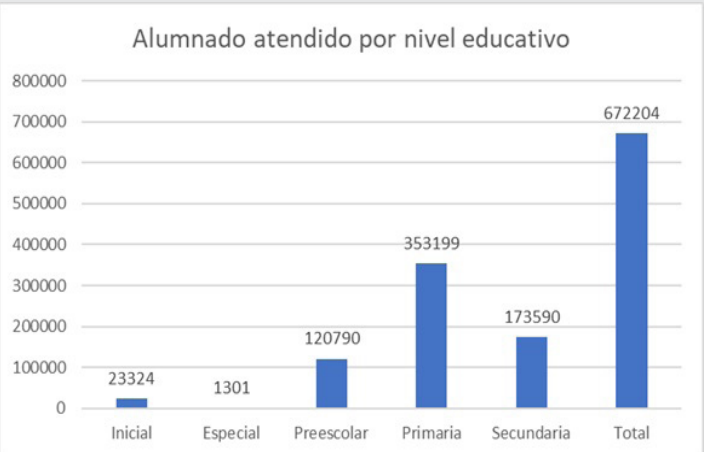


Figura 1: alumnado atendido por nivel educativo en Educación Básica en el estado de Hidalgo [2]

El acontecimiento del pasado 19 de septiembre causó muchas pérdidas humanas, casos como el del Colegio Rébsamen donde según el sitio web del diario 24 horas fallecieron 19 niños y siete adultos [5] es solo un ejemplo de lo trágico que puede ser una catástrofe, donde se deja ver claramente lo importante de mantener un registro real y certero de las personas que están dentro de un inmueble.

Así, esta preocupación de los padres genera las siguientes preguntas:
- ¿Dónde está mi hijo(a) en este momento?
- ¿Estará realmente en la escuela?
- ¿Ya salió de la escuela?
- ¿Realmente entró a la escuela?

Incógnitas como estas pasan comúnmente por la mente de las personas y mucho más cuando los hijos(as) son quienes acuden solos a la escuela o que no son dejados ni recogidos en las puertas de esta.

OBJETIVO
Desarrollar una solución utilizando Internet de las Cosas que informe a los padres y madres de familia y/o tutores de la entrada y salida de sus hijos(as) en las escuelas de educación básica del estado de Hidalgo.
Objetivos específicos

1. Diseñar e implementar la infraestructura de nube necesaria para soportar el proyecto.
2. Diseñar la base de datos para el proyecto
3. Diseño y desarrollo de hardware utilizando el concepto de Internet de las Cosas que permita el registro de entrada y salida de alumnos
4. Diseñar y desarrollar la solución informática para el proyecto
   a. Diseñar una API de comunicación entre los dispositivos de hardware y la infraestructura de nube
   b. Software para administración de alumnos
   c. Aplicaciones Móviles para el pase de lista
   d. Aplicaciones Móviles para el monitoreo de actividades por parte de los padres y madres de familia
Enviar un mensaje SMS y/o una notificación PUSH al teléfono del padre, la madre o tutor cuando un su hijo(a) ingrese o salga de la escuela.

ESTADO DEL ARTE / GRADO DE INNOVACIÓN

Actualmente existen muchos sistemas de "Reloj Checador" como el TimeWork Reloj Checador© que permite registrar las entradas y salidas de personas mediante huella digital y obtener reportes de asistencia y puntualidad de las personas que laboran en alguna organización en instantes [6] sin embargo, estos deben ser fijos y conectados directamente a una computadora mediante un medio físico, como un cable ethernet. Aunque pueden brindar reportes importantes como puntualidad o asistencia, carece de movilidad, además de que solo permite mantener un control de personas previamente registradas y esto es en un solo punto.

Como es común, en las escuelas se pasa lista regularmente en un formato en papel el cual es almace-

nado por los profesores, pero regularmente se entregan al final de un periodo indicado (final de mes o parcial por ejemplo), el problema radica en que para tener un conteo real de cuántos o qué alumnos faltaron e incluso, cuantos alumnos hay en cierto momento, hay que hacer un recorrido salón por salón y para el caso de un alumno en específico, el tutor tendría que solicitar la información específicamente a la escuela, lo cual dicha información puede tardar en ser entregada.

De lo anterior, un sistema automatizado es de interés ya que permitiría saber con certeza el número de alumnos en tiempo real, que existen en cualquier momento en la escuela y saber específicamente si cierto alumno ingreso o salió de la misma, incluso en que puerta o acceso paso, si a esto le complementamos que el padre, madre de familia o tutor pueda ser informado mediante una notificación PUSH en una aplicación móvil o un SMS (para aquellas que solo cuenten con un teléfono móvil que no sea smartphone) podrá dar mayor certeza sobre la asistencia del menor en la escuela.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo del proyecto, se siguen dos metodologías: SCRUM para el seguimiento de proyectos, Desarrollo en Capas y Buenas prácticas para la construcción del software.

Las metodologías ágiles están basadas en cuatro valores y permiten desarrollar proyectos de forma más acertada con las necesidades del cliente y responder mejor a los cambios que pudieran surgir al largo del proyecto. Pretenden ofrecer una alternativa más efectiva que los procesos tradicionales caracterizador por la rigidez y dominados por la documentación.

Los valores que rigen esta metodología son [7]:

1. Valorar a las personas y las interacciones entre ellas por sobre los procesos y las herramientas
2. Valorar el software (producto) funcionando sobre la documentación detallada
3.Valorar la colaboración con el cliente por sobre la negociación de contratos
4. Valorar la respuesta a los cambios por sobre el seguimiento estricto de los planes

En Scrum un proyecto se ejecuta en ciclos temporales cortos y de duración fija (iteraciones que normalmente son de 2 semanas, aunque en algunos equipos son de 3 y hasta 4 semanas, , límite máximo de feedback y reflexión). Cada iteración tiene que proporcionar un resultado completo, un incremento de producto final que sea susceptible de ser entregado con el mínimo esfuerzo al cliente cuando lo solicite. Un ejemplo de esto se encuentra en la Figura 2 donde se explica brevemente el proceso a seguir [8].

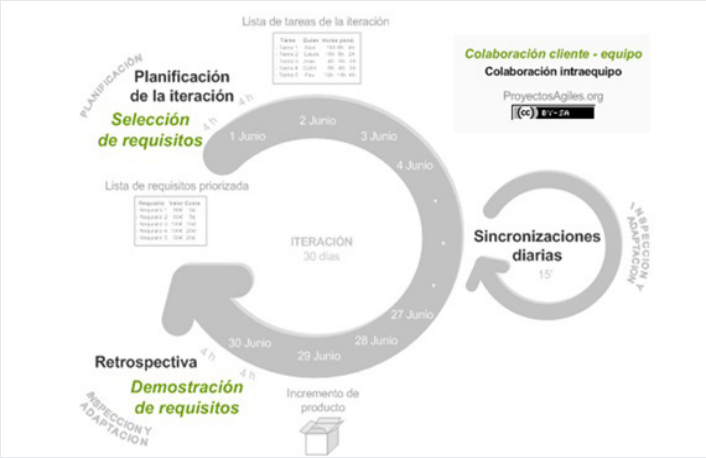


Figura 2: Metodología de seguimiento de proyectos SCRUM [8]

Desarrollo

Para el desarrollo técnico del proyecto se basará en metodologías utilizadas en proyectos anteriores que fueron documentados en artículos en revistas indexadas como "Implementación de plataforma web y aplicaciones móviles mediante buenas prácticas usando tecnología .Net" [9], "Evaluador de calidad de escritura de código fuente" [10], "Implementación de plataforma para el Internet de las cosas en un ambiente de nube pública" [11], los cuales implementan una arquitectura de N Capas basándose en lo mencionado en "Microsoft .Net Architecting Applications for the Enterprice" [12], "Mastering C# and .Net Framewrok" [13] en estos proyectos se implementaron buenas prácticas para el desarrollo de software con el Lenguaje Visual C# como las mencionadas en "Pro .Net Best Practices" [14], por lo que la estructura de capaspropuesta que se presenta en la Figura 3 donde se puede apreciar la propuesta de un Servidor en la nube publica de Microsoft Azure © la cual se conecta a una base de datos NoSQL de tipo MongoDB©, en las capas superiores se implementan los métodos CRUD [15] [16] y Manejadores para la lógica de negocio [16], en la capa Web (desarrollado en Asp.Net Core) se implementa una API Restfull [16] que es la que recibe datos directamente del Hardware y la capa BIZ envía los SMS o las notificaciones PUSH a los padres de familia.

El software embebido el cual tomará la lectura de las tarjetas RFID [17] de los alumnos será implementado mediante una tarjeta NodeMCU (Figura 4), la cual es una tarjeta para IoT (Internet de las Cosas) basada en el chip ESP8266 que cuenta con un módulo de conexión WiFi de forma nativa como y que se puede programar en leguaje LUA o mediante Procesing Figura 4: Tarjetas NodeMCU en versiones Lolin y Amica, así como el esquema de conexión [18] usando el Arduino IDE [18] [19] que permita conectar el dispositivo al servicio web directamente. Por otra parte, las

aplicaciones móviles Android e iOS (Desarrolladas en Xamarin Forms) [20] y de escritorio compartirán el mismo código en las capas DAL.RestFull, BIZ y COMMON, aprovechando las bondades del lenguaje C# y la plataforma .Net de Microsoft ©, ganando así velocidad en desarrollo, depuración e implementación de nuevas funcionabilidades ([9] [11] y [16]), todo esto utilizando conceptos sobre Patrones de diseño [21], SOLID [22], KISS [23] y ClenCode [24] como lo menciona Ritchie Stephen en su libro "Pro .NET Best Practices" [14].

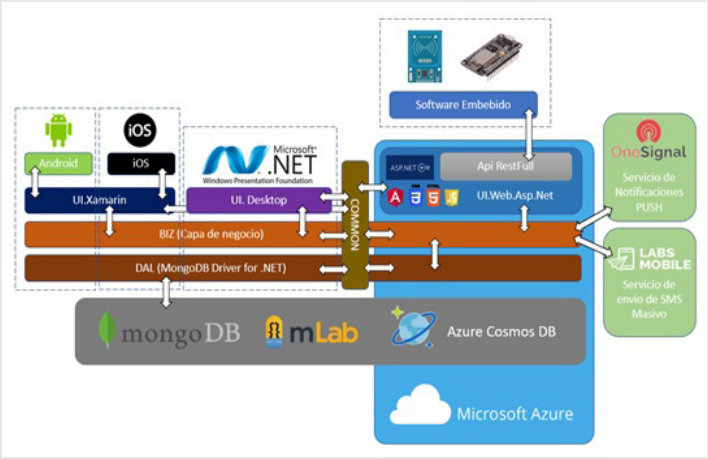


Figura 3: Arquitectura de desarrollo de proyecto (Construcción Propia)

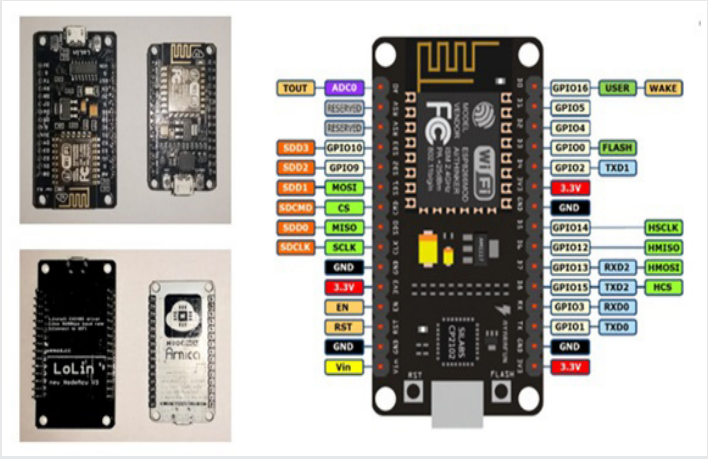


Figura 4: Tarjetas NodeMCU en versiones Lolin y Amica, así como el esquema de conexión [18]

RESULTADOS

Después de seis meses de desarrollo, la estructura final del proyecto resultó la que se observa en la Figura 5, esta estructura cuenta con las capas base (COMMON, BIZ y DAL), así como versiones de escritorio para los Administradores Generales del Proyecto (equipo de desarrollo) (Figura 6) en donde los desarrolladores como administradores generales del proyecto, pueden ver y administrar toda la información de la base de datos.

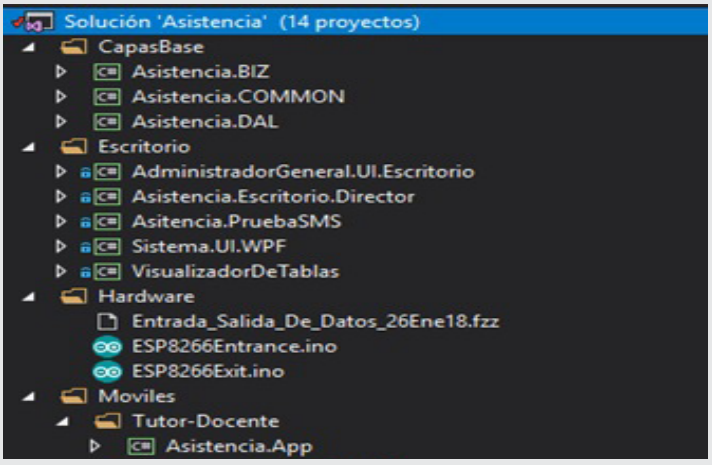


Figura 5: Estructura de desarrollo del proyecto en Visual Studio 2017 (Construcción Propia)

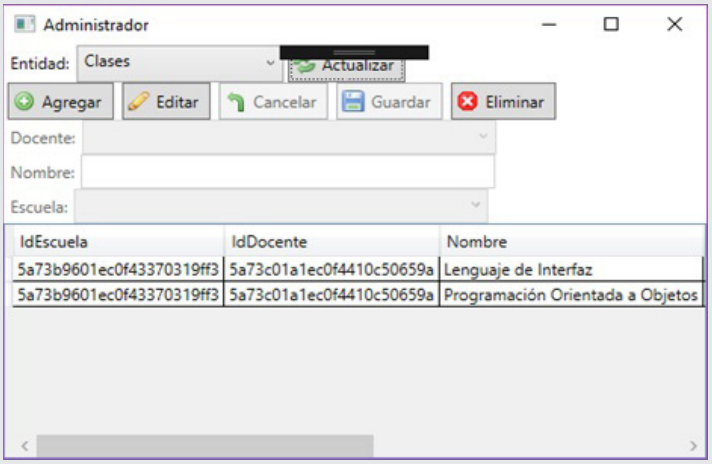


Figura 6: Aplicación para los administradores del proyecto (Construcción Propia)

Por otra parte, la Aplicación para el director de las escuelas (Figura 7), módulo en el cual se crean los grupos, se asignan alumnos y docentes, así como tutores de cada alumno.

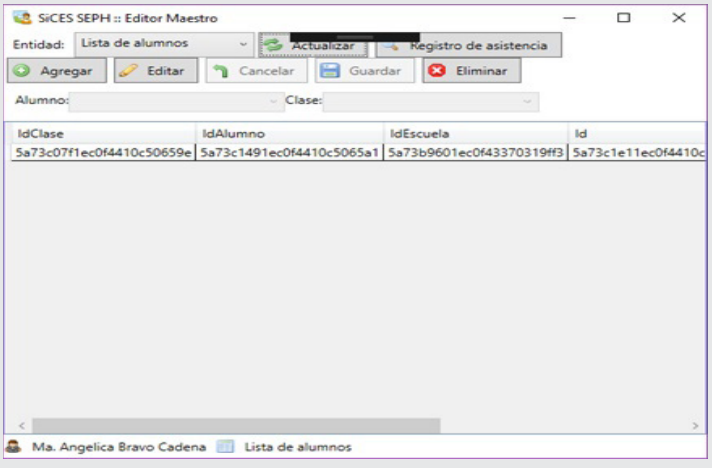


Figura 7: Aplicación para el director de la escuela (Construcción Propia)

Una aplicación de Visualizador de tablas creada para una rápida búsqueda (Figura 8) y una aplicación de pruebas de envío de SMS (Figura 9), en la Figura 10 se muestra una captura de pantalla de SMS de prueba recibidos; además se cuentan con versiones para Android y iOS.

De la primera versión para Tutores que se observa en la Figura 11 donde se muestra un historial de eventos de prueba, en la Figura 12 se tiene la captura de pantalla donde profesores y profesoras pueden pasar asistencia a los alumnos directamente. Ya se cuenta con el diseño del hardware que será usado,

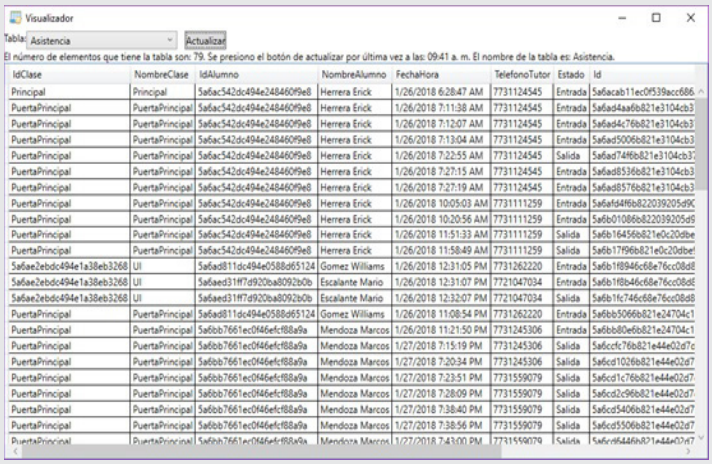


Figura 8: Visualizador de tablas (Construcción propia)

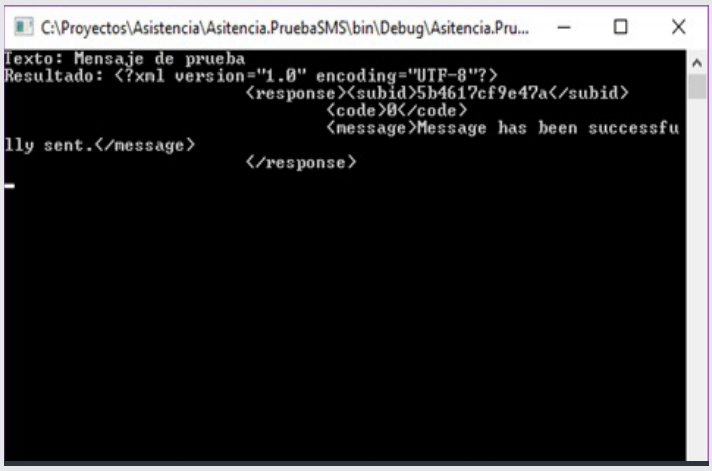


Figura 9: Aplicación de envío de SMS de prueba (Construcción Propia)

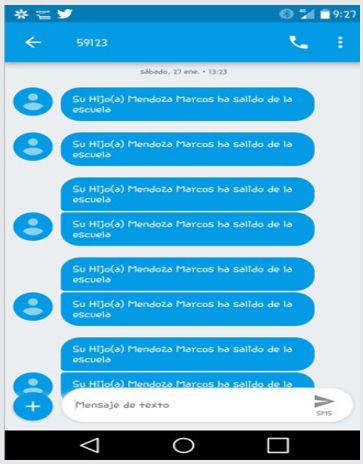


Figura 10: Captura de pantalla de mensajes de prueba recibidos (Construcción Propia)

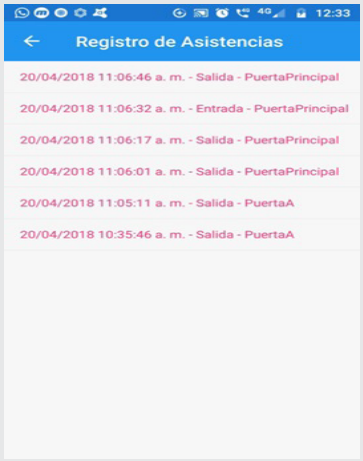


Figura 11: Captura de pantalla de aplicación móvil para Padres y Madres de Familia y/o Tutores (Construcción Propia)

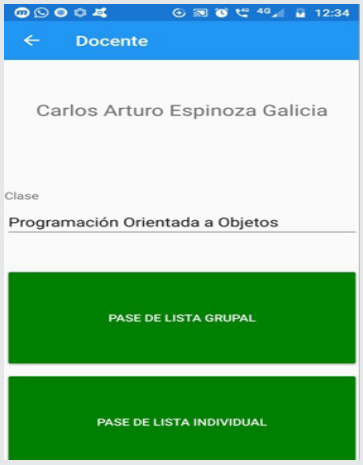


Figura 12: Captura de pantalla de aplicación móvil para Maestros y Maestras donde pueden pasar asistencia (Construcción Propia)

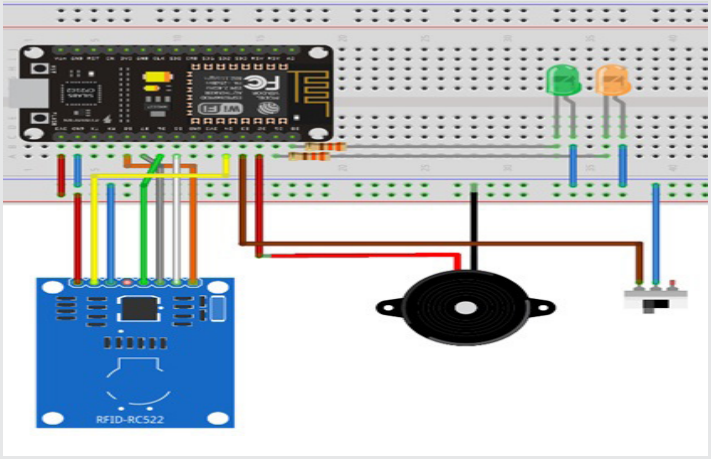


Figura 13: Diagrama de conexión del Hardware (Construcción Propia)

en la Figura 13 se muestra el diagrama de conexión, en la Figura 14 la primera versión del prototipo que incluye LEDs de "Encendido" y "En línea", así como un buzzer para indicar la lectura de las tarjetas y en la Figura 15 el prototipo ya con caja de protección y conexión a la corriente eléctrica.

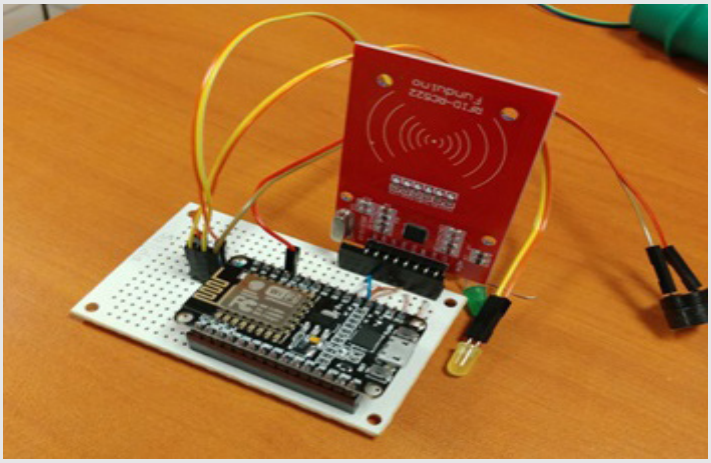


Figura 14: Fotografía del primer prototipo en una placa PDB Universal (Construcción Propia)

Figura 15: Fotografía de los prototipos de Entrada y Salida ya con cajas de protección (Construcción Propia)

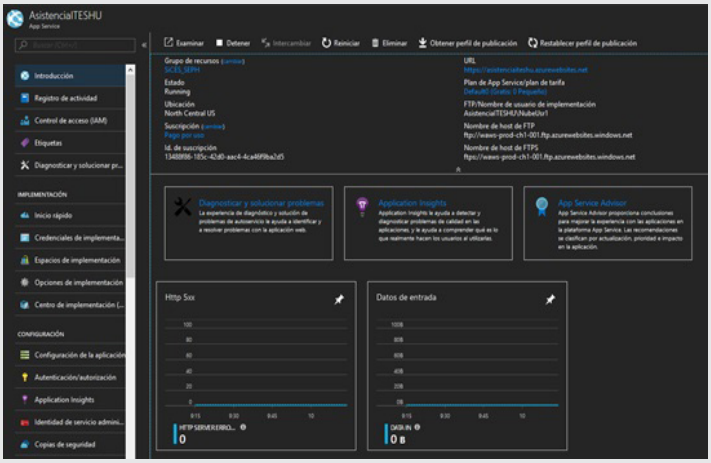


Figura 16: Captura de pantalla del portal de Microsoft Azure © con el servicio hospedado (Construcción Propia)

Por la parte de la infraestructura de Nube, en la Figura 16 se observa la captura de pantalla del servicio hospedado en Microsoft Azure©, en la Figura 17 se observa una captura del navegador web en la página del servicio hospedado en Microsoft Azure©.

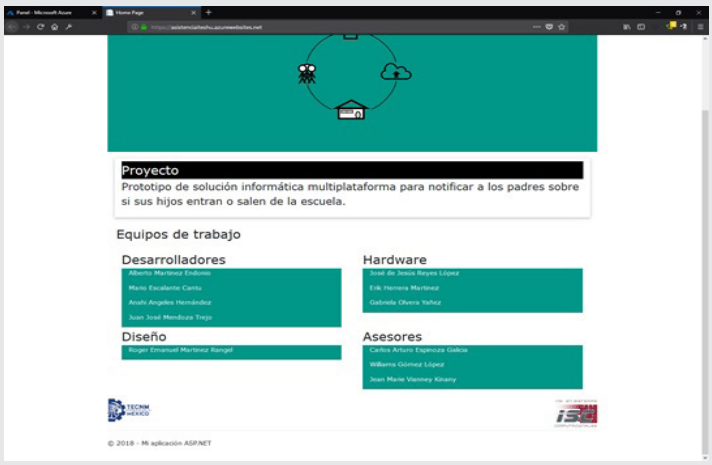


Figura 17: Captura de pantalla de la pagina https://asistenciaiteshu.azurewebsites.net/ alojada en Microsoft Azure©(Construcción Propia)

La información es almacenada en una Base de Datos NoSQL que inicialmente esta alojada en mLab©, en la Figura 18 se observa el diagrama de clases usado.

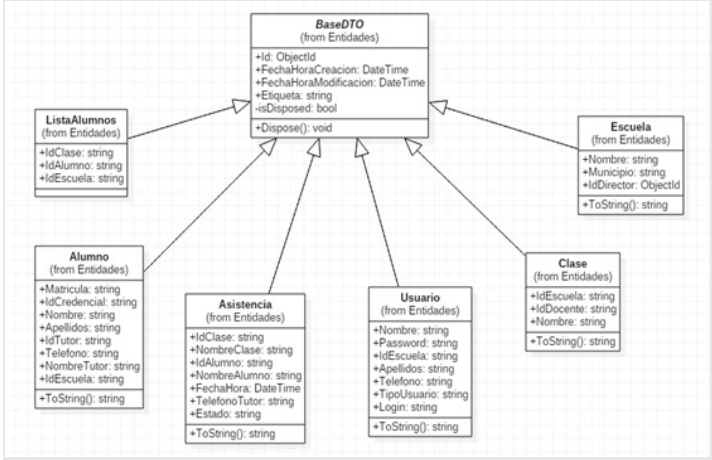


Figura 18: Diagrama de clases de la Base De Datos NoSQL del proyecto (Construcción Propia)

CONCLUSIONES

Como se pudo mostrar, este proyecto se presenta como una oportunidad para informar a los padres, madres y/o tutores de los alumnos de educación básica cuando un alumno a entrado o salido de la escuela, además de presentar reportes en tiempo real sobre la cantidad de alumnos y alumnas de cualquier escuela que pueda ayudar a la toma de decisiones a la dirección de esta.

Actualmente se cuenta con gran avance en el desarrollo del proyecto, se cuenta con aplicaciones Móviles y de

escritorio, el API RestFull, el hardware ya es funcional y ya se envían SMS, queda pendiente el desarrollo de la plataforma web y realizar pruebas en una escuela real, aunado con lo anterior, se está realizando una segunda versión de la plataforma, así como el hardware el cual contará con nuevas funcionalidades tales como permitir interacción con sistemas de acceso físico (reguiletes) permitiendo un mejor control del mismo, además se pretende complementar con la detección de rostros usando servicios cognitivos de Microsoft Azure, incluye un soporte offline para cuando falle la conexión a internet.

Como tal, el proyecto se presenta como una gran oportunidad al cubrir las necesidades de los padres de familia para conocer si su hijo(a) está en la escuela.

BIBLIGRAFÍA

[1] Notimex, «expansion,» 25 06 2013. [En línea]. Available: https://expansion.mx/nacional/2013/06/25/mexico-el-tercer-pais-con-mas-jovenes-que-no-estudian-ni-trabaja-ocde.

[2] F. Hernández, «En Hidalgo, cobertura de 99.1 por ciento en educación básica,» El Sol de Hidalgo, pp. https://www.elsoldehidalgo.com.mx/local/en-hidalgo-cobertura-de-99-1-por-ciento-en-educacion-basica, 11 Julio 2018.

[3] I. Cárdenas, «Seguridad en América,» [En línea]. Available: http://www.seguridadenamerica.com.mx/reportaje/noticia-4177-el-reto-de-la-seguridad-en-las-escuelas.

[4] Huffpost México, «INFOGRAFÍA. Terremoto del 19 de septiembre: 1985 vs 2017,» 23 Septiembre 2017. [En línea]. Available: http://www.huffingtonpost.com.mx/2017/09/23/terremoto-del-19-de-septiembre-1985-vs-2017_a_23220573/.

[5] I. Flores Mejía y D. Wachauf, «PGJ prevé citar a Sheinbaum por caso del Colegio Rébsamen,» 2 Febrero 2018. [En línea]. Available: http://www.24-horas.mx/2018/02/02/pgj-preve-citar-a-sheinbaum-caso-del-colegio-rebsamen/.

[6] Vigo Rep México S.A. de C.V., «¿Qué es TimeWork Reloj Checador?,» 2015. [En línea]. Available: http://relojchecador.com/.

[7] Scrum Mexico, «Scrum & Agile,» 2017. [En línea]. Available: http://scrum.org.mx/scrum-agile/.

[8] Proyectos Agiles.com, «¿Qué es Scrum?,» 2016. [En línea]. Available: https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/.

[9] C. Espinoza Galicia, A. Martínez Endonio, M. Escalante Cantu y R. Martinez Rangel, «Implementación de Plataforma Weby Aplicaciones Móviles Mediante Buenas Practicas Usando Tecnología .Net,» Revista de Tecnologias de la información y Comunicaciones, pp. 42-49, 2017.

[10] C. Espinoza Galicia, W. Gómez López y R. Reyes López, «Evaluador de calida de escritura de código fuente,» Revista de Tecnológia Informática, pp. 30-35, 2017.

[11] C. Espinoza Galicia, W. Gómez López y R. F. Guillén Mallete, «Implementación de plataforma para el Internet de las cosas en un ambiente de nube pública,» Tecnologia Educatíva, pp. 63-69, 2016.

[12] D. Esposito y A. Saltarello, Microsoft .Net: Architecting Applications for the Enterprise, Whashington: Microsoft Press, 2015.

[13] M. Posadas, Mastering C# and .NET Framework, Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2016.

[14] S. Ritchie, Pro .Net Best Practices, New York: Apress, 2011.

[15] 1&1 Internet Inc, «CRUD: la base de la gestión de datos,» [En línea]. Available: https://www.1and1.mx/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/crud-las-principales-operaciones-de-bases-de-datos/.

[16] M. J. Price, C# 7.1 and .NET Core 2.0 – Modern Cross-Platform Development, Birmingham, UK.: Packt Publishing, 2017.

[17] Ergomexico, «¿Qué es y como funciona la tecnología RFID?,» 2012. [En línea]. Available: http://www.ego-mexico.com/tecnologia_rfid.htm.

[18] G. Martín, «Cómo programar NodeMCU con el IDE de Arduino,» 22 09 2017. [En línea]. Available: https://programarfacil.com/esp8266/como-programar-nodemcu-ide-arduino/.

[19] NodeMCU Team, «NodeMcu: Connect Things EASY,» 2014. [En línea]. Available: http://www.nodemcu.com/index_en.html.

[20] C. Petzold, Creating Mobile Apps with Xamarin. Redmond, Washington, US.: Microsoft Press, 2016.

[21] J. Bishop, C# 3.0 Design Patterns, Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc., 2008.

[22] A. Gaurav Kumar, SOLID Principles Succinctly, Morrisville, NC: Syncfusion Inc., 2016.

[23] S. Rossel, «KISS – One Best Practice to Rule Them All,» 19 Agosto 2015. [En línea]. Available: https://simpleprogrammer.com/2015/08/19/kiss-one-best-practice-to-rule-them-all/.

[24] M. Robert C., Clean Code, A Handbook of Agile Software Craftsmanship, Boston, MA: Pearson Education, Inc., 2009.

Ciencias de la Computación

Ingeniantes

Sistema de información, una propuesta para mejorar el proceso de revisión de calidad en la industria de la confección

Colaboración
María Eugenia Carreón Romero; Laura Carreón Romero; Jorge Rivera Flores, Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

RESUMEN: Este trabajo presenta una solución basada en el uso de un Sistema de Información para mejorar el proceso de calidad en el área de confección de una empresa dedicada a la manufactura de prendas de vestir, ubicada en el municipio de Teziutlán Puebla. El funcionamiento del proceso no garantizaba identificar en tiempo el origen de los problemas calidad; razón por la cual, se propuso modificar el proceso a través de la implementación de un Sistema de Información que facilitara la gestión oportuna de los datos registrados durante las revisiones a operarios, información utilizada para generar notificaciones y dar seguimiento oportuno a los defectos de calidad. Con la implementación del Sistema de Información desarrollado se observó que el proceso mejoró notablemente; situación observada a través de la optimización de tiempos de revisión y emisión de reportes, seguimiento de operarios, notificación oportuna de errores y validez de los datos registrados.

PALABRAS CLAVE: calidad, confección, mejora, proceso, revisión, Sistema Información.

ABSTRACT: his work presents a solution based on the use of an Information System to improve the quality process in the manufacturing area of a company dedicated to the clothing industry located in the municipality of Teziutlán Puebla. The operation of the process did not guarantee to identify in time the origin of the quality problems; situation whereby, it was proposed to modify the process through the implementation of an information system that timely processed the registered data during the quality supervision, and that would later be used to provide timely follow-up to the notifications of errors identified during the reviews. With the implementation of the information system, it was observed that the process of quality supervision improved remarkably; observed situation, through the optimization of review times, operator follow-up, timely notification of errors and validity of the registered data.

KEY WORDS: Quality, confection, improvement, process, revision, Information System.

INTRODUCCIÓN

En el estado de Puebla la industria de la confección es uno de los sectores más importantes. En México se registran alrededor de 195 empresas dedicadas a la fabricación de prendas de vestir, 18 de las cuales se ubican en el Estado de Puebla, con una aportación del 8.5% de la producción nacional. Al interior del estado se identifican 141 municipios, destacando tres de ellos por generar el 68% de la producción estatal, donde Teziutlán contribuye con un 29.2% [1].

De esta forma, se observa el fuerte impacto económico de la industria de la confección en la región, y con ello, los retos constantes a los que se enfrentan los empresarios para asegurar su permanencia en mercados altamente competitivos.

La competitividad empresarial requiere aplicar a la organización factores como: productividad, calidad, e innovación [2]. En este sentido, el uso de la tecnología en combinación con los procesos, procedimientos y maquinaria, se presentan como elementos vitales para la transformación y mejora de los negocios [3]. Es indiscutible que en la actualidad las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's) desempeñan un papel fundamental en transformación del sector empresarial, al mejorar las técnicas de producción, crear nuevos productos y agilizar la gestión de la información [4].

Mejorar una actividad involucra actos de innovación, ello implica hacer lo mismo, pero de distinta forma; así, la incorporación de TIC's en la industria plantea un inminente cambio en la manera de ejecutar sus procesos [5]. Por ello, incorporar TIC's para automatizar procesos que faciliten el control y toma de decisiones, implicará la realización de actos innovadores [6].

Como resultado de la globalización, la calidad se ha convertido en una herramienta clave para la toma de decisiones en cualquier organización que pretenda continuar vigente en mercados ampliamente competidos [7]. Aunque la industria de la confección en la región de Teziutlán es reconocida por su gran trayectoria y experiencia en el ramo, sus representantes buscan constantemente la forma de innovar, a fin de garantizar la satisfacción de clientes internacionales.

Planteamiento del Problema

Uno de los objetivos de la empresa Confecciones de Teziutlán, es asegurar el cumplimiento de estándares de calidad para satisfacer los requerimientos del cliente; función que corresponde al departamento de calidad, responsable de verificar y evaluar la correcta elaboración de la prenda; el personal del área tiene la tarea de revisar que los operarios ejecuten las operaciones asignadas de acuerdo a las especificaciones establecidas, dicho procedimiento a pesar de ejecutarse correctamente, no impide la producción de prendas carentes de calidad.

De acuerdo a información proporcionada por el gerente de calidad de la empresa, la mayoría de los defectos de la prenda (pantalón) están relacionados con la confección, al generar hasta un 5 % de la producción total como segundas (prenda que no cuenta con los estándares de calidad solicitados).

Dicha empresa, aunque utiliza métodos para cuantificar los errores cometidos por los operarios durante el proceso de confección, su funcionamiento no garantiza identificarlos en tiempo. La revisión de las prendas implica la supervisión de todas las operaciones que conforman el estilo confeccionado, sin embargo, aunque se identifican los errores, el seguimiento es lento y poco eficiente, al originar retrasos en la producción e inconformidades del cliente, y por tanto, perdidas económicas para la empresa.

Por ello, existe la necesidad modificar el proceso, transformarlo de tal modo que permita cuantificar en tiempo y forma el tipo y origen de los defectos registrados, y con ello, dar seguimiento oportuno a las prendas carentes de calidad.

Objetivo General

Diseñar un Sistema de Información en el área de calidad de la empresa Confecciones de Teziutlán con la finalidad de identificar oportunamente los defectos de la prenda, así como, los operarios que originan problemas de calidad.

Objetivos Específicos

- Revisar y analizar el funcionamiento y control del proceso de calidad en la empresa.
- Obtener los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema a desarrollar.
- Realizar análisis minucioso de la información recabada
- Diseñar y desarrollar una solución con base a las especificaciones y requerimientos del proceso.
- Implementar y verificar la solución.

Pregunta de Investigación

¿La implementación de un Sistema de Información que identifique oportunamente los defectos de las operaciones de confección ayudará a mejorar el proceso de calidad?

Justificación

En el área de confección de la empresa se lleva a cabo un método de inspección denominado: Sistema de Semáforo por Operario (SSO), el cual sirve de apoyo para hacer revisiones durante la confección de prendas. Sin embargo, la ejecución es poco eficiente, debido a que se realiza de forma manual, situación que podría mejorarse con el uso de tecnología [8].

Es indiscutible la necesidad de modificar el control de revisiones mediante una solución que agilice el proceso de registro, concentrado y procesamiento de la información, de tal forma que el personal a cargo, tenga acceso inmediato a información relevante de proceso, y con ello, pueda tomar decisiones en caso de presentarse problemas de calidad.

Hipótesis

Al modificar el proceso de revisión de calidad en la confección de prendas mediante TIC's, se logrará identificar oportunamente los defectos que originan los problemas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Metodología. El tipo de investigación es aplicada con un enfoque cuantitativo, aplicando un método no experimental con observaciones de campo realizadas directamente en el área de producción de la empresa Confecciones de Teziutlán, lugar donde se presenta el fenómeno de estudio; utilizando como herramientas de apoyo: la observación, la entrevista y la encuesta [9].

• La entrevista se aplicó al personal del área de calidad, y permitió conocer el objetivo, funcionamiento y gestión del proceso de calidad en relación a la confección de la prenda.

• La observación se utilizó con la finalidad de realizar un análisis puntual de los iferentes aspectos que caracterizan el "proceso de supervisión de calidad" y describir de forma detallada sus características dentro del medio donde éste se desarrolla. Algunos de los datos registrados se listan a continuación: el proceso es manual, el registro se realiza en formatos impresos, la anotación de datos requiere el uso de lapiceros y marca textos, el registro es lento, la notificación de errores y seguimiento puntual de los errores no existe. Además, los registros de las revisiones son capturados por semana e incluso, cada mes debido al tiempo que implica dicha actividad. Ver figura 1.

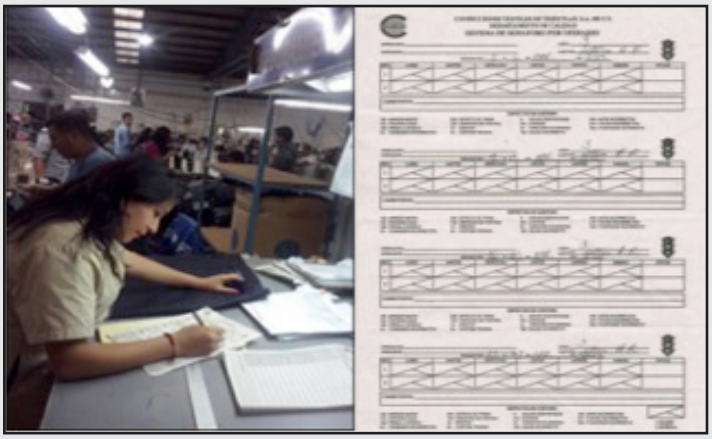


Figura 1. Formato Revisiones

• La observación directa fue usada para diseñar una solución adecuada a la problemática presentada; lo que permitió diseñar una propuesta acorde al método utilizado actualmente, así como, a la infraestructura computacional disponible en la empresa: conectividad, equipo de cómputo y herramientas de software. Ver figura 2.

• Las entrevistas permitieron llenar los formatos denominados obtención de requerimientos y aclarar dudas con respecto al manejo de notificaciones, dicha información fue analizada para realizar el modelado general del proceso de calidad.

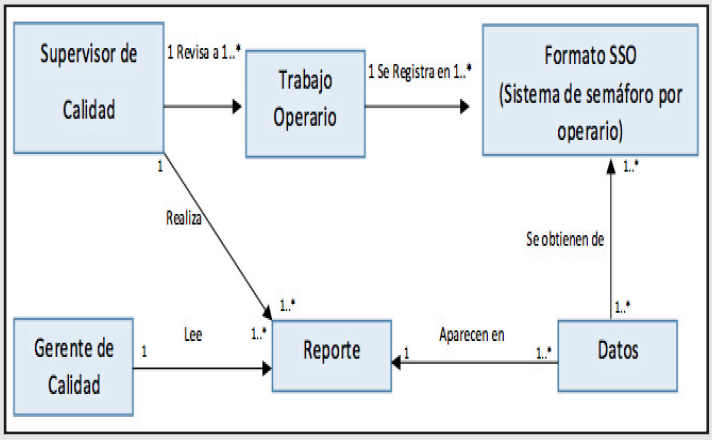


Figura 2. Modelado General del Sistema

Propuesta de Solución a partir del análisis de información obtenida

Después de la revisión de registros y bitácoras se propuso modificar el proceso de calidad de la siguiente forma, sustituir el registro en papel por capturas digitales, una base de datos en sustitución de carpetas y archivos, un gestor de datos para procesar información y, un sistema de información que genere consultas del estado actual del proceso de calidad, así como, reportes completos y oportunos de dicho proceso. Es decir, implementar un Sistema de Información para generar reportes oportunos de los defectos registrados, y notifique de forma inmediata a los responsables del área de calidad.

Por tal razón, se propuso el desarrollo de un Sistema de Información Web, el cual facilitaría la gestión los datos registrados durante las revisiones de calidad, y con ello, generar de manera oportuna notificaciones de seguimiento y control. Ver figura 3.

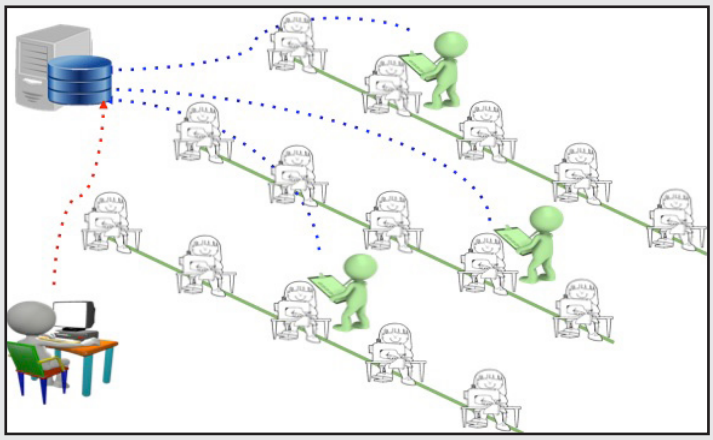


Figura 3. Solución propuesta con uso de TIC's

Con respecto a la técnica de diseño utilizada, se eligió el Lenguaje de Modelado Unificado (UML), debido a lo robusto y versátil que resulta para modelar sistemas de información de dominios diversos [10].

Diseños de la solución mediante UML

Las figuras 4, 5, 6 muestran algunos de los diseños UML utilizados para desarrollar el Sistema de Información propuesto.

Diseños UML

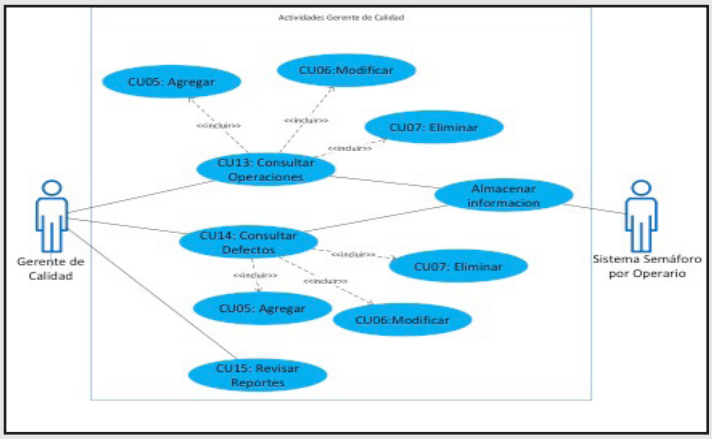


Figura 4. Diagrama casos de uso

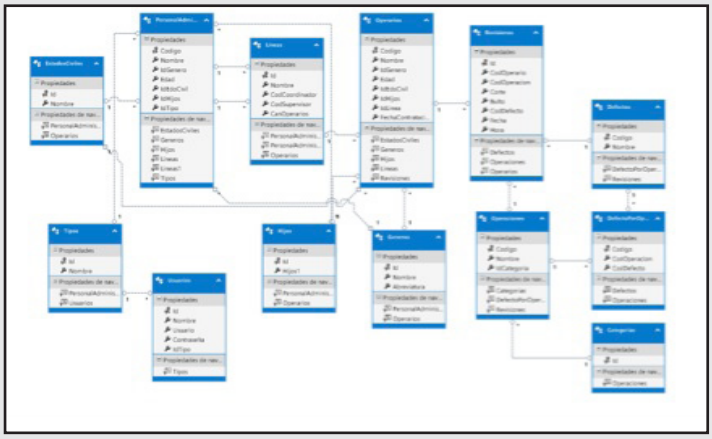


Figura 5. Diagrama de clases

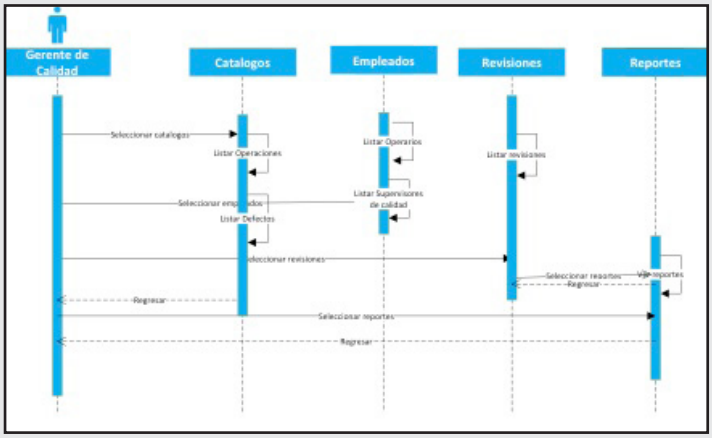


Figura 6. Diagrama de secuencias

Así mismo, con el uso de la librería swing del entorno de desarrollo Netbeans ver. 8.0 se diseñaron los prototipos de las pantallas del sistema de información, algunos ejemplos se muestran en las figuras 7 y 8.

Prototipos de Pantallas

Figura 7. Pantalla consultar resultados

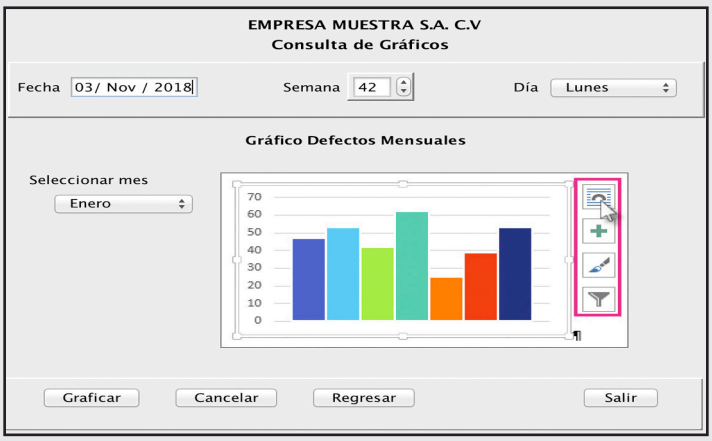


Figura 8. Pantalla consultar defectos

Desarrollo del Sistema de Información

Una vez concluido el diseño del Sistema de Información se continuó con la fase de desarrollo, para lo cual se utilizaron las herramientas de desarrollo Sql Server 2014, Visual Studio 2013, Entity Framework 4.5, Jquery, Html5, Bootstrap, Css3 y IIS para publicar el proyecto [11]. Algunas de las pantallas el Sistema de Información desarrollado se muestran en las figuras 9, 10 y 11.

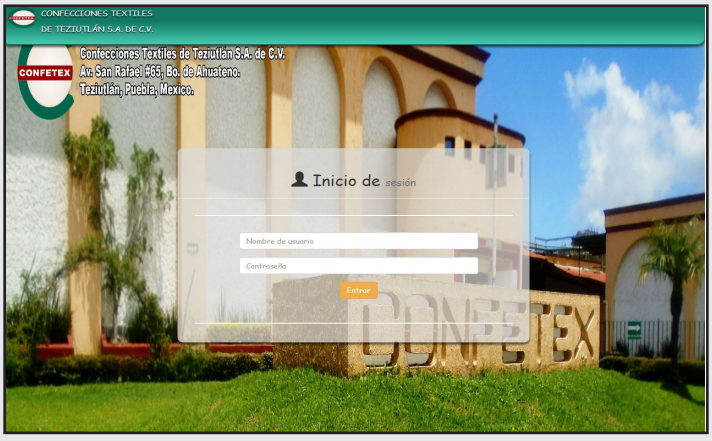


Figura 9. Pantalla inicio de sesión

Figura 10. Pantalla nueva revisión

Figura 11. Pantalla revisiones y notificaciones

Pantallas del Sistema de Información

Después de realizar la implementación del Sistema de Información, se verificó su ejecución y funcionalidad, generando reportes como el observado en la figura 12.

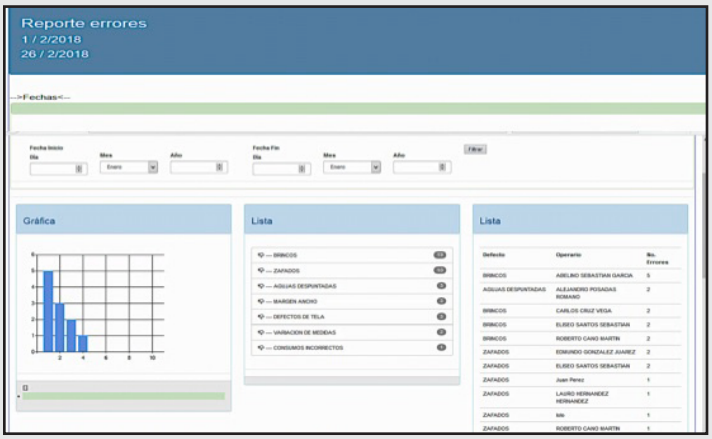


Figura 12. Pantalla reportes mensuales

RESULTADOS

Con la puesta en marcha del Sistema de Información se puso a prueba la mejora del proceso, para ello, se solicitó al personal del área de calidad utilizar la aplicación desarrollada bajo las condiciones tecnológicas requeridas: acceso al sitio y uso de dispositivos móviles. Las pruebas se realizaron en un periodo de cinco días hábiles, durante las cuales, cada supervisor de línea registró los tiempos mostrados en la Tabla 1.

La Tabla 1 muestra una comparación de los tiempos registrados al ejecutar el proceso de revisión tradicional y la solución desarrollada, observándose una mejora de tiempo de 39.5 minutos correspondiente a un 17.3%. En relación al tiempo de revisión por operario se registró un promedio 2.4 minutos, que comparados con los 3 minutos del proceso manual, se logró una mejora de 0.6 minutos.

Tabla 1. Tiempos registrados durante las pruebas realizadas en las líneas de producción.

Día	Línea	Operarios	Tiempo en Min. x Revisión		Tiempo mejorado
			Forma Tradicional	Sistema Información	
1	1	80	240	210	30
1	2	70	210	180	30
1	3	85	255	215	40
2	1	78	225	185	40
2	2	70	210	170	40
2	3	84	250	210	40
3	1	80	240	200	40
3	2	68	205	163	42
3	3	85	255	214	41
4	1	80	210	175	35
4	2	70	195	155	40
4	3	85	250	205	45
5	1	77	220	181	39
5	2	70	210	165	45
5	3	83	245	200	45
PROMEDIOS		78	228	188.5	39.5

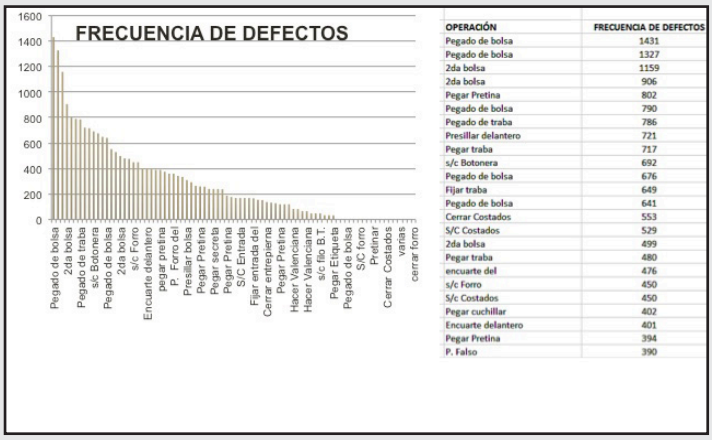
En relación al uso del sistema de información, se verificó su eficiencia mediante la utilización de algunos de ítems del cuestionario de usabilidad [12]. También se aplicó un cuestionario de funcionalidad a los usuarios del sistema, resultando importantes mejoras, ver tabla 2.

Tabla 2. Comparativo del uso del sistema diseñado durante la ejecución del proceso de supervisión de calidad en el area de confección.

ACTIVIDAD	TIEMPOS PROMEDIO EN MINUTOS	
	Proceso común utilizado	Proceso automatizado
Tiempo de revisión por operario	3	2.4
Errores de captura durante registro	2	0
Concentrar datos registrados	3	0
Generar reporte x línea de producción	225	1

En los resultados de la Tabla 2 se muestra el concentrado de los datos registrados durante las pruebas realizadas, donde se observan considerables mejoras de tiempo, tanto de la ejecución del proceso, como en el procesamiento de la información. En relación a los errores generados durante la captura de datos, así como la concentración de ellos, se logró disminuir el tiempo utilizado en un 100%. Con respecto a la generación de reportes, el Sistema de Información facilitó la gestión de los datos, al mostrar una mejora de 224 minutos, que corresponden al 99.6%.

Con la ejecución del Sistema de Información se verificó que, disponer de información actualizada durante las revisiones, ayuda a los responsables de calidad a identificar a los operarios que originan defectos en las prendas, así como, la cantidad de errores generados por cada operación. Ver figura 13.



OPERACIÓN	FRECUENCIA DE DEFECTOS
Pegado de bolsa	1431
Pegado de bolsa	1327
2da bolsa	1159
2da bolsa	906
Pegar Pretina	802
Pegado de bolsa	790
Pegado de traba	786
Presillar delantero	721
Pegar traba	717
s/c Botonera	692
Pegado de bolsa	676
Fijar traba	649
Pegado de bolsa	641
Cerrar Costados	553
S/C Costados	529
2da bolsa	499
Pegar traba	480
encuarte del	476
s/c Forro	450
S/c Costados	450
Pegar cuchillar	402
Encuarte delantero	401
Pegar Pretina	394
P. Falso	390

Figura 13. Reporte listado operarios y defectos

Con los datos registrados en el Sistema de Información y los reportes generados al final de las pruebas, se logró identificar que durante la elaboración de pantalón básico el pegado de bolsa es la operación con mayor cantidad de errores, ver figura 14.

Figura 14. Pantalla gráfico operaciones con mayor cantidad de defectos.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos durante las pruebas mostraron que gracias al uso del Sistema de Información se mejoraron considerablemente los tiempos de revisión y emisión de reportes.

De esta forma, el proceso de revisión por línea de producción muestra importantes mejoras. Ver figura 15.

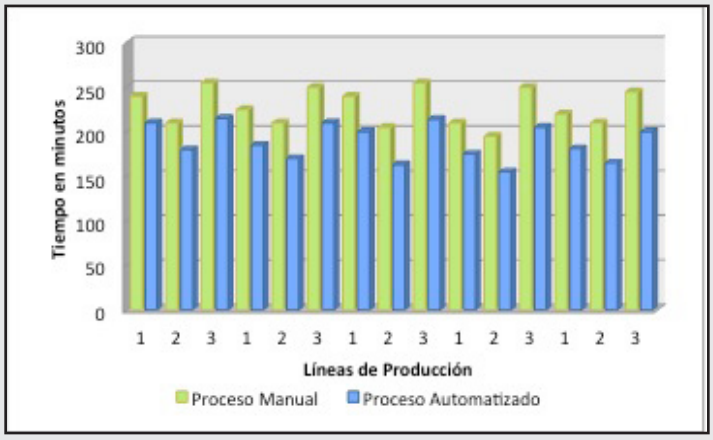


Figura 15. Comparación de tiempos en líneas de producción con uso del Sistema de Información.

Con respecto a la emisión de reportes, hubo importantes resultados, entre ellos, la disminución de tiempos y el seguimiento oportuno de los defectos registrados durante las supervisiones.

En relación a la validez de los datos, el uso de componentes de interfaz facilitaron la captura de datos correctos. Así mismo, se verificó que el diseño del Sistema de Información permitió concentrar los datos de las revisiones de forma simple, sin requerir tiempo y trabajo adicional. Ver figura 16.

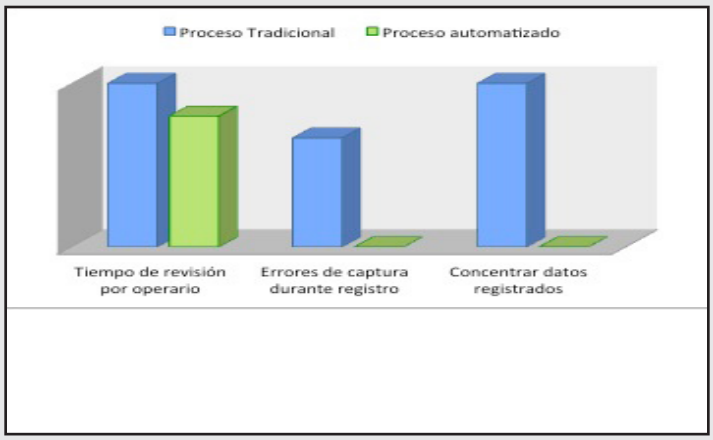


Figura 16. Comparación de actividades, forma tradicional y automatizada.

CONCLUSIONES

Es claro, que la implementación del Sistema de Información mejoró notablemente el proceso de supervisión de calidad; situación observada a través de la optimización de tiempos de revisión, seguimiento de operarios, notificación oportuna de errores y validez de los datos capturados. Además, es importante destacar

que como resultado de la información generada por el Sistema de Información se pudo establecer un seguimiento puntual de los defectos identificados durante el proceso de revisión.

Así mismo, a través del módulo de notificaciones se identificaron las operaciones con mayor porcentaje de errores durante la confección de pantalón; información que fue utilizada para diseñar estrategias de mejora continua con miras a elevar la calidad de los productos elaborados. Finalmente afirmamos que de acuerdo a las pruebas realizadas y los resultados obtenidos en este estudio, la solución desarrollada a partir del uso de TIC's resultó ser una propuesta innovadora que mejora significativamente el proceso de supervisión de calidad en la empresa Confecciones de Teziutlán.

BIBLIOGRAFÍA

[1] INEGI (2011). Estadísticas a proposito de la Industria del Vestido. http://internet.contenidos.inegi.org.mx/

[2] Nájera, O. (2015). Modelo de competitividad para la industria textil y del vestido en México. Universidad & Empresa, 17(28), 37-68.

[3] Navarrete, C.R. (2002). Análisis de impacto del Business Intelligence: Expectativas yRealidades. Consultado el 2 de octubre de 2018. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. De la página electrónica: http://hdl.handle.net/11285/568332.

[4] Castellanos, D., Jiménez, H., y Domínguez, M., (2009). Competencias tecnológicas: bases conceptuales para el desarrollo tecnológico en Colombia. Ingeniería e Investigación, Vol 29, No.1.

[5] Porter, M. E. (2007). La ventaja competitiva de las naciones. Dialnet. Harvard Business Review, Vol. 85, No.11, paginas 69-95.

[6] Melo, M., Cavalcanti, G., y Goncalves, H. (2007). Inovaciones Tecnológicas en Cadena Productiva Textil: Análisis y Estudio de Caso en la Industria de Brasil. 73-93.

[7] Cubillos, R., y Roso, R. (2009). El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad. Universidad de la Salle (48), 88-99.

[8] Prieto, A., y Martínez, M. (2004). Sistemas de información en las organizaciones: Una alternativa para mejorar la productividad gerencial en las pequeñas y medianas empresas. Revista de Ciencias Sociales,10 (2), 322-337.

[9] Hernández, S., Fernández, C., y Baptista, L. (2014). Metodología de la Investigación. México D.F. 6ª Edición por McGRAW-HILL/ Interamericana Editores, S.A. De C.V.

[10] Fuentes, L., y Vallecillo, A. (2004). Una introducción a los perfiles UML. University of Malaga. 74-112.

[11] Sanchez, E., Suarez, H., & Martínez, J., (2016). Guía Técnica para el Desarrollo de Aplicaciones Web Integradas al SISPRO. http://web.sispro.gov.co/GerFile.ashx

[12] Schneiderman, B. (2006). Diseño de interfaces de usuario: Estrategias para una Interacción Efectiva Persona Computadora. España: Prentice Hall.

Ciencias de la Computación

Ingeniantes

Sistema administrativo de nodos para el soporte técnico y mantenimiento de redes

Colaboración
Isaac Neftali Molina Cepeda; Marlene Luna Garcia; Lilia Margarita Mena Castillo; Rolando Flores Sigala, Instituto Tecnológico Superior de Nuevo Casas Grandes

RESUMEN: En el presente artículo se describe el proceso con el que se desarrolló un sistema administrativo de nodos de red en PHP, HTML5 y CCS3, que tiene la facultad de ubicar a través de la infraestructura telemática de red, todos los nodos que se encuentran disponibles en las diferentes áreas de una empresa, además de conocer su estado actual de operación. Permitiendo almacenar toda la información recopilada, en una base de datos de MySQL, con el propósito de mejorar el tiempo de respuesta y de atención del departamento de Tecnologías de la Información, en caso de que el servicio de Internet y de la red local falle, para evitar que la producción de una empresa se vea comprometida. A diferencia de otras aplicaciones de monitoreo de redes, con las pruebas realizadas con el sistema, este permite al usuario final realizar una clasificación por área para localizar más rápidamente errores y la ubicación exacta del mismo.

PALABRAS CLAVE: FCAPS, infraestructura de red, intranet, mantenimiento de redes, sistema administrativo de nodos, scrum, software.

ABSTRACT:This article describes the process by which an administrative system of network nodes was developed in PHP, HTML5 and CCS3, which has the faculty to locate, through the telematic network infrastructure, all the nodes that are available in the network. The different areas of a company, in addition to knowing its current state of operation. Allowing to store all the information collected, in a MySQL database, in order to improve the response time and attention of the Information Technology department, in case the Internet service and the local network fail, to avoid that the production of a company is compromised. Unlike other network monitoring applications, with the tests performed with the system, this allows the end user to perform a classification by area to locate errors more quickly and the exact location of the same.

KEYWORDS:
FCAPS, network infrastructure, intranet, network maintenance, administrative system of nodes, scrum, software.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las redes cableadas e inalámbricas son una parte fundamental en el funcionamiento y operación de una institución o empresa, que ofrecen una amplia gama de posibilidades al desarrollar aplicaciones y soluciones enfocadas a las nuevas tecnologías de la información y comunicación. [1]

Por lo cual, es importante considerar en el desarrollo del software, una metodología de trabajo que permita controlar de la manera más eficiente el ciclo de vida de un sistema, debido a que las metodologías tradicionales al ser lineales, no permiten desarrollar lo que realmente necesita la empresa, por lo que en base a eso se determinó que la ingeniería de software ágil representaba una alternativa rápida para cierto tipo de proyectos, que requieren poco tiempo para su elaboración y aplicación.

Motivo por el cual se optó por utilizar la metodología de desarrollo ágil scrum en la realización del sistema de administración

de redes para el soporte técnico y mantenimiento de redes, para la empresa de Buenaventura Autopartes S.A de C.V. debido a que la metodología permite realizar revisiones progresivas sobre el trabajo que se ha ido realizando con cada iteración, permitiendo realizar pruebas de rendimiento y sistemas desde el principio. De este modo, defectos críticos como problemas de integración se descubren antes y la calidad general del producto es mayor y el equipo funciona de manera más productiva durante el ciclo de desarrollo. [2].

El objetivo del sistema, es permitir al departamento de Tecnologías de la Información, el identificar a través de la infraestructura telemática de red, todos los nodos de los dispositivos que están interconectada a ella, para poder ubicar y conocer el estado operacional del nodo.

Planteamiento del problema

Durante una práctica profesional de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales que se realizó en el semestre julio - diciembre 2016, en la empresa de Buenaventura Autopartes S.A de C.V., se detectaron varias áreas de oportunidad en las que el Instituto Tecnológico Superior de Nuevo Casas Grandes, podría colaborar directamente con el supervisor y coordinador del departamento de tecnologías de la información de la empresa anteriormente mencionada. Donde en su momento se notificó por parte del supervisor del departamento de TI, que no se contaba con algún tipo de sistema que les ayudara a desempeñar correctamente sus funciones de una manera más eficiente, esto debido a que la mayoría de las veces, cuando las áreas se comunicaban con el departamento, únicamente les reportaban que no tenían conexión a internet o que ya no podían comunicarse en red con el servidor y otras computadoras de la empresa para transferir archivos, algo que afectaba en la mayoría de las veces las líneas de producción. Donde se pudo identificar que el principal problema, era que el departamento de TI, al no contar con un manual de red y con los constantes cambios que sufrían las áreas en su organización de mobiliario y equipo, no sabían específicamente que dispositivo de red, es el que causaba la falla principal.

Provocando que se tuviera que revisar cada dispositivo, cableado y conectores hasta dar la raíz de problema, algo que en la mayoría de los casos consumía de una o dos horas de tiempo.

En base a esa necesidad que se pudo identificar, se optó por utilizar la metodología scrum, con el fin de aplicar el desarrollo ágil de software, que es mucho más viable para desarrollar en poco tiempo un sistema que permitiera identificar los nodos de red de toda la empresa.

MATERIAL Y MÉTODOS

El sistema fue desarrollado con el lenguaje de programación PHP, utilizando como gestor de bases de datos MySQL, que son software libre. Además de implementar HTML5, CSS3 y JavaScript para el diseño y para mejorar la funcionalidad. Este sistema se enfocó en la empresa Buenaventura Autopartes S.A. de C.V. dentro del departamento de sistemas de tecnologías de la información, con el propósito de realizar pruebas del sistema, se seleccionaron 6 áreas de la empresa: producción, oficinas de producción, caseta, capacitación, obeya y pasillos durante el semestre agosto – diciembre 2016, además de la participación del encargado de área de sistemas y personal administrativo, los cuales son parte esencial del funcionamiento de la empresa.

Para desarrollar el sistema se manejó el método de desarrollo ágil de software Scrum, el cual se utiliza para minimizar los riesgos que se puedan presentar en el desarrollo de un proyecto, pero haciéndolo de manera colaborativa. Entre las ventajas que ofrece, es que es flexible y operativo al permitir la introducción de cambios en cada revisión que se realiza, manteniendo la productividad y calidad, al mantener un seguimiento diario de los avances del proyecto, respetando el trabajo del equipo de desarrollo.

Los principios de Scrum son congruentes con el manifiesto ágil y se utilizan para guiar actividades de desarrollo dentro de un proceso de análisis que incorpora las siguientes actividades estructurales: requerimientos, análisis, diseño, evolución y entrega. Dentro de cada actividad estructural, las tareas del trabajo ocurren con un patrón del proceso llamado sprint. El trabajo realizado dentro de un sprint se adapta al problema en cuestión y se define –y con frecuencia se modifica- en tiempo real por parte del equipo Scrum. [1]

En la figura 1, se muestra el flujo de trabajo que sigue este método.

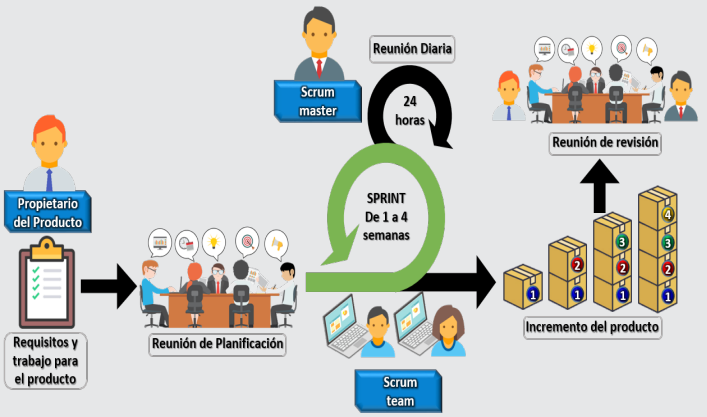


Figura 1. Método de Desarrollo Ágil Scrum.

Desarrollo del Proyecto con Scrum

1. Requerimientos.

Dentro del departamento de sistemas de tecnologías de la información, se desarrolló una bitácora de las actividades que se llevaban a cabo por parte de los empleados, para dar atención y soporte técnico a las diferentes áreas de la empresa. Con el propósito de poder identificar las necesidades del área y detectar el problema a resolver. En esta etapa se tuvieron que desarrollar encuestas a los empleados de las diferentes áreas de la empresa, para conocer a fondo su opinión sobre el servicio, la forma y la rapidez de atención que les era proporcionado por parte del personal del departamento de sistemas de TI. Después de analizar las respuestas de los empleados, se tuvieron que realizar varias entrevistas al supervisor y coordinador del departamento de TI, para poder comprender algunas de las problemáticas que se presentaban comúnmente, al acudir a las áreas de la empresa, para resolver algún problema con la infraestructura de la red telemática. También fue necesario implementar el trabajo de campo, para poder observar a los empleados del departamento de sistemas de TI, para conocer el proceso que seguían para atender y brindar soporte a los empleados de la empresa.

2. Análisis.

En base a lo que se pudo percibir y detectar en la etapa anterior, se pudo determinar exitosamente la problemática del departamento y el impacto que se generaba en las otras áreas de la empresa. Además, se tuvo que realizar también un análisis de factibilidad técnico, operacional y económico, para ver la viabilidad del proyecto. Lo que permitió desarrollar una propuesta de solución basada en software, aprovechando la infraestructura telemática actual de la empresa, para poner en marcha dentro del proyecto, el desarrollo de un sistema. Para lo cual se determinaron las actividades a desarrollar con la propuesta que se recomendó al departamento de sistemas de TI, y se diseñaron los diagramas de caso de uso necesarios.

3. Diseño.

En esta etapa del proyecto, se consideró viable desarrollar 3 subsistemas que se describen a continuación:

A. Subsistema de Interfaz Web.

El propósito de este subsistema es permitirles a los usuarios autorizados del área de Tecnologías de la Información, que puedan acceder a un servidor web por medio de la red interna (Intranet) a través de cualquier dispositivo que cuente con un navegador de última generación.

Para ello, se realizaron pruebas en parte de la red cableada de la empresa Buenaventura Autopartes S.A de C.V., para para identificar los diferentes nodos de red que se encuentren presentes. En la figura 2 se puede apreciar como esta estructura la red de la empresa y parte de los dispositivos intermediarios de la misma.

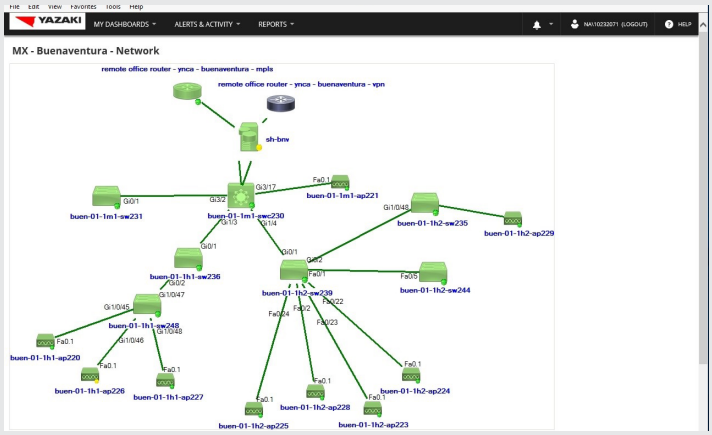


Figura 2. Diagrama de Red de Buenaventura Autopartes S.A. de C.V.

El sistema se desarrolló haciendo uso de los siguientes lenguajes: PHP, HTML5, CSS3 y Javascript. Dando flexibilidad para hacer mejoras constantes y adecuar la aplicación en los roles de usuario en base al diagrama de casos de uso que se puede apreciar en la figura 3.

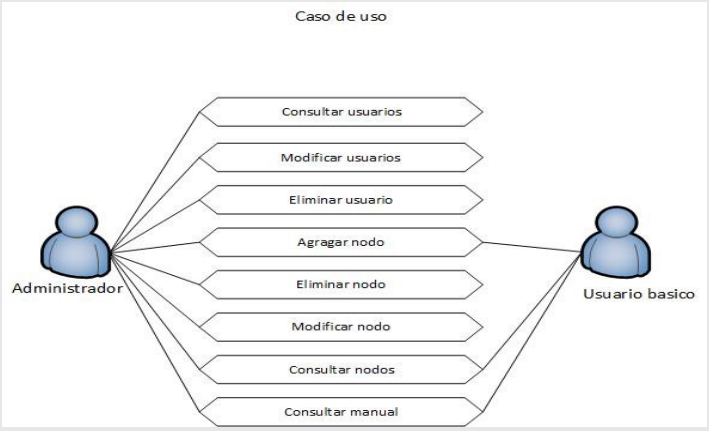


Figura 3. Diagrama de Casos de usos de los roles de usuario.

Posteriormente se tuvo que realizar un inventario físico de todos los nodos existentes de la empresa en cada una de las áreas, debido a que dentro de la empresa no se contaba con un manual de red que proporcionara la información necesaria y precisa. En la figura 4 se puede apreciar cómo están conformadas cada una de las áreas:

Una vez finalizado el inventario físico, se prosiguió con la creación del Esquema de Direccionamiento de los dispositivos intermediarios más importantes de la infraestructura de red y de los que dependen la mayoría de las áreas.

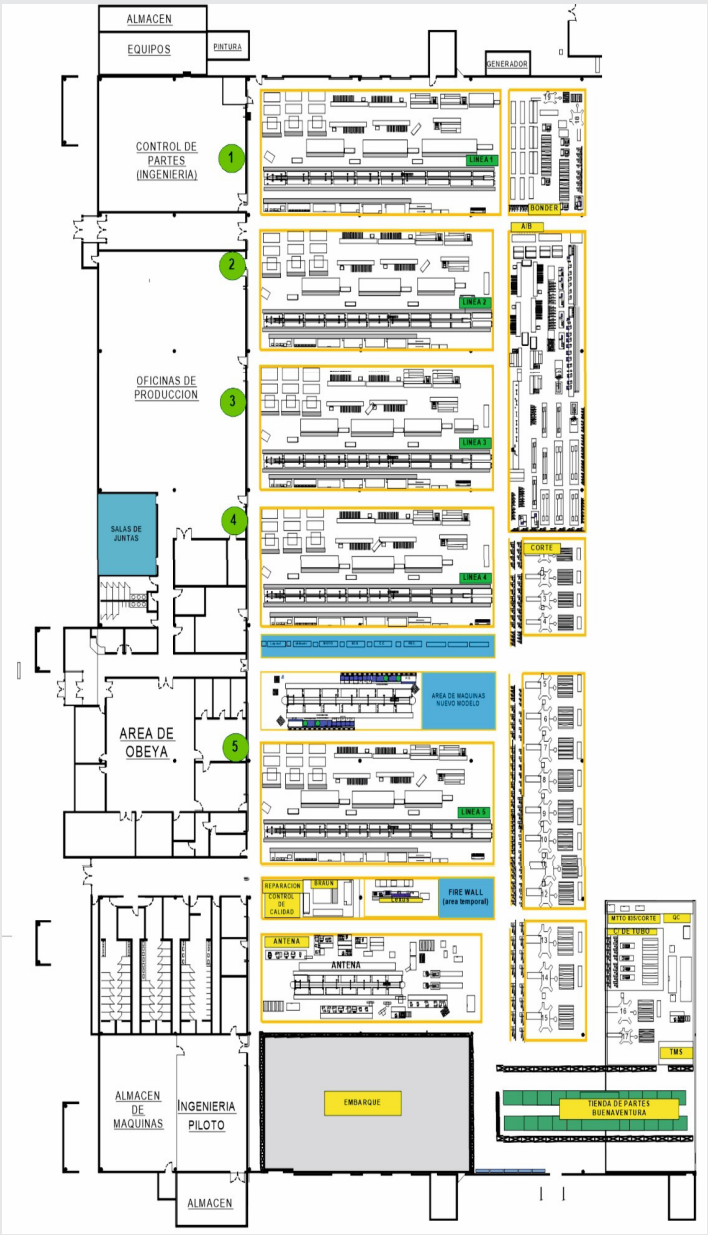


Figura 4. Plano de Planta Buenaventura Autopartes S.A de C.V.

En la Tabla 5, se puede ver el resultado obtenido:

B. Subsistema de base de datos

El objetivo de este subsistema que fue creado con MySQL, es almacenar en una base de datos todos los nodos que se encuentran operativos de los diferentes dispositivos finales e intermediarios. Para facilitar el proceso de localización y clasificación de los nodos que se encuentran disponibles en las diferentes áreas de la empresa.

Otra de las funciones importantes de la base de datos es administrar y controlar las relaciones que existen entre las diferentes tablas que se clasifican de acuerdo al área de procedencia del nodo. En la figura 6, se puede apreciar cómo se estructuro y relaciono la base de datos, para permitir distribuir la información de manera adecuada en base a la implementación y realización de las primeras pruebas.

Tabla 5. Esquema de direccionamiento del MDF, IDF1 e IDF2 de la Planta Buenaventura Autopartes S.A de C.V.

Dispositivo	Etiqueta	Interfaz	Dirección IP
MDF			
Router CISCO 2911k9	Router-ynca		172.31.100.3
Riverbed Steelhead	Sh-bnv	FA0/1	172.16.96.215
Switch Cisco catalyst 4506-E	Buen-01-1m1-swc230	Gi3/2	172.16.96.230
		Gi3/17	
IDF1			
Switch Cisco catalyst 2960-24tc-s	Buen-01-1h1-sw236	Gi0/1	172.16.96.236
		Gi0/2	
Switch Cisco catalyst 29xxStack	Buen-01-1h1-sw248	Gi1/0/47	172.16.96.248
		Gi1/0/45	
		Gi1/0/46	
		Gi1/0/48	
ACCESS POINT Cisco AIR AP 1240	Buen-01-1h1-AP220	FA0/1	172.16.96.220
ACCESS POINT Cisco AIR AP 1240	Buen-01-1h1-AP226	FA0/1	172.16.96.226
ACCESS POINT Cisco AIR AP 1240	Buen-01-1h1-AP227	FA0/1	172.16.96.227
IDF2			
Switch Cisco catalyst 2960-24tc-s	Buen-01-1h1-sw239	Gi0/1	172.16.96.239
		Gi0/2	
		FA0/1	
		FA0/2	
		FA0/22	
		FA0/23	
		FA0/24	
Switch Cisco catalyst 3550-24	Buen-01-1h1-sw244	FA0/5	172.16.96.244
ACCESS POINT Cisco AIR AP 1240	Buen-01-1h1-AP225	FA0/1	172.16.96.225
ACCESS POINT Cisco AIR AP 1240	Buen-01-1h1-AP228	FA0/1	172.16.96.228
ACCESS POINT Cisco AIR AP 1210/1230	Buen-01-1h1-AP223	FA0/1	172.16.96.223
ACCESS POINT Cisco AIR AP 1210/1230	Buen-01-1h1-AP224	FA0/1	172.16.96.224
Switch Cisco catalyst 29xxStack	Buen-01-1h1-sw235	FA0/5	172.16.96.235
ACCESS POINT Cisco AIR AP 1240	Buen-01-1h1-AP229	FA0/1	172.16.96.229

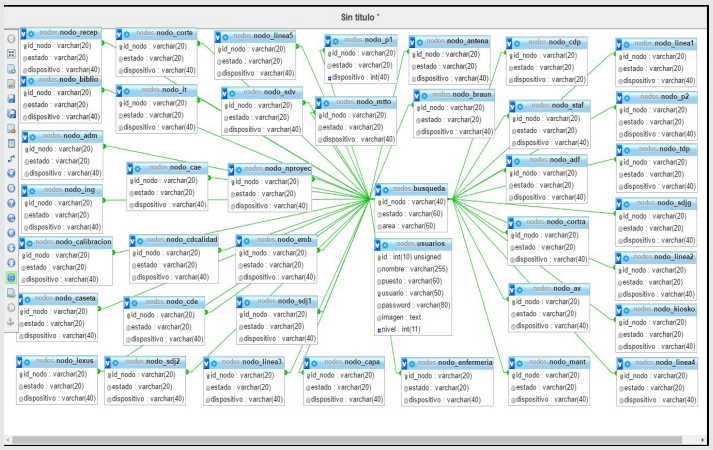


Figura 6. Modelo Entidad-Relación de la Base de Datos del Sistema Administrativo de Nodos de Red para el Soporte Técnico y Mantenimiento de Redes.

Permitiendo realizar búsquedas entre los diferentes nodos que se encuentran disponibles dentro de la empresa, mediante diferentes cuentas de usuario con la asignación de diferentes roles, para aplicar restricciones de búsqueda según el tipo de usuario

(Administrador, Soporte Técnico, Auxiliar, etc.) permitiendo tener un mejor control y seguridad de los datos.

Para poder cumplir con lo anterior, dentro de la base de datos se creó una tabla principal que contiene los datos más importantes de los usuarios que tendrán acceso exclusivo al sistema, estos datos son: id, nombre, puesto, usuario, password, imagen y nivel (permite identificar el rol con el que dispone el usuario)

Los roles asignables son:
Administrador: Se le otorgan permisos para tener control total sobre el sistema para crear, modificar y eliminar cuentas, áreas, nodos, estado de los nodos, disponibilidad de nodos, etc.

Soporte Técnico: Se le asignaron permisos para permitir visualizar los nodos de las diferentes áreas de la empresa, generar reportes, realizar búsquedas avanzadas, reportar estado de los nodos y visualizar el Manual de Red.

Auxiliar: Se le asignaron permisos para realizar búsquedas avanzadas de cualquier nodo de red de las diferentes áreas y para consultar reportes.

Estos permisos pueden variar de acuerdo a las necesidades de la empresa. En el caso de este sistema, se creó una Tabla que permitiera filtrar las búsquedas en base al tipo de nodo, tipo de estado y el área correspondiente. Tal como se puede apreciar en el Modelo entidad-relación mostrado en la figura 6 que se utilizó para realizar las pruebas de aplicación y el diseño de la base de datos para el sistema.

En dicho modelo, podemos observar que hay varias tablas que corresponden a las diferentes áreas de la empresa, en la que se cuenta con un nodo de red, el estado en el que se encuentra y el dispositivo con el que se interconecta, con el fin de detectar rápidamente a través del sistema, donde se origina exactamente una falla y el área que en cuestión puede estar siendo afectada en sus operaciones, ya que el factor tiempo es sumamente importante para el desarrollo de las actividades de la empresa.

C. Subsistema de GUI

Se realizó una interfaz gráfica de usuario, tomando en cuenta las sugerencias del supervisor del departamento de TI, con respecto al maquetado, estructura, colores, tamaño de letra e imágenes.

De forma inicial se contempló una pantalla de inicio de sesión, la cual aplicará un método de autenticación que permitirá el acceso para realizar acciones determinadas basadas en el rol que se le asignó a cada usuario en la base de datos, donde se encuentran definidos los permisos y restricciones para tener ciertas opciones disponibles en el sistema.

El siguiente elemento es la pantalla del menú principal, la cual contendrá las opciones para realizar la búsqueda que será en base a los permisos que se asignaron a un determinado rol en base a cada usuario. Las pantallas de inicio de sesión y del menú principal se pueden observar en la figura 7 y la figura 8, respectivamente, en dichas secciones se analizó y determino como se llevaría a cabo el procesamiento de los datos, así como las interfaces para interactuar en lo relacionado a la etapa del diseño para generar la estructura del sistema y poder desarrollar la interfaz gráfica para permitir la fácil interacción con el usuario.

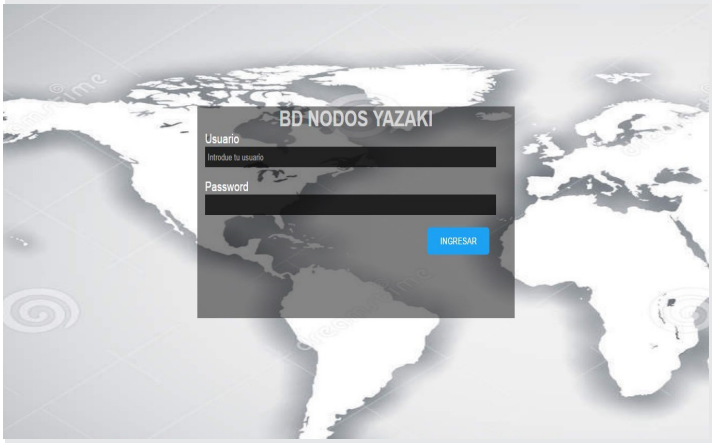


Figura 7. Pantalla de inicio de sesión del Sistema.

Figura 8. Pantalla del Menú Principal del Sistema

De esta forma el usuario, en base a su rol y privilegios, podrá utilizar el sistema para realizar rápidamente la búsqueda de cualquier nodo de red de la empresa, en las diferentes áreas o en caso de que exista una falla podrá tener conocimiento de donde específicamente proviene.

Hay que destacar que, durante el desarrollo de cada subsistema, se estuvieron realizando diversas pruebas, para poder validar y depurar el sistema.

4. Evolución y Entrega.

Una vez finalizado un sprint, se muestra al cliente el resultado del trabajo realizado. Para generar una retroalimentación al respecto y volver al punto 2 hasta terminar el producto. En este caso se tuvieron que realizar 2 sprint y posteriormente se realizó la presentación del sistema al supervisor del departamento de TI, y jefes de las demás áreas de la empresa.

Posteriormente se realizó la capacitación de los empleados del departamento de TI durante el periodo de 1 semana, para verificar que el sistema estuviera funcionando correctamente. Por último, se entregó un Manual de Usuario y un Manual de Red Digital, para consulta.

RESULTADOS

Para probar el funcionamiento del Sistema Administrativo de Nodos de Red para el Soporte Técnico y Mantenimiento de Redes, se implementó una computadora portátil Toshiba Tecra modelo C50 con sistema operativo Windows 10.

Después de haber puesto en funcionamiento el sistema dentro del departamento de TI, y de terminar con el periodo de capacitación del personal técnico, se pudo constatar que efectivamente se mejoró el tiempo de respuesta de atención en un 60%, gracias a que, a través del sistema, el personal técnico, podía identificar rápidamente que nodo de red es el que estaría presentando la falla, además de poder ubicarlo exactamente dentro del área que se vería comprometida.

Para llegar a ese resultado, fue necesario medir el tiempo de respuesta promedio que tardaba un técnico en identificar el nodo de red, ubicarlo y solucionar el problema, durante el periodo octubre – diciembre 2016 cuando aún no se contaba con el sistema y posteriormente repetir el proceso en el periodo enero – marzo 2017, pero esta vez, el personal estaría utilizando el sistema que se desarrolló. tal como se puede apreciar en la figura 9:

Posteriormente, el técnico podrá visualizar un área específica de la empresa, en donde podrá identificar a través de la simbología el mobiliario o equipo con el que cuenta el área. La figura 10 es un ejemplo de cómo se visualiza un área específica de la empresa cuando se ingresa con el rol de soporte técnico.

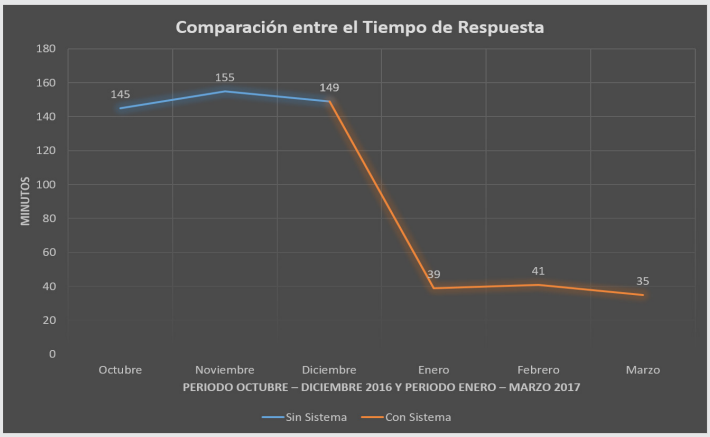


Figura 9. Grafica Lineal donde se muestra la diferencia del tiempo de respuesta de un técnico que utiliza el sistema.

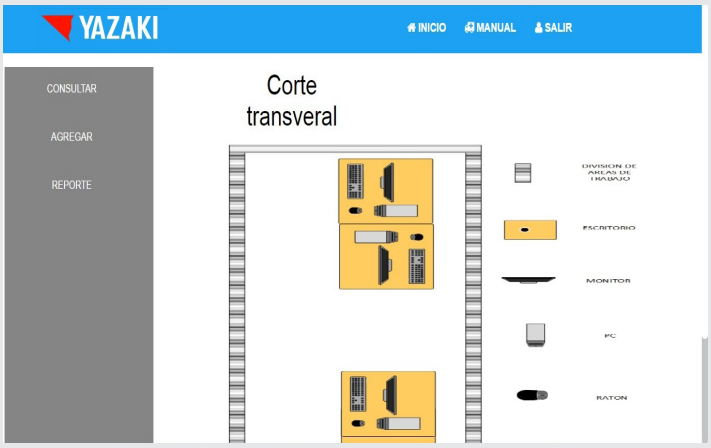


Figura 10. Pantalla del Área de Corte transversal con cuenta de usuario de soporte técnico.

En la figura 11, se puede visualizar la diferencia que existe en lo relacionado a los privilegios de administrador y en la cual se puede agregar, modificar, eliminar un nodo de red o generar un reporte.

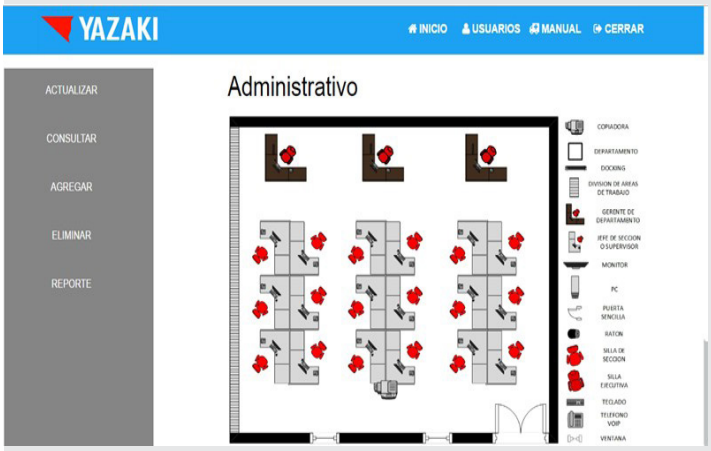


Figura 11. Pantalla del Área Administrativa cuando se utiliza la cuenta de administrador.

Por otro lado, se muestra en la figura 12 como el sistema muestra el resultado de la búsqueda de un

nodo en el área de corte transversal, especificándonos a que dispositivo pertenece y su estado actual de operación.

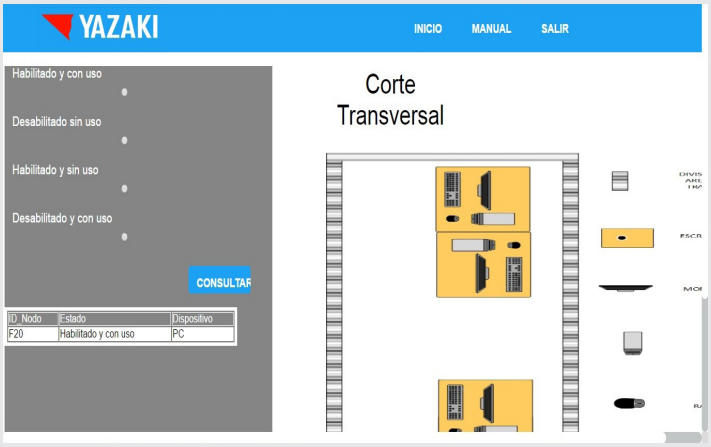


Figura 12. Pantalla del Área de Corte transversal donde se muestra la información del nodo.

Además, se puede observar en la figura 13 como se puede generar un reporte de un área específica para determinar que nodos se encuentran activos y cuáles no.

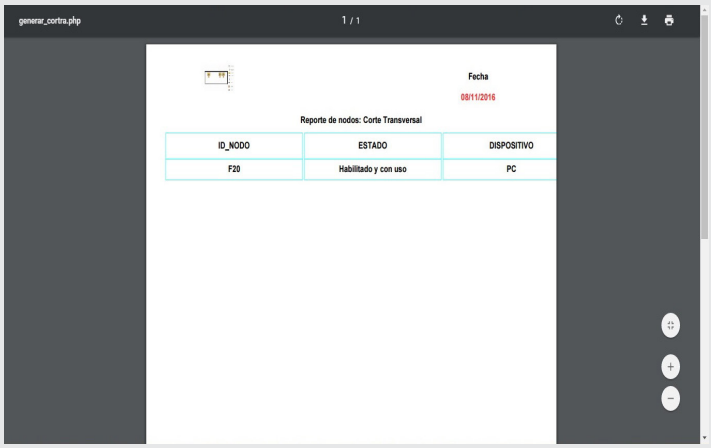


Figura 13. Visualización del Reporte de nodos que se generó del área seleccionada.

Gracias a esto, el área de soporte técnico podrá actuar de manera más eficiente en las diferentes áreas de la empresa, al tener conocimiento de donde se produce la falla exactamente y en qué tipo de dispositivo. Además, de permitir que el sistema se siga alimentando en su base de datos, de nuevas áreas y nodos de red que se requieran implementar e instalar en un futuro.

CONCLUSIONES

En el presente artículo se presentó un sistema administrativo de nodos de red, que permite ubicar rápidamente dentro de una empresa, donde se ubican exactamente los dispositivos finales e intermediarios que forman parte esencial de la red de trabajo y como se encuentra distribuida toda la infraestructura tecnológica.

Como bien sabemos, el factor tiempo es un punto crítico que impacta directamente en las actividades diarias de la planta Buenaventura Autopartes S.A. de C.V. debido a que es una maquiladora donde se fabrican arneses de grandes cantidades por día.

Y que, gracias a la implementación de este sistema, los tiempos de respuesta para ubicar y detectar fallas por parte del personal del área de soporte técnico, mejoraran considerablemente. Además de permitirles tener conocimiento de la red en general y ver áreas de oportunidad en caso de que se creen nuevas áreas.

Algo que podría ser aplicable dentro de otras instituciones o empresas que requieran tiempos de respuesta en soluciones de soporte técnico.

BIBLIOGRAFÍA

[1] S. Tanenbaum, A., & J. Wetherall, D. (2012). Redes de Computadoras (Quinta ed.). México: Pearson Educación.

[2] S. Pressman, R. (2010). Ingeniería del Software un enfoque práctico (Séptima Edición ed.). Méxido D.F.: Mc Graw Hill.

[3] Cobo Ángel, P. G. (2005). PHP y MYSQL Tecnologías para el desarrollo de aplicaciones web. España: Díaz de Santos.

[4] Barcelo Ordinas, J. M., Íñigo Griera, J., Llorente Viejo, S., Marquès i Puig, J. M., Martí Escalé, R., Peig Olivé, E., & Perramon Tornil, X. (2008). Protocolos y aplicaciones Internet. Barcelona: Editorial UOC.

[5] España Boquera, M. C. (2008). Servicios avanzados de telecomunicación. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.

[6] Gauchat, J. D. (2012). El gran libro de HTML5, CSS3 y Java Script. Barcelona: Marcombo, S.A. 2012.

[7] Íñigo Griera, J., Barceló Ordinas, J. M., Cerdà Alabern, L., Peig Olivé, E., Abella i Fuentes, J., & Corral i Torruella, G. (2008). Estructura de redes de computadoras. Barcelona: Editorial UOC.

[8] Kendall, K. E., & Kendall, J. E. (2014). Análisis y diseño de sistemas. Pearson.

[9] LANCKER, L. V. (2013). HTML y CSS3 Domine los estándares de las aplicaciones web. Barcelona: 2 edicion.

[10] Lancker, L. V. (2014). jQuery El framework JavaScript de la Web 2.0. Cornellá de Llobregat (Barcelona): Ediciones ENI.

[11] López Quijado, J. (2007). DOMINE PHP y MySQL Programación dinámica en el lado del servidor. Alfaomega grupo editorial S.A. de C.V.

[12] McClure, S., Scambray, J., & Kurts, G. (2003). Hackers 4: secretos y soluciones para la seguridad de la red. España: McGrau-Hill.

[13] Romero Ternero, M. D., Barbancho Concejero, J., Benjumera Mondéjar, J., Rivera Romero, O., Ropero Rodríguez, J., Sánchez Antón, G., & Sivianes Castillo, F. (2014). Redes Locales. Madrid: Ediciones Paranindo, S.A.

[14] Silbershatz, A., Kortn, H. F., & Sudarshan, S. (2006). Fundamentos de bases de datos. McGraw-Hill.

[15] Solís, I. E. (2015). Programacion web con CSS, JavaScript, PHP y AJAX.

[16] Spona, H. (2010). Programación de Base de Datos con MySQL y PHP. Marcombo.

Ingeniantes

Ingeniantes

Revista de Investigación . Instituto Tecnológico Superior de Misantla