ISBN: 978-607-8617-14-2

Aplicaciones y Desarrollos Tecnológicos

Coordinadores

Gisela Janeth Espinosa Martínez
Julio Cesar Flores Contreras
José Alberto Velázquez Pérez
Araceli Moreno González

RED IBAI

RED IBEROAMERICANA
DE ACADEMIAS DE
INVESTIGACIÓN

APLICACIONES Y DESARROLLOS TECNOLÓGICOS

GISELA JANETH ESPINOSA MARTÍNEZ
JULIO CESAR FLORES CONTRERAS
JOSÉ ALBERTO VELÁZQUEZ PÉREZ
ARACELI MORENO GONZÁLEZ
COORDINADORES

2019

APLICACIONES Y DESARROLLOS TECNOLÓGICOS

COORDINADORES

GISELA JANETH ESPINOSA MARTÍNEZ
JULIO CESAR FLORES CONTRERAS
JOSÉ ALBERTO VELÁZQUEZ PÉREZ
ARACELI MORENO GONZÁLEZ

AUTORES

JESÚS APARICIO BOCARANDO, ISIDRO AMARO RODRÍGUEZ, FUED ALEJANDRO MAJUL RAMÍREZ, AURORA GURROLA RODRÍGUEZ, MARIO AURELIO CUSSIN DELGADO, BRAULIO BAUTISTA LÓPEZ, MARIELA LIZETH MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, MARIANA HERNÁNDEZ DE LA CRUZ, ESTEFANÍA MARTÍNEZ GONZÁLEZ, JOSÉ ANDRÉS DE JESÚS MARTÍNEZ, FRANCISCO JESÚS URBINA MORALES, GISELA JANETH ESPINOSA MARTÍNEZ, SAMUEL GARRIDO ROLDÁN, VERÓNICA VELÁZQUEZ ROMERO, JULIO CESAR FLORES CONTRERAS, LOT ROJAS MORA, MAGDALENA HERNÁNDEZ CORTEZ, LIZBETH HERNÁNDEZ OLÁN, MIGUEL ÁNGEL SÁNCHEZ MARTÍNEZ, RODRIGO RODRÍGUEZ FRANCO, JOSÉ ALBERTO VELÁZQUEZ PÉREZ, ULISES GABRIEL GARCÍA, JORGE LUIS ARENAS DEL ÁNGEL, JUAN JOSÉ MARÍN HERNÁNDEZ, JORGE ARTURO DEL ÁNGEL RAMOS, PEDRO DIARIO BARRADAS DOMÍNGUEZ, ADRIANA ARRIOS SALVADOR, JOSAFAT GONZALEZ FLORES, ANA ROSA MATÍAS MENDOZA, JOSÉ ADRIÁN ROMERO PEÑA, MILAGROS CANO FLORES, MIRIAM MERINO RAMÍREZ, JORGE GUZMÁN HERRERA, FÉLIX MURRIETA DOMÍNGUEZ, ALBERTO CEBALLOS, ERICK DAVID MARTÍNEZ RODRÍGUEZ, ARACELI MORENO GONZÁLEZ, PALOMA TERESITA GUTIÉRREZ ROSAS, JOSÉ ANTONIO VÁZQUEZ LÓPEZ, JESÚS ISLAY TZUC KAUIL, LUIS GERARDO CHABLÉ AKÉ, PEDRO PABLO CHÉ TUYUB, ANIBAL GAUDENCIO LÓPEZ CABRERA, LILIANA FUENTES ROSAS, HILARY AZLIC FLORES ZARATE, GERARDO GRIJALVA AVILA, JOSÉ LUIS RODRIGUEZ ALVAREZ, JULIO CESAR GRIJALVA AVILA, VICTOR ALFONSO BAUTISTA RUIZ, YAEL JORGE GARCÍA ABARCA, RUBÉN HURTADO GÓMEZ, FRANCISCO GERARDO PONCE DEL ÁNGEL, JESÚS GUILLERMO RIVERA ZUMAYA, CESAR DAVID RIVERA TOSCANO, ILSE ALEJANDRA ESTÉVEZ GUTIÉRREZ, SINUHÉ DE JESÚS ABURTO SANTOS, ALICIA ZÚÑIGA SÁNCHEZ, EDIGAR BENÍTEZ BARRÓN, RAFAEL ARCOS MORALES, RAÚL LÓPEZ LEAL, ISRAEL ROBLES HERNÁNDEZ, VICTOR ALFREDO GÓMEZ, GUSTAVO ZAMORANO GRANDA, SYDNEY RENE TOLEDO MARTÍNEZ, MAYRA FIGUEROA PRIETO, ISRAEL VIVEROS TORRES, , ANDRÉS CASTELLANOS GALLARDO, MANUEL PRISCILIANO RALERO DE LA MORA, MARÍA ANGÉLICA CERDÁN, , RICARDO HERNÁNDEZ ROMERO

EDITOR LITERARIO Y DE DISEÑO:
MTRO. DANIEL ARMANDO OLIVERA GÓMEZ

EDITORIAL

©RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C. 2019

RED IBAI

RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN

EDITA: RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C
DUBLÍN 34, FRACCIONAMIENTO MONTE MAGNO
C.P. 91190. XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO.
TEL (228)6880202
PONCIANO ARRIAGA 15, DESPACHO 101.
COLONIA TABACALERA
DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC
C.P. 06030. MÉXICO, D.F. TEL. (55) 55660965
www.redibai.org
redibai@redibai.org

Derechos Reservados © Prohibida la reproducción total o parcial de este libro en cualquier forma o medio sin permiso escrito de la editorial. Impreso en México.

Fecha de aparición 11/01/2019.

ISBN: 978-607-8617-14-2

9 786078 617142

Sello editorial: Red Iberoamericana de Academias de Investigación, A.C. (607-8617)
Primera Edición
Ciudad de edición: Xalapa, Veracruz, México.
No. de ejemplares:200
Presentación en medio electrónico digital: Cd-Rom formato pdf 19.5 MB
ISBN 978-607-8617-14-2

APLICACIONES Y DESARROLLOS TECNOLÓGICOS

ARBITRAJE

PLANIFICACIÓN Y SUSTENTABILIDAD DE LAS ORGANIZACIONES

ITDUR-CA-10

IVÁN GONZÁLEZ LAZALDE
GERARDO ALFREDO PÉREZ CANALES
MARÍA QUETZALCIHUATL GALVÁN ISMAEL

PRODUCTIVIDAD Y MEJORA CONTINUA

ITSTB-CA-4

MARÍA DEL SOCORRO FLORES SERRANO
LUCILA GUADALUPE TOBÓN GALICIA
LETICIA VÁZQUEZ TZITZIHUA
ANÍBAL GAUDENCIO LÓPEZ CABRERA
LILIANA FUENTES ROSAS

COORDINADORES

GISELA JANETH ESPINOSA MARTÍNEZ
JULIO CESAR FLORES CONTRERAS
JOSÉ ALBERTO VELÁZQUEZ PÉREZ
ARACELI MORENO GONZÁLEZ

AUTORES

JESÚS APARICIO BOCARANDO, ISIDRO AMARO RODRÍGUEZ, FUED ALEJANDRO MAJUL RAMÍREZ, AURORA GURROLA RODRÍGUEZ, MARIO AURELIO CUSSIN DELGADO, BRAULIO BAUTISTA LÓPEZ, MARIELA LIZETH MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, MARIANA HERNÁNDEZ DE LA CRUZ, ESTEFANÍA MARTÍNEZ GONZÁLEZ, JOSÉ ANDRÉS DE JESÚS MARTÍNEZ, FRANCISCO JESÚS URBINA MORALES, GISELA JANETH ESPINOSA MARTÍNEZ, SAMUEL GARRIDO ROLDÁN, VERÓNICA VELÁZQUEZ ROMERO, JULIO CESAR FLORES CONTRERAS, LOT ROJAS MORA, MAGDALENA HERNÁNDEZ CORTEZ, LIZBETH HERNÁNDEZ OLÁN, MIGUEL ÁNGEL SÁNCHEZ MARTÍNEZ, RODRIGO RODRÍGUEZ FRANCO, JOSÉ ALBERTO VELÁZQUEZ PÉREZ, ULISES GABRIEL GARCÍA, JORGE LUIS ARENAS DEL ÁNGEL, JUAN JOSÉ MARÍN HERNÁNDEZ, JORGE ARTURO DEL ÁNGEL RAMOS, PEDRO DIARIO BARRADAS DOMÍNGUEZ, ADRIANA ARRIOS SALVADOR, JOSAFAT GONZALEZ FLORES, ANA ROSA MATÍAS MENDOZA, JOSÉ ADRIÁN ROMERO PEÑA, MILAGROS CANO FLORES, MIRIAM MERINO RAMÍREZ, JORGE GUZMÁN HERRERA, FÉLIX MURRIETA DOMÍNGUEZ, ALBERTO CEBALLOS, ERICK DAVID MARTÍNEZ RODRÍGUEZ, ARACELI MORENO GONZÁLEZ, PALOMA TERESITA GUTIÉRREZ ROSAS, JOSÉ ANTONIO VÁZQUEZ LÓPEZ, JESÚS ISLAY TZUC KAUIL, LUIS GERARDO CHABLÉ AKÉ, PEDRO PABLO CHÉ TUYUB, ANIBAL GAUDENCIO LÓPEZ CABRERA, LILIANA FUENTES ROSAS, HILARY AZLIC FLORES ZARATE, GERARDO GRIJALVA AVILA, JOSÉ LUIS RODRIGUEZ ALVAREZ, JULIO CESAR GRIJALVA AVILA, VICTOR ALFONSO BAUTISTA RUIZ, YAEL JORGE GARCÍA ABARCA, RUBÉN HURTADO GÓMEZ, FRANCISCO GERARDO PONCE DEL ÁNGEL, JESÚS GUILLERMO RIVERA ZUMAYA, CESAR DAVID RIVERA TOSCANO, ILSE ALEJANDRA ESTÉVEZ GUTIÉRREZ, SINUHÉ DE JESÚS ABURTO SANTOS, ALICIA ZÚÑIGA SÁNCHEZ, EDIGAR BENÍTEZ BARRÓN, RAFAEL ARCOS MORALES, RAÚL LÓPEZ LEAL, ISRAEL ROBLES HERNÁNDEZ, VICTOR ALFREDO GÓMEZ, GUSTAVO ZAMORANO GRANDA, SYDNEY RENE TOLEDO MARTÍNEZ, MAYRA FIGUEROA PRIETO, ISRAEL VIVEROS TORRES, , ANDRÉS CASTELLANOS GALLARDO, MANUEL PRISCILIANO RALERO DE LA MORA, MARÍA ANGÉLICA CERDÁN, , RICARDO HERNÁNDEZ ROMERO

INDICE

USO DEL EXPEDIENTE CLÍNICO ELECTRÓNICO EN EL SECTOR DE SALUD PÚBLICA EN MÉXICO
JESÚS APARICIO BOCARANDO
4

GESTIÓN INTEGRADA EN RIESGOS EN EL PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN EN EL SECTOR EDUCATIVO
ISIDRO AMARO RODRÍGUEZ, FUED ALEJANDRO MAJUL RAMÍREZ, AURORA GURROLA RODRÍGUEZ, MARIO AURELIO CUSSIN DELGADO
21

VISOR SQL: SOFTWARE INTERACTIVO PARA EL MANEJO DE DIFERENTES SISTEMAS DE GESTORES DE BASES DE DATOS
BRAULIO BAUTISTA LÓPEZ, MARIELA LIZETH MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, MARIANA HERNÁNDEZ DE LA CRUZ
29

DISEÑO DE SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN
ESTEFANÍA MARTÍNEZ GONZÁLEZ, JOSÉ ANDRÉS DE JESÚS MARTÍNEZ, FRANCISCO JESÚS URBINA MORALES
41

COMPONENTES DEL SECTOR PIROTÉCNICO: UN CAMINO HACIA LA INNOVACIÓN
GISELA JANETH ESPINOSA MARTÍNEZ, SAMUEL GARRIDO ROLDÁN, VERÓNICA VELÁZQUEZ ROMERO
51

DETERMINACIÓN DE RIESGOS MEDIANTE UNA MATRIZ VIRTUAL PARA LA MEJORA DEL DESEMPEÑO
JULIO CESAR FLORES CONTRERAS, LOT ROJAS MORA, MAGDALENA HERNÁNDEZ CORTEZ
65

FERTILIDAD FEMENINA Y TECNOLOGÍA MÓVIL
LIZBETH HERNÁNDEZ OLÁN, MIGUEL ÁNGEL SÁNCHEZ MARTÍNEZ, RODRIGO RODRÍGUEZ FRANCO
84

MÉTODOS DE CÁLCULO DE ENGRANAJES PLÁSTICOS DE DIENTES RECTOS SIMÉTRICOS Y ASIMÉTRICOS
JOSÉ ALBERTO VELÁZQUEZ PÉREZ, ULISES GABRIEL GARCÍA, JORGE LUIS. ARENAS DEL ÁNGEL, JUAN JOSÉ MARÍN HERNÁNDEZ, JORGE ARTURO DEL ÁNGEL RAMOS, PEDRO DIARIO BARRADAS DOMÍNGUEZ
101

REALIDAD AUMENTADA EN LA INDUSTRIA
ADRIANA BARRIOS SALVADOR, JOSAFAT GONZALEZ FLORES, ANA ROSA MATÍAS MENDOZA
114

SOFTWARE COMO HERRAMIENTA DE TRABAJO PARA SIMPLIFICAR ACTIVIDADES
JOSÉ ADRIÁN ROMERO PEÑA, MILAGROS CANO FLORES, MIRIAM MERINO RAMÍREZ
125

INDICE

ESTUDIO ANTROPOMÉTRICO PARA EL DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE CABINA ERGONÓMICA DENTRO DE UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
JORGE GUZMÁN HERRERA, FÉLIX MURRIETA DOMÍNGUEZ, ALBERTO CEBALLOS, ERICK DAVID MARTÍNEZ RODRÍGUEZ
133

DESARROLLO Y VALIDACIÓN POR EXPERTOS DE UN SISTEMA DE VISIÓN PARA LA EVALUACIÓN DEL COLOR.
ARACELI MORENO GONZÁLEZ, PALOMA TERESITA GUTIÉRREZ ROSAS, JOSÉ ANTONIO VÁZQUEZ LÓPEZ
145

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS DESECHOS DE PLÁSTICOS PET EN CIUDAD DE FELIPE CARRILLO PUERTO
JESÚS ISLAY TZUC KAUIL, LUIS GERARDO CHABLÉ AKÉ, PEDRO PABLO CHÉ TUYUB
158

CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN DEL ESTACIONAMIENTO DE UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL SUPERIOR UTILIZANDO SIMIO®
ANIBAL GAUDENICO LÓPEZ CABRERA, LILIANA FUENTES ROSAS, HILARY AZLIC FLORES ZARATE
175

DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTRUSIÓN DE ALIMENTOS COMO VENTAJA COMPARATIVA DE LAS PYMES ALIMENTARIAS DEL ESTADO DE DURANGO
GERARDO GRIJALVA AVILA, JOSÉ LUIS RODRIGUEZ ALVAREZ, JULIO CESAR GRIJALVA AVILA
186

IMPLEMENTACIÓN DE MATERIAL EN LA FABRICACIÓN DE FIGURAS ESTACIONALES EN LA EMPRESA "HERRERÍA BAUTISTA Y ADORNOS NAVIDEÑOS" PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN Y LAS VENTAS.
VÍCTOR ALFONSO BAUTISTA RUIZ, YAEL JORGE GARCÍA ABARCA, RUBÉN HURTADO GÓMEZ
202

ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD (R&R) POR VARIABLES PARA MEDIR LA VARIACION ENTRE OPERADORES, PARTES Y EQUIPO DE MEDICION
FRANCISCO GERARDO PONCE DEL ÁNGEL, JESÚS GUILLERMO RIVERA ZUMAYA, CESAR DAVID RIVERA TOSCANO
214

OPTIMIZACIÓN Y MEJORA DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN UNA PYME DE LA REGIÓN, APLICANDO METODOLOGÍAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ILSE ALEJANDRA ESTÉVEZ GUTIÉRREZ, FRANCISCO GERARDO PONCE DEL ÁNGEL, JESÚS GUILLERMO RIVERA ZUMAYA
229

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PROCESO DE MANUFACTURA DE PIEZAS MEDIANTE LA FUNDICIÓN DE MATERIALES
SINUHÉ DE JESÚS ABURTO SANTOS, ALICIA ZÚÑIGA SÁNCHEZ, EDIGAR BENÍTEZ BARRÓN
244

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO RANURADOR DE PAREDES PARA INSTALACIONES OCULTAS, EN CASAS-HABITACIÓN
RAFAEL ARCOS MORALES, PEDRO DARÍO BARRADAS DOMÍNGUEZ, RAÚL LÓPEZ LEAL
259

EMPLEO DE LA METODOLOGÍA TRIZ PARA EL DISEÑO DE MÁQUINA PORTÁTIL EN MOLER MATERIAL PLÁSTICO
ISRAEL ROBLES HERNÁNDEZ, VICTOR GÓMEZ, GUSTAVOZAMORANO GRANDA
270

ALGORITMOS DE SELECCIÓN DE ATRIBUTOS APLICADOS A UN ALMACEN DE DATOS COMERCIAL
SYDNEY RENE TOLEDO MARTÍNEZ, MAYRA FIGUEROA PRIETO, ISRAEL VIVEROS TORRES, GUSTAVO ZAMORANO GRANDA
279

SISTEMA INTEGRADOR DE CONTROL INDUSTRIAL EN EMPRESA PROCESADORA DE CACAO
ANDRÉS CASTELLANOS GALLARDO, MANUEL PRISCILIANO RALERO DE LA MORA, MARÍA ANGÉLICA CERDÁN, MIGUEL ÁNGEL SÁNCHEZ MARTÍNEZ, RODRIGO RODRÍGUEZ FRANCO, RICARDO HERNÁNDEZ ROMERO
295

USO DEL EXPEDIENTE CLÍNICO ELECTRÓNICO EN EL SECTOR DE SALUD PÚBLICA EN MÉXICO

JESÚS APARICIO BOCARANDO[1]

RESUMEN

El desarrollo y la innovación tecnológica han impactado en los diferentes ámbitos de la sociedad, además, han sido de los principales pilares en el crecimiento económico de los países más desarrollados del mundo. Una de las áreas que mayor beneficio ha obtenido en las últimas décadas, es la de salud con innovaciones como el uso de la robótica o de la inteligencia artificial. La tecnología también juega un papel muy importante, en la búsqueda permanente de mejorar la atención de los pacientes. En este documento se comenta la situación prevaleciente en México acerca del Expediente Clínico Electrónico (ECE) como una alternativa para mejorar los servicios de salud del sector público. Se inicia con algunos antecedentes del gasto en salud a nivel internacional y nacional; para posteriormente abordar el tema central del documento referido al concepto de ECE como el "medio electrónico que consta de documentos de texto, gráficos, imagenológicos, electrónicos, magnéticos, ópticos y de cualquier otra índole, instalado dentro de algún establecimiento proveedor de servicios de salud" (Sánchez M, 2014), y presentar finalmente, información acerca de los avances que en esta materia se han dado en el sector salud en México.

Palabras Clave: Expediente Clínico Electrónico, Sector Salud, Sistema de Información.

ABSTRACT

The development and the technological innovation have impacted in the different society habits, besides, have been the principal pillars in the economic growth of the more developed countries in the world. One of the areas that more benefit has been in the last decades, is the health area with innovations like using of robotics and artificial intelligence. The technology plays a very important role too, in the permanent search to get better attentions of patients. In this paper it is comments about the actual situation in

[1] Universidad Veracruzana/ Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas. jesus062393@hotmail.com

Mexico concerning of the Electronic Clinical Expedient (ECE) like an alternative to improve the health services in the public sector. It begins with some backgrounds of health expense on international and national level: for later approach the principal subject of the paper to refer at ECE as “Electronic object that contains documents, graphics, clinic images, electronics, optics and all of other nature, installed in some establishment supplier of health services” (Sánchez M, 2014), and finally approach information about the advances on health sector in Mexico.

Key words: Electronic Clinical Expedient, Health sector, Information system.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo y la innovación tecnológica han impactado con su creciente evolución en los diferentes ámbitos de la sociedad, además, es innegable su participación como uno de los pilares del crecimiento económico de los países más desarrollados del mundo, impactando también de diversas maneras casi siempre positivas, en el estilo de vida de las personas.

No cabe duda que una de las áreas que mayor beneficio ha obtenido debido al desarrollo tecnológico en las últimas décadas, es el área de salud. En los diferentes países alrededor del mundo como por ejemplo Japón, existen programas piloto en ejecución con Robots (Nevera autónoma) desarrollados en conjunto por la Universidad de Nagoya y Toyota (TSUKIDATE, 2018). La tecnología, también juega un papel muy importante en la mejora de la atención de los pacientes en el área de salud por lo que en este artículo se hace mención al uso de las Tecnologías de la Información en el sector de salud pública en México, orientando el interés al Expediente Clínico Electrónico (ECE) como una alternativa para mejorar los servicios de salud de dicho sector.

Se inicia comentando aspectos del gasto en salud a nivel internacional y nacional; para posteriormente abordar el tema central del trabajo, referido al concepto de ECE y presentar finalmente, información acerca de los avances que en esta materia se han dado en el sector salud en México.

SISTEMA NACIONAL DE SALUD

Para abordar el tema del sistema de salud en México, se decidió responder algunos cuestionamientos que permitieran clarificar de manera resumida algunos de los elementos de mayor relevancia de manera general y de la situación de los sistemas de información en particular.

1. ¿Cómo se conforma el Sistema de Salud en México?

El sistema de salud en México se divide en dos sectores, privado y público. En el sector público se encuentran las instituciones de seguridad social como: el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS); Petróleos Mexicanos (PEMEX); la Secretaría de la Defensa (SEDENA); la Secretaría de la Marina (SEMAR) y otros, además, se encuentran instituciones y programas que atienden a la población sin seguridad social como la Secretaria de Salud (SSA) y el Programa Seguro Popular de Salud (SPS) (Gómez-Dantés O, 2011).

2. ¿Qué órgano dirige y regula el área tecnológica en materia de Salud?

En México, el Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC), el cual es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Salud que se encarga de satisfacer las necesidades de gestión y evaluación de Tecnologías para la Salud, mediante asesoría, esfuerzos sectoriales y la generación, integración y divulgación de información, con el fin de sustentar la toma de decisiones en los servicios de salud (Secretaría de Salud, 2018).

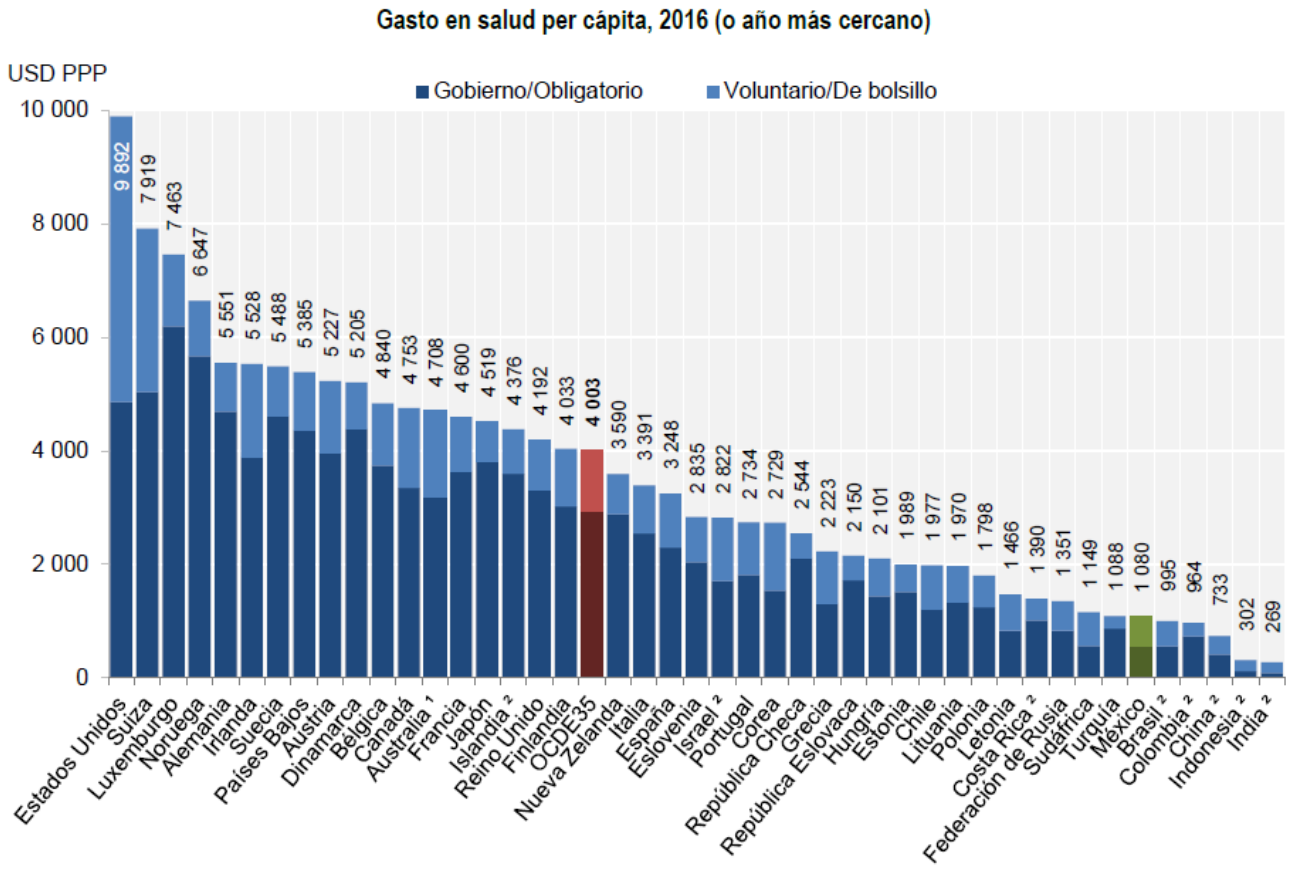
3. ¿Cuál es la situación del gasto en salud en México?

De acuerdo a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el 41% del gasto que se realiza en los servicios de salud en México provienen del dinero de las propias personas y el resto es gasto gubernamental, lo que se traduce en el segundo país de la OCDE con más gasto de bolsillo de las personas como se muestra en la siguiente Figura 1.

Por lo que el bajo gasto gubernamental con relación al gasto proveniente de los ciudadanos en Salud Pública a diferencia de otros países, podría considerarse una de las causas de las actuales deficiencias en el sector Salud del país, abarcando desde la atención de calidad, hasta la infraestructura, sin dejar de lado la falta de personal

(enfermeros, doctores por cada cierto número de habitantes) para atender a todos los pacientes en las distintas regiones del país (OCDE, 2012).

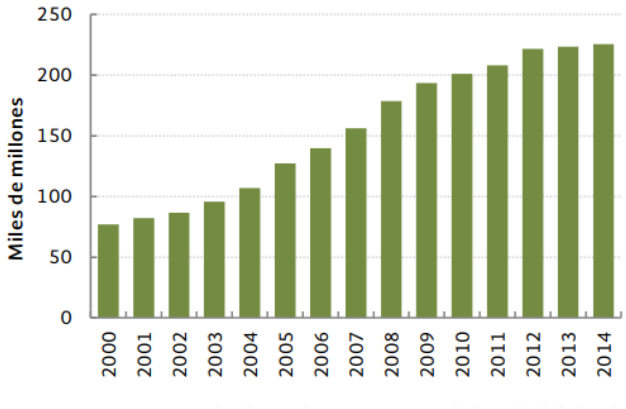
Figura 1. Comparativa de gasto (Paridad de Poder Adquisitivo) en salud por países de la OCDE



Fuente. Health at a Glance 2017: OCDE Indicators

Con relación al gasto del Sistema de Salud Pública del país, dirigido a personas que no cuentan con seguridad social, es decir, un impacto directo al Seguro Popular (Secretaría de Salud) el gasto gubernamental desde el año 2000 hasta el 2014 creció de 77 mil millones a 225 mil millones de pesos mostrando un crecimiento anual promedio del 7.4% como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Gasto público en Salud para población sin seguridad social 2000-2014

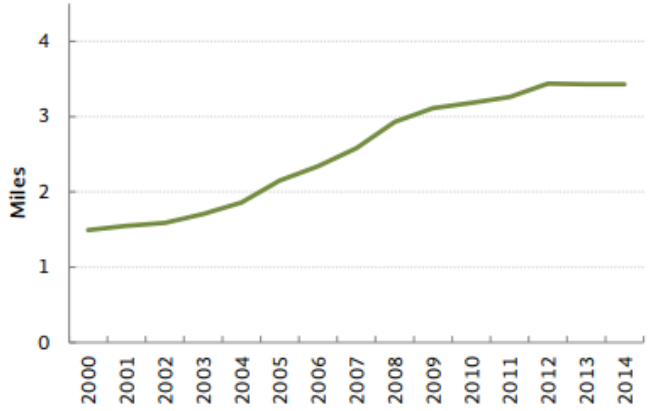


Fuente: SS-DGIS. Base de datos de cuentas en salud a nivel federal y estatal, 1990-2014.

Lo anterior, refleja un mayor gasto en Salud con el pasar de los años, además, el gasto per cápita en salud pública dirigida a la población sin seguridad social, aumentó un poco más del doble desde el año 2000 hasta el año 2014 en un monto de 1,500 hasta 3,500 pesos por persona para proveer de servicios de salud, es decir, un incremento del 5.7% anual, estas cifras demuestran que se ha gastado más en beneficio de la población (Salud, 2016).

Sin embargo, ¿Por qué esto no se ve reflejado en beneficio de la población? Una posible explicación, es que el tope de gasto gubernamental per cápita llegó a su máximo en 2012, y se redujo para los siguientes dos años, lo que significa que la población creció a mayor ritmo que el gasto gubernamental en salud pública, reduciendo el monto per cápita como se muestra en la Figura 3.

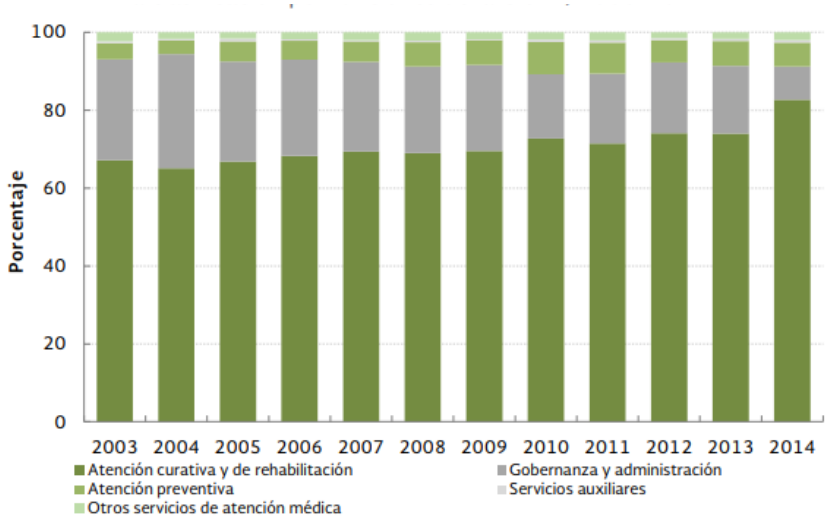
Figura 3. Gasto público en Salud per cápita para población sin seguridad social 2000-2014



Fuente: SS-DGIS. Base de datos de cuentas en salud a nivel federal y estatal, 1990-2014.

Este gasto gubernamental en el Sistema Nacional de Salud se distribuye como se muestra en la Figura 4, en la cual se incluye a la población que cuenta y no cuenta con seguridad social y en la que se puede observar el crecimiento porcentual dedicado a la atención curativa y de rehabilitación.

Figura 4. Distribución del gasto público en Salud de acuerdo a clasificación de funciones de la OCDE 2000-2014



Fuente: OCDE. Health Statistics 2016, Health Expenditure and Financing, October 2016.

El sector público en México ha invertido en el uso de computadoras, tecnologías de la información, sistemas de información, equipos y dispositivos tecnológicos que han aumentado considerablemente la calidad de vida de las personas en las últimas décadas, sin embargo, aunque exista un área de informática en la institución de salud a nivel Federal, esto no ha sido suficiente para una eficiente atención, diagnóstico, tratamiento y seguimiento de los pacientes, debido entre otros aspectos, a que no se ha logrado implementar un sistema de información que beneficie la atención de calidad de los pacientes, uno de estos sistemas es el Expediente Clínico Electrónico (ECE).

¿QUÉ ES UN EXPEDIENTE CLÍNICO ELECTRÓNICO (ECE)?

El ECE es un aspecto clave de la informática médica ya que en éste se encuentran datos clínicos de los pacientes como la información personal, sanguínea, historial médico, alergias, padecimientos, operaciones, tratamientos entre otros, que pueden ser consultados con mayor facilidad que un expediente impreso (Salvador, 2009).

El beneficio principal de un ECE es el de mejorar la calidad en la atención del paciente. En los siguientes párrafos, se muestran dos puntos de vista acerca de la atención de pacientes con un sistema de información electrónico:

> El más controversial hasta el momento es la mejora de la calidad en la atención al paciente, dado que la calidad en el contexto del cuidado de la salud se entiende como la recuperación de la salud con el menor riesgo posible de complicaciones con la mejor relación costo beneficio y la mayor satisfacción del paciente, resulta muy complicado evaluar la misma y posteriormente vincular los resultados del estudio al correcto uso de un ECE que cuente con los mínimos módulos necesarios para permitir el desarrollo de la práctica médica relacionada al estudio (Galván, 2012).
>
> Gracias a la introducción de la receta electrónica y el control de los inventarios como unidosis, el ECE permite un registro detallado a través de todo el proceso de abasto hasta la entrega al paciente, permitiendo así rastrear cualquier problema y reducir el uso excesivo de medicamentos (González, 2014).

A continuación, se muestra una publicación realizada por la revista Forbes México el 13 de septiembre del 2017 con relación al ECE.

> La implementación del Expediente Clínico Electrónico Universal en México permitiría mejorar de forma positiva la manera en que se brindan los servicios de salud en el país, esta fue la conclusión a la que se llegó en el evento Forbes Gathering: Transformación Digital y Tecnología Exponencial en la Atención a la Salud, realizado en asociación con SAP.
>
> A pesar de lo que pudiera llegar a pensarse, contar con Expediente Clínico Electrónico no significa únicamente el registrar ya no en papel sino en la computadora la información de los pacientes, sino que es algo que va mucho más allá.
>
> Así lo explicó Humberto Javier Potes, Director General de Consorcio Mexicano de Hospitales (CMH), quien señaló que el lograr tener una base electrónica de información de los pacientes permitiría a los sistemas de salud fortalecer su operación.
>
> Básicamente, expone, por qué el hecho daría la oportunidad, con apoyo de la tecnología, de realizar un análisis sólido a toda la data con la que se tiene para poder encontrar patrones que permitan dar mayor solidez al servicio que se brinda (Medina, 2017).

Al sistema de Expediente Clínico Electrónico se le pueden asociar diversas definiciones ya que la aplicación varía dependiendo del país, tipo de organización a aplicar y funcionalidad, por lo que, para este trabajo, se considera al ECE, con la siguiente definición.

> El expediente clínico electrónico (ECE) es el medio electrónico que consta de documentos de texto, gráficos, imagenológicos, electrónicos, magnéticos, ópticos y de cualquier otra índole, instalado dentro de algún establecimiento proveedor de servicios de salud (Sánchez M, 2014).

La aplicación del ECE en el país a nivel público ya es un hecho, puesto que existe una normatividad vigente (NOM-024-SSA3-2012) que regula dicha aplicación, sin embargo, el avance actual de esta aplicación a nivel local, estatal o nacional se ha manifestado de manera lenta.

> De hecho, en México se ha implementado un sistema ECE denominado Sistema Automatizado de Información Hospitalaria (SAIH) en el Instituto Nacional de Rehabilitación "Luis Guillermo Ibarra Ibarra" (INR LGII), el cual es producto de la fusión de lo que en su momento fueran los Institutos Nacionales de Ortopedia, Medicina de Rehabilitación y Comunicación Humana. Actualmente el INR LGII cuenta con una amplia red de servicios informáticos y de comunicaciones que atiende a 2437 usuarios conectados a la red de datos, de los cuales 2004 se enlazan por medio de nodos de red y 433 por la red inalámbrica, 1995 cuentan con correo electrónico institucional y acceso a internet. El SAIH está conformado por 13 módulos uno de los cuales corresponde al Expediente Clínico Electrónico, elemento considerado como una de las mejores prácticas en el Sector Salud (Marvin Jaime Merino Casas, 2016).

En el sector privado actualmente hay empresas que ofrecen el servicio de ECE desde la última década, una de estas empresas es MEDISEL (2001), que cuenta con un registro hasta el año 2018 de 5 millones de pacientes en el país de acuerdo a su propio registro y que su sistema de información se regula bajo la NOM-004-SSA3-2012.

Su funcionamiento se basa en un registro de datos del ECE de los pacientes que se almacenan en una nube, accediendo a este expediente mediante el uso de Internet. Este sistema está dirigido para médicos y clínicas previamente registrados mediante la suscripción de sus pacientes por un costo de $399.00 MN mensuales.

Otra de las empresas que cuentan con el servicio de ECE es eMed (eMed, 2015) el cual consta de una suscripción a médicos por medio de una plataforma digital para el manejo de expedientes, agendas y consultas médicas de sus pacientes.

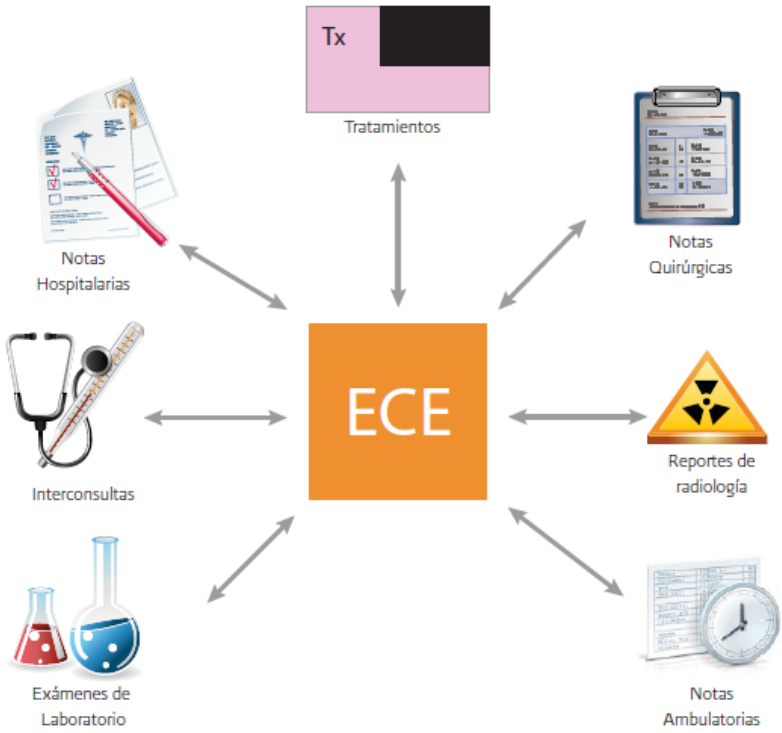
Aunado a esto, desde el año 2007 la Secretaría de Salud incorporó una acción denominada "Modelo de Evaluación del Expediente Clínico Integrado de Calidad" (MEECIC) el cual se cataloga como un instrumento que se diseñó para evaluar la calidad de los registros en el expediente clínico identificando puntos críticos que afecten la calidad para así, implementar acciones mediante la mejora continua (Salud D. G., 2009).

Por lo que la combinación del MEECIC y el ECE podría ser una herramienta basada en un sistema de información que mejore calidad a la atención a pacientes en referente a salud pública. La implementación de un expediente clínico electrónico a nivel de salud pública representa ventajas en las instituciones de salud como:

Garantiza su oportuna disponibilidad (está cuando se le necesita). Puede ser consultado en su totalidad por varios usuarios a la vez (inclusive mediante dispositivos móviles). Se actualiza en tiempo real (Notas, Indicaciones, imágenes, resultados de laboratorio, interpretación de estudios, estadísticas, reportes, nivel socioeconómico, citas, pendientes, etc.). Se mantiene siempre en el orden que exige la normatividad, se firma electrónicamente al finalizar la elaboración de cada nota, integra la actuación de los diferentes profesionales que participan en la atención del paciente, así como de los investigadores que los integran a protocolos de investigación, contribuye a la acreditación y certificación de los establecimientos de salud, favorece la calidad de la atención médica, ahorra tiempo y esfuerzo, Integra catálogos de la CIE-9, CIE-10 y CIF. Reduce hasta en un 80% el uso de papel. Permite reproducir y facilita la certificación de copias del expediente completo cuando es solicitado por autoridades competentes, elimina la necesidad de hacer transferencia y baja de expedientes, finalmente permite revisar y evaluar periódicamente su contenido con base en la normatividad vigente para tal efecto a partir del modelo de evaluación del expediente clínico integrado y de calidad (MEECIC) (Marvin Jaime Merino Casas, 2016).

En la Figura 5, se presenta gráficamente la información que puede contener un Expediente Clínico Electrónico en el sector salud.

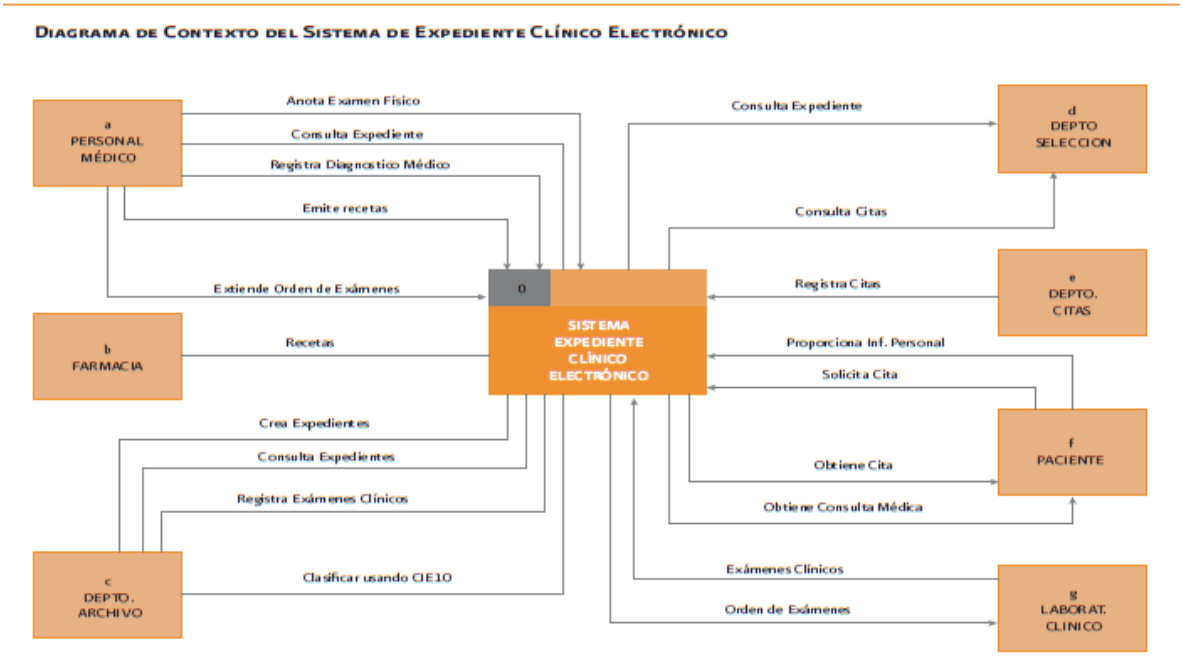
Figura 5. Información integrada en un ECE



Fuente: Manual del Expediente Clínico Electrónico-Secretaria de Salud- Primera edición 2011 (Subsecretaría de Integración y Desarrollo del Sector Salud, 2011)

La Figura 6, muestra el sistema ECE que corresponde al país de El Salvador, este sistema se podría aplicar de manera similar en México a nivel nacional, sin embargo, se deben de hacer adecuaciones debido a la diferente forma de administrar la salud pública, por lo que, el sistema funcional de ECE debe de contener al menos la historia clínica, examen físico, expedientes, exámenes de laboratorio, historia familiar, consultas, alergias y tratamientos de los pacientes.

Figura 6. Diagrama de contexto de un sistema de ECE



Fuente: Tesis "Diseño de un Sistema de Expediente Clínico Electrónico, que mejore el servicio de atención médica de las unidades de salud pública ubicadas en el área metropolitana de San Salvador"

ALGUNAS EXPERIENCIAS EN EL SECTOR PÚBLICO

En este apartado se describen brevemente dos experiencias conocidas acerca de Expedientes Clínicos Electrónicos implementados en el Gobierno del Estado de Puebla y del Estado de Colima.

MODELO DE IMPLEMENTACIÓN EN EL ESTADO DE PUEBLA.

En el año 2011 en el estado de Puebla se realizó una propuesta de ECE con base a la normatividad vigente (NOM-024-SSA3-2010 y NOM-040-SSA2-2004), en la página Web de la Secretaría de Salud de este estado se muestran los apartados que se requieren para llevarlo a cabo, sin embargo, la página desde ese año no se ha actualizado.

Los apartados principales son: Problemáticas, beneficios para médicos y pacientes, beneficios del ECE, beneficios económicos, nivel de implementación, estudio de

factibilidad técnica, operativa y económica, proveedor, infraestructura, implementación y capacitación (Salud D. G., 2011).

Figura 3. ECE en estado de Puebla (página web)

Fuente: Página web del gobierno del estado de Puebla (Salud D. G., 2011)

MODELO DE IMPLEMENTACIÓN EN EL ESTADO DE COLIMA

En el año 2005 la Secretaría de Salud del estado de Colima desarrolló un Sistema de Información denominado Sistema Administrativo del Expediente Clínico de Colima (SAECCOL), el cual tiene como objetivo proporcionar información digital que permita mejorar la calidad y eficiencia de la prestación de los servicios de salud.

En un inicio se desarrolló un programa piloto en dos unidades médicas de primer nivel de atención para evaluar el desempeño, al tener éxito este sistema, se replicó su aplicación en 118 centros de salud (primer nivel de atención).

Actualmente se encuentra en desarrollo las unidades de consulta externa, urgencias y servicios de hospitalización. Este es un claro ejemplo de la correcta y continua aplicación del Expediente Clínico Electrónico en el país.

Figura 4. ECE en estado de Colima (aplicación para SO Windows)

Fuente: Manual de implementación Expediente Clínico Electrónico SAECCOL-Secretaría de Salud del Estado de Colima (Social, 2013).

Gracias a este Sistema de Información se mejoró la calidad y la seguridad de la información disponible para médicos y administrativos incluyendo datos personales del paciente y la información agregada por unidad (Social, 2013).

Figura 5. SAECCOL (Gobierno del Estado de Colima)

Fuente: Expediente Clínico Electrónico en Colima estudio de caso sobre su implementación-MEASURE Evaluation 2012.

SITUACIÓN ACTUAL DEL ECE EN EL ESTADO DE VERACRUZ

Como se comentó anteriormente, el ECE se ha diseñado, desarrollado e implementado a nivel Estatal, de manera incipiente en algunos Estados, sin embargo, no se cuenta con información acerca de los motivos por los cuales no se ha implementado en México un Sistema de Información de Expediente Clínico Electrónico a nivel Federal, sin embargo, se pueden considerar los diversos factores económicos, políticos y sociales que influyen de manera negativa en el servicio de Salud Pública en todos sus ámbitos.

En el estado de Veracruz no se han implementado ni Expedientes Clínicos Electrónico ni sistemas de información similares. Sin embargo, en enero del 2018 se presentó una iniciativa de decreto en el Congreso Local para reformar el artículo 349 de la Ley de Salud del Estado de Veracruz en la fracción VII para integrar el uso del Expediente Clínico Electrónico que permita realizar registros, anotaciones y certificaciones en relación a la atención a la salud donde se integren todos los datos clínicos de un paciente (H. Congreso del Estado de Veracruz, 2018-1).

Después de ocho meses, esta iniciativa de reforma de ley se aprobó el 11 de septiembre de 2018 donde el decreto 715 menciona que entrará en vigor a partir del 1ro de enero del 2019 la implementación del Expediente Clínico Electrónico, por medio de la Secretaría de Salud en un lapso de tres años en los tres niveles de atención médica (H. Congreso del Estado de Veracruz, 2018-2).

El presupuesto dirigido a la Secretaría de Salud para el año 2019, se modificará, agregando el rubro de la implementación del ECE en los próximos 3 años, por lo que Veracruz será el siguiente estado del país en implementar un Sistema de Información en el sector salud en beneficio de la ciudadanía (H. Congreso del Estado de Veracruz, 2018-2).

CONCLUSIÓN

En este documento se ha tratado como tema central el Expediente Clínico Electrónico, como una alternativa que, mediante el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, puede apoyar en la mejora de la prestación del servicio de salud en el país y en los Gobiernos estatales sin afectar de manera significativa el gasto en salud pública comparado con otros rubros.

La información que se presenta en este trabajo, confirma la existencia de casos de éxito particularmente en el sector privado, sin embargo, también se precisa de manera breve lo sucedido con los Estados de Puebla y de Colima, iniciadores del desarrollo de este tipo de sistemas en donde en ambos estados se continua con su desarrollo y ampliación de implementación.

El panorama para la propuesta de diseño e implementación de un ECE es amplio ya que para un correcto y eficiente desarrollo, ya se han dado los primeros pasos con el establecimiento de una normatividad que regule la planeación a nivel Federal como es la NOM-024-SSA3-2012, a pesar de ello, el avance actual de esta aplicación a nivel local, estatal o nacional se ha manifestado de manera lenta, como puede observarse que hasta apenas el mes de septiembre de este año, se aprobó una ley para la creación, desarrollo e implementación de un ECE en el Estado de Veracruz para el siguiente año.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

eMed. (2015). *eMed Expediente Médico Electrónico*. Obtenido de MKS Tecnología, S.A. de C.V.: https://www.emed.com.mx/

Galván, H. R. (2012). De la idea al concepto en la calidad de los servicios de salud. *CONADEM Vol.17 no. 4*, 172-174.

Gómez-Dantés O, S. S. (2011). Sistema de salud de México. *Salud Pública México Vol. 53*, 220-232.

González, J. R. (2014). Adopción del Expediente Clínico Electrónico en México: Revisión del Estado. *Gobierno de tecnología de información, Tópicos Selectos de Ingeniería*, 99-113.

H. Congreso del Estado de Veracruz. (31 de Enero de 2018-1). *Gaceta legislativa.* Obtenido de http://www.legisver.gob.mx/

H. Congreso del Estado de Veracruz. (11 de Septiembre de 2018-2). Ley de Salud del Estado de Veracruz de Ignacio de la LLave. *Última reforma publicada en la gaceta oficial*. Xalapa, Veracruz, México.

Marvin Jaime Merino Casas, J. H. (2016). Percepción de la Utilidad del Expediente Clínico Electrónico en un Instituto Nacional de Salud. *CONADEM Vol.21 Número4*, 186-191.

Medina, A. (13 de septiembre de 2017). *A México le urge el Expediente Clínico Electrónico Universal*. Obtenido de Forbes México: https://www.forbes.com.mx/a-mexico-le-urge-el-expediente-clinico-electronico-universal/

MEDISEL . (2001). *Sistema de Expediente Clínico Electrónico para consulta externa*. Obtenido de Medisel: https://expedienteclinico.mx/

OCDE. (Septiembre de 2012). *México, mejores políticas para un desarrollo incluyente.* Obtenido de OCDE: http://www.oecd.org/mexico/

Salud, D. G. (2009). *Modelo de Evaluación del Expediente Clínico Integrado y de Calidad.* Ciudad de México.

Salud, D. G. (2011). *Expediente clínico electrónico*. Obtenido de http://www.ssepapps.puebla.gob.mx/ECE/index.html

Salud, D. G. (2016). Informe sobre la Salud de los Mexicanos. Ciudad de México, México.

Salvador, N. G. (2009). Monografía “Expediente Clínico Electrónico”. *Congreso Internacional de Tecnologías Informáticas para la Educación en Salud*.

Sánchez M, M. A. (2014). *Informática Biomédica.* México: Elsevier Masson Doyma.

Secretaría de Salud. (2018). *Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud*. Obtenido de CENETEC: https://www.gob.mx/salud/cenetec

Social, S. d. (Marzo de 2013). Manual de Implementación Expediente Clínico Electrónico SAECCOL. Colima, Colima, México.

Subsecretaría de Integración y Desarrollo del Sector Salud, D. G. (2011). *Manual de Expediente Clínico Electrónico.* Obtenido de Secretaría de Salud: https://www.gob.mx/salud

TSUKIDATE, A. (01 de 01 de 2018). *The Asahi Shimbun*. Obtenido de http://www.asahi.com/ajw/articles/AJ201801010027.html

GESTIÓN INTEGRADA EN RIESGOS EN EL PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN EN EL SECTOR EDUCATIVO

ISIDRO AMARO RODRÍGUEZ[1], FUED ALEJANDRO MAJUL RAMÍREZ[2], AURORA GURROLA RODRÍGUEZ[3], MARIO AURELIO CUSSIN DELGADO[4]

RESUMEN

La importancia de prevención de riesgos informáticos, recae en evitar las consecuencias que afecten la seguridad de la información, por lo que se pretende: analizar el modelo de seguridad informática en instituciones de educación superior, comparar el escenario actual de instituciones públicas y privadas, detectando fallas comunes y proponiendo soluciones.

Se elaboró un escenario en base a datos obtenidos en análisis de campo, donde se evidenciaron los riegos existentes en los sectores públicos y privados, combinando lo mejor de ambos, más los parches de seguridad para sitios PHP, JSP, ASP, entre otros, creando así, una alternativa de solución robusta ante ataques e intrusiones.

Al presentar algunos de los errores encontrados (vulnerabilidades del servidor, susceptibilidad a ataques remotos de inyección de información en su base de datos, clonación de sitio o límite de peticiones al servidor), las escuelas pueden sufrir ataques por terceros y tener cambios que representen un peligro, como cambios de calificaciones de alumnos, inserción de personas en cursos o actividades, eliminación de toda la información, entre otros; de esta forma, se generó una propuesta de solución para algunos errores informáticos presentados en las instituciones de nivel superior, haciendo uso de una aplicación informática desarrollada para esta investigación.

Palabras clave. Riesgo laboral, ambiente laboral, seguridad informática, gestión Integrada en riesgos, hacker.

[1] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Durango. iamaro@itdurango.edu.mx
[2] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Durango. fued2@live.com.mx
3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Durango. auroragr25@gmail.com
4 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Durango. mario_cd61@hotmail.com

ABSTRACT

The importance of preventing computer risks lies in avoiding the consequences that affect the security of information, so it is intended: analyze the computer security model in higher education institutions, compare the current scenario of public and private institutions, detecting common faults and proposing solutions.

A scenario was elaborated based on data obtained in field analysis, where the existing risks in the public and private sectors were evidenced, combining the best of both, plus the security patches for PHP, JSP, ASP sites, among others, creating thus, a robust solution alternative to attacks and intrusions.

By presenting some of the errors found (vulnerabilities of the server, susceptibility to remote attacks of injection of information in its database, cloning of site or limit of requests to the server), schools may be attacked by third parties and having changes that represent a danger, such as changes in student grades, insertion of people in courses or activities, elimination of all information, among others; In this way, a solution proposal was generated for some computer errors presented in higher level institutions, making use of a computer application developed for this research.

Key Word. Occupational risk, work environment, computer security, integrated risk management, hacker.

INTRODUCCIÓN

La siguiente investigación tiene como fin el conocer y comparar los estados de seguridad informática en el sector educativo público y privado, con el fin de analizar y comprender su estructura en busca de vulnerabilidades, entendiéndolas y así poder proponer parches de código para reforzar su arquitectura, conservando su integridad y confidencialidad.

El producto de la investigación es proponer un método que contemple las más comunes vulnerabilidades en los sistemas del sector educativo, esto para afrontar la problemática de intrusiones por terceros en sus sistemas, debido a que, en la etapa de digitalización de las cosas, la seguridad comienza a ser indispensable a la hora de estructurar código o arquitecturas lógicas.

Los beneficios de la investigación son la aportación en el ámbito de seguridad informática en México, haciendo un listado de las vulnerabilidades expuestas en las instituciones del sector educativo y proponiendo una alternativa de mitigación de las mismas, un software de prevención de seguridad informática y la información generada con respecto a la gestión integrada de riesgos, ya que aportará métodos de prevención informática los cuales en México raramente llegan a ser conocidos por lo cual exponen peligros en vulnerabilidades que pudiesen corregirse con el debido cuidado y conocimiento de las mismas.

Para sistematizar la investigación se debe tomar en cuenta la importancia de la prevención de riesgos y saber lo que produce el poner en marcha una gestión integrada de riesgos. El activo que interactúa más en los procesos de la información es "el humano", de esta forma los filtros o estándares principales para conformar un modelo íntegro y seguro en el procesamiento de información comienza por la capacitación y ética de los usuarios.

La investigación va dirigida a empresas de servicios educativos, por lo cual es susceptible a desarrollarse en los sectores privado y público, de esta forma, se podrá hacer una comparativa de discrepancias que hay entre sus activos de seguridad y procesamiento de información. Planteándose como objetivo generar un modelo de gestión integrada en riesgos con base en estándares dentro del sector educativo privado y público para su comparación, y creación de propuestas contra vulnerabilidades.

DESARROLLO

MÉTODO:

Con el fin de aportar a las teorías y conocimientos afines a la investigación, se recolectó información mediante métodos de Hacking ético, entrevistas y cuestionarios, complementando así la investigación de carácter transaccional, en la cual se busca conocer el escenario de seguridad actual en las instituciones de educación superior, para de esta manera lograr una comparativa entre sector público y privado.

La información fue recabada mediante análisis de procesos y análisis de computadores con el fin de obtener datos reales y concisos, mediante hacking ético para detectar las vulnerabilidades de las bases de datos, otra parte de la recolección de información fue gracias a los métodos físicos (entrevistas, cuestionarios, observación, entre otros) y otra por medio del software el cual mide los errores y virus más comunes en los equipos de cómputo, los cuales pueden atentar contra los procesos administrativos en captura de la información.

Los datos se obtuvieron por medio de la investigación de campo dentro del sector educativo en escuelas de educación superior públicas y privadas de Victoria de Durango, Durango. Siendo de tipo descriptiva y correlacional, apoyándose en aplicación de leyes y estándares vigentes, referentes al procesamiento y seguridad de la información y seguridad laboral, los cuales permitieron construir un escenario de acción más concreto y apegado a la realidad, lo cual fue funcional en el desarrollo de la metodología de solución a inconsistencias en procesos actuales, aumentando la precisión de los reportes obtenidos por el software a desarrollar.

Los instrumentos de investigación usados se efectuaron de manera que las respuestas obtenidas fueran significantes para poder medir aspectos relacionados a la seguridad e integridad de información procesada en computadoras. Los resultados obtenidos se usaron para encontrar los errores con mayor latencia dentro del sector educativo público y privado, y de esta manera desarrollar métodos de acción que controlen y/o contrarresten dichos errores.

RESULTADOS

Durante las diferentes visitas a empresas de educación se pudo observar algunos de los incidentes, errores y/o amenazas encontradas, la investigación se desarrolló en empresas del sector público y privado a lo cual se puede observar que los estándares de seguridad referente a procesos informáticos son similares, esto por diversas razones cómo:

- Ambos sectores implementan educación basada en la integración de tecnologías, esto debido al rumbo que actualmente está tomando el mundo y los negocios, dicho modelo se basa en la integración de diversas redes sociales orientadas a aumentar

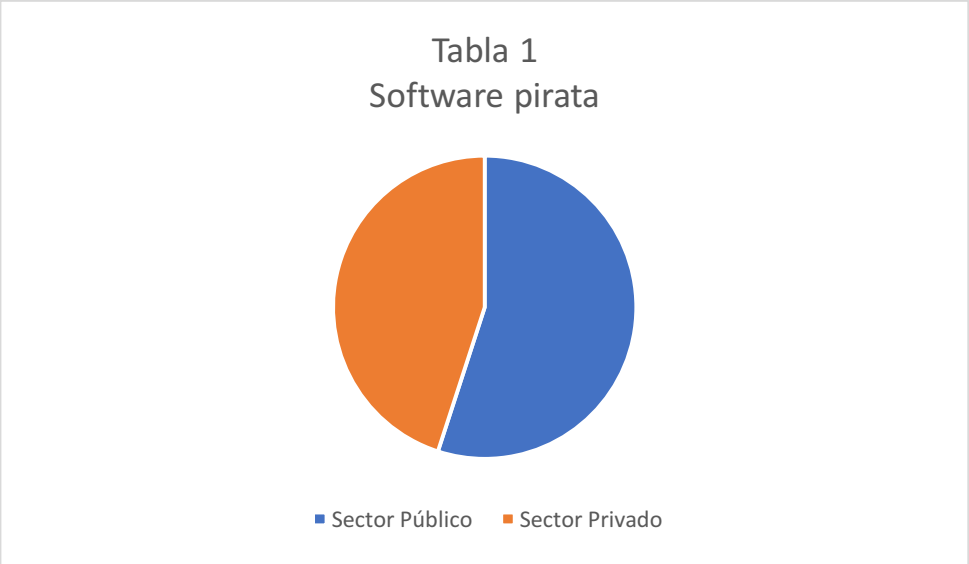
el desempeño educacional del alumno; el problema en dicho modelo se encuentra en que al quitar todo bloqueo de contenido las intrusiones por parte de terceros aumentan como vulnerabilidad de seguridad, a lo cual se recomienda el uso de Software de protección (antivirus) y/o el aumento de restricciones en el área de Firewall.

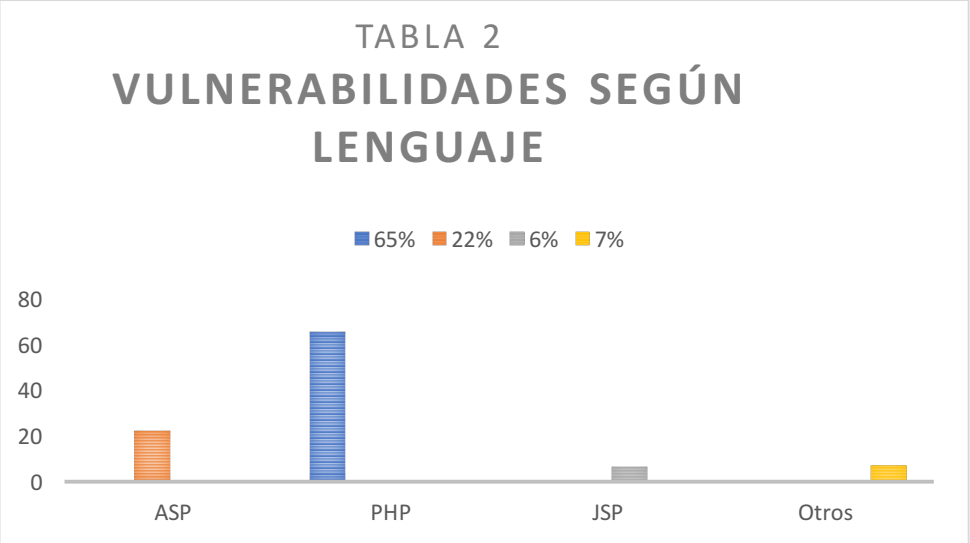
- Otro de los percances con mayor latencia es el uso de material de cómputo externo como USB, CD y periféricos varios que alteran el funcionamiento de los equipos; dichos dispositivos pueden contener software malicioso o heurístico que atente contra el comportamiento del sistema operativo.

Una alternativa de solución puede ser la implementación y fomento en el uso del servicio "*Cloud*" para transportar datos, esto por parte de los alumnos y por parte del profesor o encargado de sistemas se pueden implementar políticas de red o de perfil para evitar que los periféricos de tipo almacenamiento posean el atributo "leer" siendo el único existente "escribir" para posibilitar solo el intercambio de información del equipo al periférico y no viceversa.

Se pudo detectar que en ambos sectores se encuentran programas de software los cuales requieren licencia para su funcionamiento y algunos de estos has sido alterados (*Crackeado*, ver tabla 1) para su funcionamiento sin ésta, esto es detectado por el software como archivo malicioso o heurístico por lo cual se recomienda la desinstalación del mismo y su remplazo por una alternativa de software libre o actualizar la licencia existente.

Con respecto a solución de las vulnerabilidades en el código fuente (ver tabla 2) se recomienda usar software de terceros para poder analizar el código de las páginas o programas con lo cual obtendremos como resultado un informe de las áreas de código en las cuales se pueden recibir ataques por su vulnerabilidad, algunos de los programas más utilizados en empresas financieras (este tipo de empresa suele ser robusta en seguridad ya que manejan grandes cantidades de dinero) son FORTIFY, ABASH, AttackFlow, BOON, BugScout, entre otros.





Asimismo, un punto importante a mencionar es el desarrollo de un Modelo de Gestión Integrado de Riesgos, el cual podría ayudar a solventar los problemas encontrados en ambos sectores. Dicho modelo consta de dos escenarios:

1. Se centraliza el uso de computadores en un server con Windows server y sistema center de Microsoft lo cual por medio de la implementación de active directory controlará de manera total las computadoras habilitando el filtrado de contenido para cada grupo de usuarios más el poder ver remotamente los escritorios de los computadores en el directorio activo y controlando actualizaciones, cambios en sistema e instalación de software de terceros.

2. Preparar una copia de un SO con el software necesario, actualizaciones de sistema, políticas de red y configuraciones predefinidas la cual se montara en los demás equipos, esta imagen contará con un programa de virtualización de ambiente, tal como Deep freeze el cual tendrá una clave robusta similar a un CURP con lo cual aumentará la dificultad de desencriptación de la misma, aunado a esto se configuraran uno o dos firewalls para la comunicación al servidor, con lo cual si la configuración de los firewall es asíncrona el intruso tendrá menos de un minuto para acceder al segundo y quitar los accesos de seguridad antes que se bloquen los dos.

CONCLUSIONES

Es necesario tener en cuenta que el riesgo no puede ser erradicado en su totalidad, pero si puede ser controlado, sobre todo en los sistemas de información; es por ello, la propuesta del Modelo de Gestión Integrado de Riesgos (GIR), mencionado en los resultados, con los dos escenarios y los parches de seguridad.

En cualquier de los escenarios se proponen modelos de configuraciones que mayormente se usan en instituciones del ámbito financiero o desarrollo de software, más otras normas de seguridad para complementar la robustez del sistema.

Asimismo, con la investigación se pudo conocer que las instituciones de ambos sectores no cuentan con una metodología clara de actividades a realizar para la gestión de los sistemas de información y los riesgos que pudiesen presentarse, y de presentarse una contingencia para recuperación ante un desastre, no hay protocolos para actuar.

Finalmente, la aplicación efectiva del modelo GIR, dependerá, de manera importante de la participación de los principales entes de cada institución, sobre todo los que se encarguen de los procesos informáticos, que puedan llevar cada proceso a alcanzar las metas y objetivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Cadavid-Aguirre, J. M. (2013). *Seguridad en activos de información humanos*. Lampsakos, (10), 17-19.

Clark, Q. L. (marzo del 2015). *Security Intelligence a Practitioner's Guide to Solving Enterprise Security Challenges*. O'Reilly Media.

Columbia EDU. (s.f.). *SQLrand: Preventing SQL Injection Attacks*. Obtenido de https://www.cs.columbia.edu/~angelos/Papers/sqlrand.pdf

Dalakov, G. (1971). *History of computer-First computer virus of Bob Thomas*. Obtenido de http://history-computer.com/Internet/Maturing/Thomas.html

Deckop, J. R., Konrad, A. M., Perlmutter, F. D., & Freely, J. L. (2006). *The effect of human resource management practices on the job retention of former welfare clients*. Human Resource Management, 45(4), 539-559.

Hernández Fernández, H., Valdés Marin, M., & Ulloa Santiler, N. M. (2015). *Elementos teóricos que contribuyen a la identificación, evaluación y control de los riesgos laborales y peligros*. Infociencia, 19(1), 1-12.

Martelo, R. J., Madera, J. E., & Betín, A. D. (2015). *Software para Gestión Documental, un Componente Modular del Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (SGSI)*. (Spanish). Información Tecnológica, 26(2), 129-134. doi:10.4067/S0718-07642015000200015.

Susanto, H., Almunawar, M. N. y Chee, Y. I-SolFramework View on ISO 27001. (2011) *Information Security Management System: Refinement Integrated Solution's Six Domains. Journal of Computer*, Asian Transaction.

Susanto, H., Almunawar, M. N., & Tuan, Y. C. (2011). *Information security management system standards*: A comparative study of the big five.

Ulloa-Enríquez, M. Á. (2012). *Riesgos del Trabajo en el Sistema de Gestión de Calidad*. (Spanish). Ingenieria Industrial, 33(2), 100-111.

VISOR SQL: SOFTWARE INTERACTIVO PARA EL MANEJO DE DIFERENTES SISTEMAS DE GESTORES DE BASES DE DATOS

BRAULIO BAUTISTA LÓPEZ[1], MARIELA LIZETH MARTÍNEZ HERNÁNDEZ[2], MARIANA HERNÁNDEZ DE LA CRUZ[3]

RESUMEN

Hoy en día la recopilación de datos es fundamental para que una empresa o institución mantenga sus relaciones. A lo largo de los años, las bases de datos han sido para las organizaciones una herramienta de uso indispensable, pues esta permite almacenar un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto, para así ofrecer un alto rango de soluciones al problema de almacenar datos. Una base de datos correctamente diseñada permite obtener acceso a información exacta y actualizada. Pero para lograrlo se necesita conocimiento y mucha experiencia, el lugar más apropiado donde aprender; es en la escuela.

El presente Software "Visor SQL" tiene como propósito de servir como una herramienta para la Materia de Taller de Base de Datos, inicialmente para el Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale. Puede interactuar con tres sistemas de gestiones de Bases de Datos: MySql, Microsoft Sql Server y Microsoft Access.

Palabras clave: *Empresa, Bases de Datos, Datos, Información, Software, Herramienta, SGBD.*

ABSTRACT

Nowadays, the collection of data is fundamental for a company or institution to maintain its relationships. Over the years, databases have been an indispensable tool for organizations, as it allows you to store a set of data belonging to the same context, in

1 Academía de Ingeniería en Sistemas Computacionales y Gestión Empresarial. braulio.008@tectamazunchale.edu.mx

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale. marielalizeth_05@hotmail.com

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale. anairam_2711@hotmail.com

order to offer a high range of solutions to the problem of storing data. A properly designed database allows access to accurate and updated information. But to achieve it you need knowledge and a lot of experience, the most appropriate place to learn; It's at school.

The present Software “VIEWFINDER SQL” Its purpose is to serve as a tool for the Database Workshop Matter, initially for the Higher Technological Institute of Tamazunchale. Can interact with three systems of Databases management: MySql, Microsoft Sql Server and Microsoft Access.

Key words*: Company, Databases, Data, Information, Software, Tool, SGBD.*

INTRODUCCIÓN

Algunos consideran que el almacenamiento de datos es el corazón de un sistema de información. Primero, los datos deben estar disponibles cuando el usuario desee utilizarlos. Segundo, los datos deben ser exactos y consistentes (deben tener integridad) (Kendall y Kendall, 2005).

En cierto punto se convierte en punto crítico durante el diseño de la base de datos, al momento de crear una aplicación de software.

Se requiere de experiencia y conocimientos teóricos para lograr una estructura adecuada de la base datos. De igual forma se debe de desarrollar algunas habilidades para ser más efectivo en el área, sobre todo en la etapa de diseño.

De acuerdo a Duarte (2018), un desarrollador debe de poseer las siguientes habilidades: Curiosidad, Pensamiento claro, leer y comprender rápido, atención a los detalles, aprender rápido, etc.

Para lograr obtener los conocimiento/habilidades antes mencionados, se requiere de una preparación (entrenamiento) sistemático. El Tecnológico Nacional de México (2016), en su plan de estudio de Ingeniería de Sistemas Computacionales, enfatiza estos temas; de tal forma que le destina a tres asignaturas distribuido en tres semestres, como se describe a continuación:

ASIGNATURA	SEM.	H./SEM	COMPETENCIAS ESP. A DESARROLLAR
Fundamentos de Base de Datos	4°	5	Analiza requerimientos y diseña bases de datos para generar soluciones al tratamiento de información basándose en modelos y estándares.
Taller de Bases de Datos	5°	4	Crea y aplica esquemas de bases de datos para garantizar la confiabilidad de los datos en aplicaciones para el tratamiento de información.
Administración de Bases de Datos	6°	5	Instala, configura y administra un gestor de base de datos para el manejo de la información de una organización, optimizando la infraestructura computacional existente.

Según Vélez de Guevara (2018) en informática se conoce como dato a cualquier elemento informativo que tenga relevancia para un usuario. Es por ello que es de suma importancia el adecuado acomodo de la información (datos) para poder localizarlo de forma rápida cuando se requiera. Tomar como base las técnicas que se utilizan en la vida cotidiana, por ejemplo: En una biblioteca; los libros se clasifican por categoría, En un supermercado; los productos se estiban por departamentos, un ropero presenta varios compartimientos para colocar la ropa por tipo de prenda, etc. Así podemos encontrar más casos y todo con un propósito "*Reducir esfuerzo y tiempo para localizar algún objeto durante su búsqueda*".

Kendall y Kendall (2005) mencionan un sistema basado en computadora hay dos enfoques para el almacenamiento de datos. El primero es almacenar los datos en archivos individuales, cada uno para una aplicación específica. El segundo enfoque implica la construcción de una base de datos. Una base de datos es un almacén de datos definido formalmente y controlado centralmente, con el propósito de usarse en muchas aplicaciones diferentes.

En el almacenamiento de archivos individuales, por lo regular se almacenan en carpetas - subcarpetas para tener un mayor control y es practicado por todo tipo de usuarios (conocimientos básicos y expertos en computación). En el caso de Base de Datos (para usuarios experimentados) ya que para diseñar se requiere de conocimientos avanzados.

Rafael Camps, et al. (2005) definen una base de datos como "la representación integrada de los conjuntos de entidades instancia correspondientes a las diferentes entidades tipos del SI y de sus interrelaciones". En la actualidad existen diferentes plataformas para la gestión y administración de las bases de datos, se conocen con el

nombre de SGBD (Sistema de gestor de base datos). Silberschatz, Korth y Sudarshan, (2003,2005) señalan que el objetivo principal de un SGBD es proporcionar una forma de almacenar y recuperar la información de una base de datos de manera que sea tanto *práctica* como *eficiente.*

Actualmente hay muchos SGBD con características similares, algunos ejemplos se mencionan a continuación:

MYSQL:

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional, multihilo y multiusuario. Está desarrollado en su mayor parte en ANSI C.

Existen varias herramientas para la administración, los más comunes son:

- *PhpMyAdmin:* Es una herramienta escrita en PHP con la intención de manejar la administración de MySQL a través de páginas web, utilizando Internet. Actualmente puede crear y eliminar Bases de Datos, crear, eliminar y alterar tablas, borrar, editar y añadir campos, ejecutar cualquier sentencia SQL (https://es.wikipedia.org/wiki/PhpMyAdmin).
- *MySQL Workbench:* MySQL Workbench es una herramienta visual de base de datos unificada para arquitectos, desarrolladores y administradores de bases. MySQL Workbench ofrece modelado de datos, desarrollo de SQL y herramientas completas de administración de servidor de administración de configuración, el usuario y mucho más (http://blog.lawebdelprofe.com/2013/05/10-herramientas-visualesgui-para-mysql.html).
- *HeidiSQL:* Es ligero, aplicación basada en Windows para administrar base de datos MySQL. Le permite ver y editar los datos, crear y editar tablas, vistas, procedimientos, triggers y eventos programados. Además, puede exportar la estructura y los datos ya sea para archivo SQL, porta papeles o en otros servidores.

MICROSOFT SQL SERVER:

Es un sistema de gestión de bases de datos relacionales (SGBD) basado en el lenguaje Transact-SQL, y específicamente en Sybase IQ, capaz de poner a disposición de muchos usuarios grandes cantidades de datos de manera simultánea. Este sistema incluye una versión reducida, llamada MSDE con el mismo motor de base de datos pero orientado a proyectos más pequeños, que en su versión 2005 pasa a ser el SQL Express Edition, que se distribuye en forma gratuita (www.uaem.mx/posgrado/mcruz/cursos/miic/sql5.pdf)

Para la administración de bases de datos es **SQL Server Management Studio**: SQL Server Management Studio, que viene incluido en SQL Server 2005, permite crear y administrar bases de datos de SQL Server 2005 Compact Edition (SQL Server Compact Edition). (https://technet.microsoft.com/es-es/library/ms172933%28v=sql.90%29.aspx).

MICROSOFT ACCESS:

Es un programa para la gestión de información. Permite diseñar las estructuras para almacenar la información y los medios para su introducción y explotación. Una peculiaridad que se debe tener en cuenta al trabajar con programas de gestión de bases de datos, como es el caso de Access, es que no existe la opción Save (Guardar), referida a los datos de la aplicación, debido a que los cambios en los datos se van guardando siempre en el dispositivo de almacenamiento permanente. Cuando se presenta la opción Save, se refiere a guardar los cambios realizados en el diseño de los distintos objetos que componen la base de datos, no a los datos (http://www.mailxmail.com/curso-diseno-creacion-bases-datos/microsoft-access-como-sistema-gestion-bdr-recorrido-bases-datos-1).

Como se observa, los programas que existen para la administración de Bases de Datos sólo funcionan para un determinado SGBD. Esto es lo que motivó para construir el software “VISOR SQL” que ayude a clarificar la importancia de comprender el lenguaje SQL (Structured Query Language) lenguaje estructurado de consultas.

Visor Sql tiene la capacidad de interactuar con tres gestores de bases de datos: Mysql, Microsoft Sql Server y Microsoft Access. El software se utiliza en la materia de: Taller de Bases de Datos de 5° Semestre específicamente en la Unidad I "El SGBD y el Lenguaje de Definición de Datos" y la Unidad II "Lenguaje de Manipulación de Datos".

METODOLOGÍA

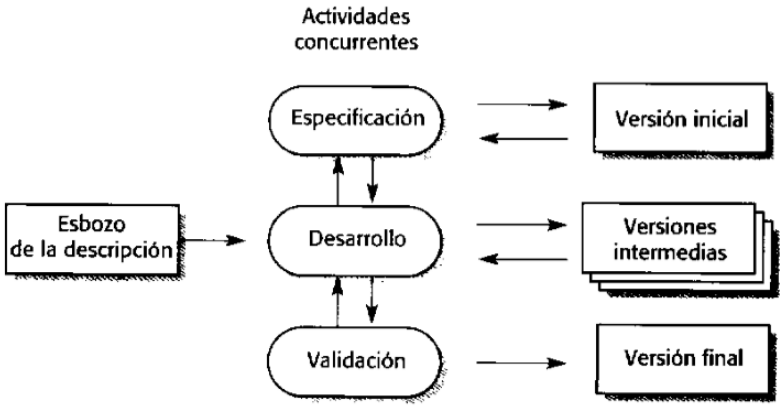
MÉTODO

DESARROLLO EVOLUTIVO

El presente trabajo se considera un desarrollo tecnológico. Se parte de los conocimientos teóricos para la construcción de un producto "VISOR SQL: Software Interactivo para el manejo de Diferentes Sistemas de Gestores de Bases de Datos".

Para Sommerville, (2005) el desarrollo evolutivo se basa en la idea de desarrollar una implementación inicial, exponiéndola a los comentarios del usuario y refinándola a través de las diferentes versiones hasta que desarrolla un sistema adecuado.

Figura 1: Desarrollo Evolutivo



Fuente: Sommerville. (2005).

PROCEDIMIENTO

Para el desarrollo del Software se dividió en 3 etapas, como a continuación se especifica:

I. Versión Inicial:
   a. Análisis de requerimientos.
   b. Diseño de la base de datos.

c. Diseño del sistema.
d. Diseño de la venta principal (vista general)
e. Programación del módulo de inicio sesión.
f. Programación del módulo Configuración

II. Versión Intermedio:

a. Programación del módulo conexión
b. Módulo consulta SQL (Esquema de la BD y Manipulación de Datos).

III. Versión Final:

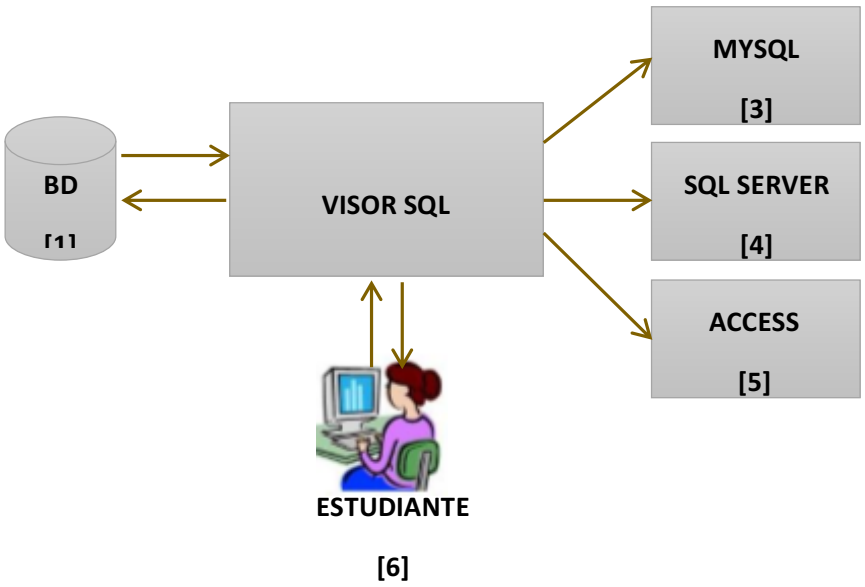
a. Módulo consulta SQL: Guardar.
b. Módulo consulta SQL: Exportar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

VISIÓN GENERAL

Para el desarrollo del Software se utilizó el lenguaje Visual Basic 6.0 y para almacenar la información general (configuración) se utilizó Microsoft Access.

Figura 2: Visión General



Fuente: Elaboración propia (2018)

[1].- Base de datos: Diseñado en Microsoft Access, se optó utilizar el programa para la BD; es por su simplicidad para su manejo y uso (no se requiere configurar para su uso).

[2].- Visor SQL: Escenario principal del Software.

[3].- MySQL: Para realizar prácticas con Base de datos de MySQL; como requisito se debe de instalar el conector ODBC 5.1.5 y tener configurado como servidor de base de datos.

[4].- SQL Server: Tener configurado el servidor de Sql Server.

[5].- Access: Tener instalado Microsoft Access.

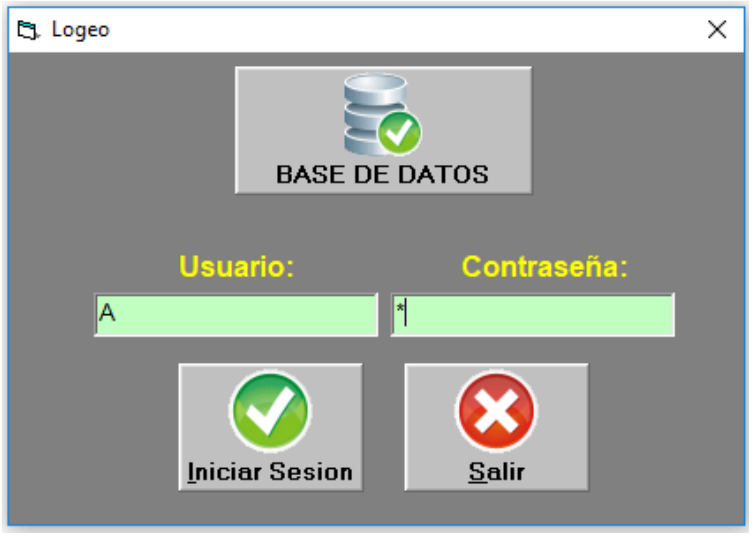
VISIÓN DETALLADA:

Inicio Sesión: Venta inicial (Figura 3), en éste apartado sirve para que el usuario se autentifique.

Secuencia:

1. Seleccionar la base de datos; es donde se tiene registrado la configuración del usuario.
2. Ingresar información en los cuadros de texto (usuario y contraseña).
3. Dar clic en el botón Iniciar Sesión (el botón va estar deshabilitado si no se ha seleccionado la BD).

Figura 3: Ventana para el logueo



Fuente: Elaboración propia (2018)

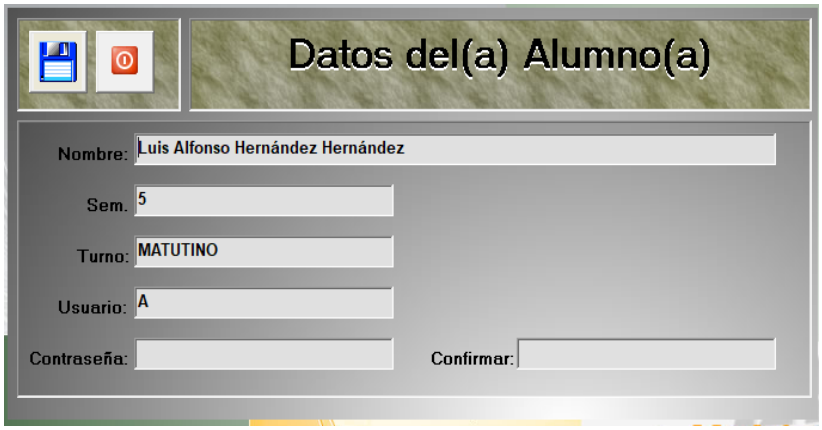
Principal: Venta Principal (Figura 4). En este apartado se concentran los íconos para que el usuario pueda interactuar con el software.

Figura 4: Ventana principal

Fuente: Elaboración propia (2018)

Configuración: (Figura 5), en éste apartado sirve para que el usuario pueda cambiar sus datos registrados.

Figura 5: Ventana para la configuración



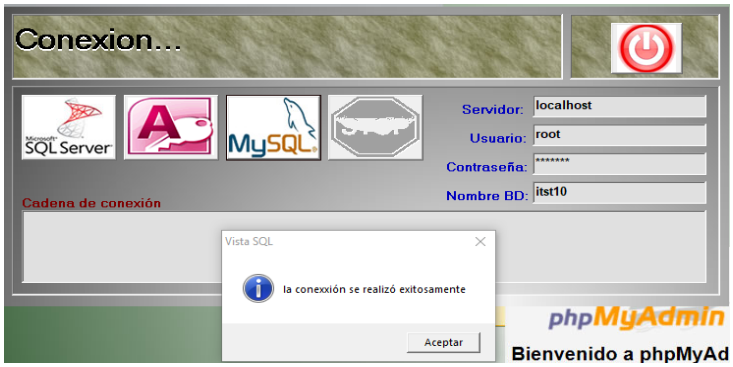
Fuente: Elaboración propia (2018)

Secuencia:

1. Capturar la información requerida.
2. Presionar el botón Guardar (ícono de un disquete).

Conexión: (Figura 6), en éste módulo, el usuario podrá realizar la conexión con cualquier de los tres gestores.

Figura 6: Ventana para la conexión



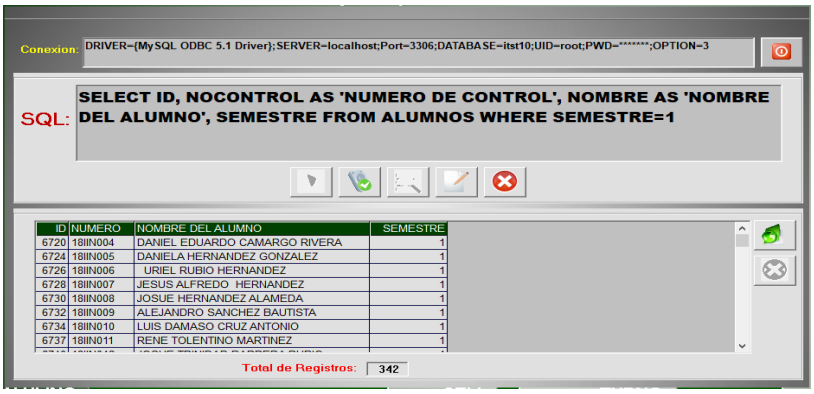
Fuente: Elaboración propia (2018)

Secuencia:

1. Capturar la información requerida (en el caso de Access, presionar el ícono que corresponda y enseguida aparecerá el explorador de archivos).
2. Presionar el botón correspondiente, si en caso que la conexión se realice de forma correcta; aparecerá mensaje de satisfacción.

Consulta SQL: (Figura 7), en éste módulo, el usuario podrá realizar las operaciones de creación y manipulación de la base de Datos seleccionado. De igual forma se puede ir guardando las operaciones que se realice o exportar en Excel.

Figura 7: Venta para la Consulta SQL



Fuente: Elaboración propia (2018)

CONCLUSIONES

El presente Software fue desarrollado con el objetivo principal de hacerles ver a los estudiantes cursando la materia de Taller de Base de Datos de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales; que la competencia que debe de adquirir es la capacidad de análisis, tener imaginación y que le quede claro: *los Sistemas de Gestores de Bases de Datos* tienen la misma lógica para su operación. Lo que si deben de conocer de forma amplia es el ***Lenguaje Estructurado de Consultas (SQL, Structured Query Languaje)***.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

E. Kendall, K. y E. Kendall, J. (2005). Análisis y diseño de sistemas. México: Pearson Educación.

Korth, H. y Silbertchatz, A. Fundamentos de Bases de datos. (5ª ed.). Ed. McGraw Hill.

De Miguel, A. y Piattini, M. Fundamentos y modelos de bases de datos. (2ª ed.), Ed. AlfaOmega Ramma.

Rob, P. y Coronel, C. Sistemas de Base de Datos (Diseño, Implementación y Administración). (5ª ed.).Ed. Thomson.

De Miguel, S. y Piattini, M. Concepción y Diseño de Base de datos –Del modelo E-R al modelo relacional. Ed. Addison Wesley Iberoamericana, Ra-ma.

Post, Gerald V. (2006). Sistemas de Administración de Bases de Datos, 3ª Edición, Editorial Mc Graw Hill.

Mannino Michael V (2009). Administración de bases de datos: Diseño y desarrollo de aplicaciones. 2da. Edición, Editorial Mc Graw Hill.

Abraham Silberschatz, Henry F. Korth, S. Sudarshan, (2006). Fundamentos de base de datos, 5ta edición, Mc Graw Hill.

Silberschatz, A.; F. Korth, H. y Sudarshan, S. (2003). Fundamentos de bases de datos. España: McGraw-Hill.

Rosa, Maria Elizabeth, (2005). SQL Server, Bases de Datos robustas y confiables, Colección Manuales USERS, Editorial MP Ediciones.

Vélez de Guevara, IES Luis, (2018). Gestión de Bases de Datos, versión 1.0

Camps Paré, Rafael, Casillas Santillán, Luis Alberto, Costal Costa, Dolors, Gibert Ginesta, Marc, Martín Escofet, Carme, Pérez Mora, Oscar. (2005). Bases de Datos. Barcelona, España. UOC

Sommerville, I. (2005). Ingeniería del software. Madrid, España. Pearson Educación, S.A.

Duarte, E. (2018). 10 Habilidades Que Todo Programador Debe Tener. Retrieved from http://blog.capacityacademy.com/2015/04/15/10-habilidades-todo-programador-debe-tener/

DISEÑO DE SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN

ESTEFANÍA MARTÍNEZ GONZÁLEZ[1], JOSÉ ANDRÉS DE JESÚS MARTÍNEZ[2], FRANCISCO JESÚS URBINA MORALES[3]

INTRODUCCIÓN

La presente investigación aborda una de las problemáticas que desde hace años afectan a muchas Instituciones Educativas , y es el llevar un Control Automatizado efectivo sobre sus archivos, el principal objetivo de esta investigación es realizar un estudio sobre las causas que originan la necesidad de llevar un buenSistema de automatización.

Los procesos rutinarios en forma manual procesan información lenta, llevarla a un sistema automatizado garantiza un mejor trato de información.

Los avances tecnológicos han obligado al hombre no solo a desarrollar sino a incrementar la calidad de las diferentes formas de producción de bienes la potencia y las posibilidades de este aparato (Computador) han cambiada profundamente tanto en su concepción como en su uso, sin olvidar o dejar de lado, que la función de un computador se reduce a tratar la información que le sea suministrada y proveer los resultados requeridos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con el transcurso del tiempo la tecnología avanza, las empresas se sienten en la necesidad de adquirir tecnología para el mejoramiento de sus sistemas y a las vez sus procedimientos, con el fin de garantizar un eficaz funcionamiento y así obtener una adaptación paralela de condiciones con las empresas líderes del mercado.

Es importante confrontar el desarrollo que se ha llevado a cabo en el campo de la informática, tal vez la palabra clave es la comunicación, pues el hombre ha sido capaz de comunicarse más fácilmente con un deseo interminable, que se puede decir, no se ha realizado del todo pero va encaminado hacia él, es un hecho que

[1] Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlan. fhanni_matgoz@hotmail.com
[2] Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlan. mozila_bot@hotmail.com
3 Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlan. franciscourbi17@hotmail.com

las computadoras liberan al hombre de las abrumadoras tareas de efectuar rutinas masivas y le permite emplear su inteligencia en tareas más estimulantes e interesantes. Las computadoras son más que un cerebro de alta velocidad, se ha convertido en un auxiliar del hombre para una amplia variedad de tareas.

En esta era se ha observado una gran innovación y desarrollo de tecnologías de la información que ha permitido la evolución de computadores que son capaces de producir sistemas de información a la sociedad con apartes a los distintos sectores económicos, sociales, políticos, educativos, entre otros.

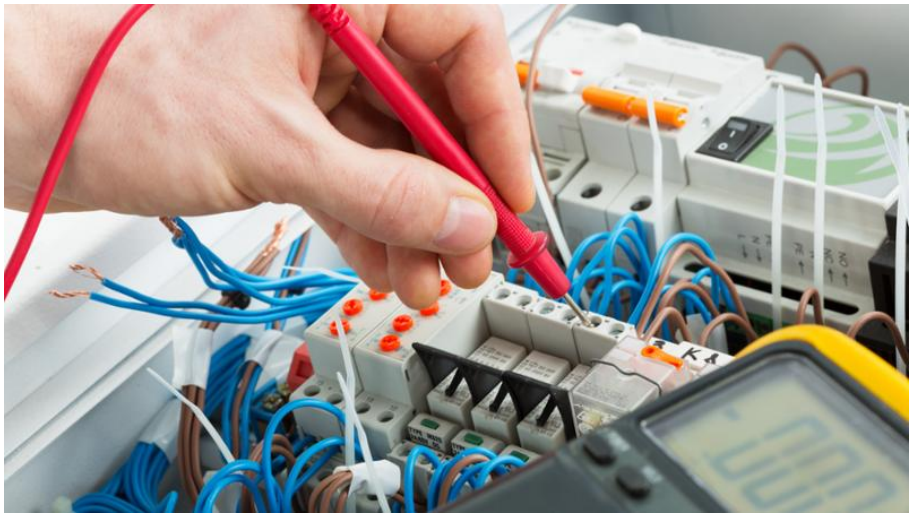
Todo sistema de control debe ser estable, este es un requisito básico, además de estabilidad absoluta, un sistema de control debe tener una estabilidad relativa razonable; es decir, la respuesta debe mostrar un amortiguamiento razonable. Asimismo, la velocidad de respuesta debe ser razonablemente rápida, y el sistema de control debe ser capaz de reducir los errores a cero, o a un valor pequeño tolerable.

METODOLOGÍA

La automatización (o automación) industrial es la utilización de sistemas de control, tales como computadoras o robots, y de tecnologías de la información, para el manejo de procesos y maquinarias en una industria, con el objetivo de reemplazar al ser humano. Es el paso siguiente a la mecanización, en el ámbito de la industrialización.

En otras palabras, es el reemplazo con computadoras y máquinas a la toma de decisiones del ser humano en un proceso de mecanización

Puede definirse también como la utilización de tecnologías y sistemas de control automático que resultan en la operación y control de procesos industriales en forma automática, sin intervención humana significativa, logrando un rendimiento superior al control manual. Estos dispositivos de automación incluyen PLCs (Controladores Lógicos Programables), PCs, PACs (Controladores de Automatización Programables), etc. y las tecnologías incluyen varios sistemas de comunicación industrial.



La competitividad altamente creciente en la industria de hoy en día exige productos de alta calidad y más consistentes con un precio competitivo. Para abordar este desafío, muchas industrias ponen el foco en el diseño de nuevos productos y técnicas de fabricación integradas, en paralelo con el uso de dispositivos automatizados.

Uno de los movimientos notables e influyentes para obtener las soluciones al desafío mencionado es la automatización industrial, la cual permite incrementar la calidad del producto, la fiabilidad y la velocidad de producción, reduciendo al mismo tiempo los costos de diseño y fabricación mediante la adopción de tecnologías y servicios nuevos, innovadores e integrados.

La Automatización Industrial es la aplicación de diferentes tecnologías para controlar y monitorear un proceso, maquina, aparato o dispositivo que por lo regular cumple funciones o tareas repetitivas, haciendo que opere automáticamente, reduciendo al mínimo la intervención humana. Lo que se busca con la Automatización industrial es generar la mayor cantidad de producto, en el menor tiempo posible, con el fin de reducir los costos y garantizar una uniformidad en la calidad.

La Automatización Industrial la encontramos en muchos sectores de la economía, como en la Fabricación de Alimentos, Productos Farmacéuticos, Productos Químicos, en la Industria Gráfica, Petrolera, Automotriz, Plásticos, Telecomunicaciones entre otros, sectores en los cuales generan grandes beneficios. No solo se aplica a maquinas o fabricación de productos, también se aplica la gestión de procesos, de servicios, a manejo de la información, a mejorar cualquier proceso que con lleven a un desempeño

más eficiente, desde la instalación, mantenimiento, diseño, contratación e incluso la comercialización.

La automatización es un sistema donde se trasfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

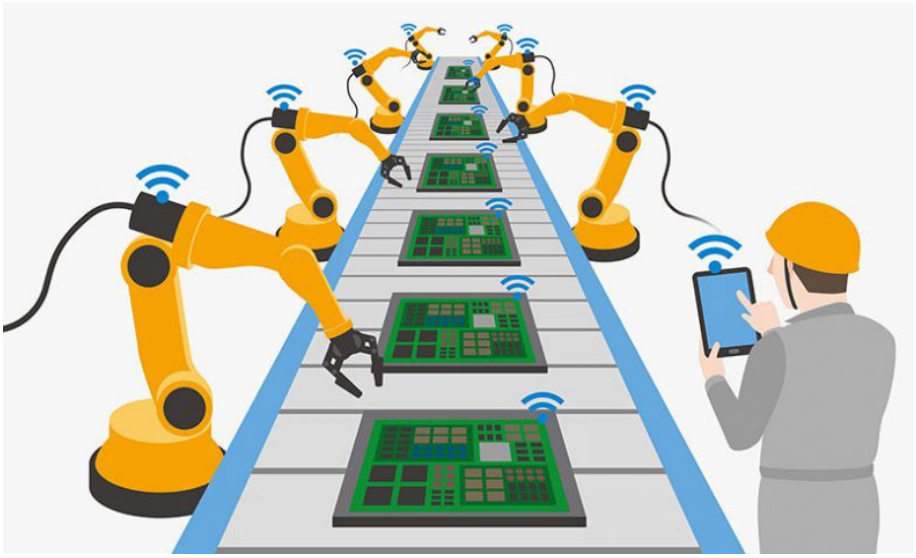
Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- Parte de Mando
- Parte Operativa

La Parte Operativa es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores ..y los captadores como fotodiodos, finales de carrera

La Parte de Mando suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada) . En un sistema de fabricación automatizado el autómata programable esta en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

OBJETIVOS DE LA AUTOMATIZACIÓN



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

VENTAJAS Y BENEFICIOS

- ✓ COSTO ÓPTIMO DE OPERACIÓN

La integración de diversos procesos en la industria con maquinarias automatizadas, minimiza los tiempos de ciclo y esfuerzo, y por lo tanto la necesidad de trabajo humano se reduce. Esto resulta en una menor inversión en personal y empleados.

- ✓ ALTA PRODUCTIVIDAD

La automatización de fábricas y procesos industriales mejoran las tasas de producción a través de un mejor control de la misma. Ayuda a lograr la producción en masa, reduciendo drásticamente el tiempo de montaje por producto con una mayor calidad. Por otro lado, permite a las industrias operar las 24 horas del día.

- ✓ PRODUCTOS DE ALTA CALIDAD

Dado que la automatización reduce la participación humana, la posibilidad de errores humanos también se elimina. Permite mantener un nivel de calidad y homogeneidad de productos, mediante el control y monitoreo adaptativos de los procesos industriales en todas las etapas, desde el inicio hasta el producto final.

- ✓ MAYOR SEGURIDAD PARA EL PERSONAL

Aumenta el nivel de seguridad al personal, sustituyéndolos por robots industriales y dispositivos automáticos en condiciones de trabajo peligrosas.

- ✓ ALTA FLEXIBILIDAD

El agregado de una nueva tarea en la línea de montaje implica el entrenamiento necesario a todos los operadores manuales involucrados. En cambio, los robots y máquinas pueden ser programados para realizar todo tipo de tareas, lo que permite una mayor flexibilidad en el proceso productivo.

- ✓ INFORMACIÓN PRECISA

La adquisición de datos automática permite recolectar información clave de la producción, incrementando la precisión de los datos y minimizando los costos de adquisición. Esto contribuye a una mejor toma de decisiones a la hora de mejorar los procesos industriales.

- ✓ REDUCCIÓN DE CONTROLES DE RUTINA

La automatización reduce completamente la necesidad de comprobar manualmente parámetros del proceso. Aprovechando las tecnologías de automación, los procesos industriales ajustan automáticamente las variables del proceso a los valores fijados o deseados usando técnicas de control en bucle cerrado.

Los sistemas de automación industrial pueden muy complejos por naturaleza, teniendo un gran número de dispositivos trabajando en sincronización con las tecnologías de automatización. La disposición jerárquica del sistema de automatización consta de diferentes niveles.

- ✓ NIVEL DE CAMPO

Es el nivel más bajo. Incluye los dispositivos de campo como sensores y actuadores. La principal tarea de estos dispositivos de campo es transferir los datos de procesos y máquinas al siguiente nivel superior para monitoreo y análisis. Y también incluye el control de parámetros de proceso a través de actuadores. Como ejemplo, podríamos describir este nivel como los ojos y los brazos de un proceso particular.

- ✓ NIVEL DE CONTROL

Este nivel se compone de varios dispositivos de automatización como máquinas CNC, PLCs, etc., que adquieren los parámetros de proceso de varios sensores. Los controladores automáticos accionan los actuadores basándose en las señales procesadas provenientes de los sensores y en la técnica de programación o control.Los controladores lógicos programables (PLC, Programmable Logic Controller) son los controladores industriales más ampliamente utilizados que son capaces de proporcionar funciones de control automático basadas en la entrada de sensores. Constan de varios módulos como CPU, entradas / salidas analógicas, entradas / salidas digitales y módulos de comunicación. Permite al operador programar una función o estrategia de control para realizar ciertas operaciones automáticas durante el proceso.

- ✓ NIVEL DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE PRODUCCIÓN

En este nivel, dispositivos automáticos y sistemas de monitoreo, tales como las Interfases Hombre Máquina (HMI) proveen las funciones de control e intervención. Entre estas funciones se incluyen la supervisión de diversos parámetros, establecimiento de objetivos de producción, archivado histórico, puesta en marcha y parada de la máquina, etc. Por lo general, los dispositivos más utilizados en este nivel son los Sistemas de Control de Distribución (DCS, Distribution Control System) y HMIs de Control de Supervisión y Adquisición de Datos (SCADA, Supervisory Control and Data Acquisition).

- ✓ NIVEL DE INFORMACIÓN O EMPRESARIAL

Este es el nivel superior de la automación industrial que gestiona todo el sistema de automatización. Las tareas de este nivel incluyen la planificación de la producción,

análisis de clientes y mercados, compras y ventas, etc. Por lo tanto, se ocupa más de las actividades comerciales y menos de los aspectos técnicos.

- ✓ REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

Por otro lado, otro componente prominente en los sistemas de automatización industrial son las redes de comunicación industrial, que transfieren la información de un nivel al otro. Estas redes están presentes en todos los niveles del sistema de automatización para proporcionar un flujo continuo de información. No obstante, las redes de comunicación pueden ser diferentes de un nivel a otro. Algunas de estas redes incluyen RS485, CAN, DeviceNet, Foundation Field bus, Profibus, etc.

De la jerarquía anterior podemos concluir que hay flujo de información continua de nivel alto a nivel bajo y viceversa. Si asumimos esta forma gráfica, es como una pirámide en la que la información se agrupa a medida que subimos y obtenemos información detallada sobre el proceso a medida que bajamos.

TIPOS DE SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES

AUTOMATIZACIÓN FIJA	Este tipo de automatización se emplea para realizar operaciones fijas y repetitivas con el fin de alcanzar altas tasas de producción. Utiliza equipos de propósito especial o dedicados para automatizar las operaciones de ensamblaje o procesamiento de secuencia fija. Una vez definido, es relativamente difícil cambiar o variar el diseño del producto. Por lo tanto, es inflexible en proporcionar variedad de productos, pero aumenta la eficiencia con mayor tasa de producción y reduce el costo unitario.	Ejemplo, suelen utilizarse sistemas de automatización fija en procesos de destilado, talleres de pintura, transportadores, etc.
AUTOMATIZACIÓN PROGRAMABLE	Esta automatización es la más adecuada para el proceso de producción por lotes, donde el volumen del producto es medio a alto. Pero en esto, es difícil cambiar y reconfigurar el sistema para un nuevo producto o secuencia de operaciones. Por lo tanto, se requiere un tiempo de configuración extenso para	Ejemplos de este tipo de automatización son: máquinas y herramientas de control numérico, fábricas de papel, laminadores de acero, robots industriales, etc

	variar la secuencia de operaciones o adoptar un nuevo producto.	
AUTOMATIZACIÓN FLEXIBLE 	Este sistema de automatización proporciona el equipo de control automático que ofrece una gran flexibilidad para realizar cambios en el diseño del producto. Estos cambios pueden realizarse rápidamente a través de los comandos dados en forma de códigos por los operadores humanos. Este tipo de automatización permite a los fabricantes producir múltiples productos a través de un proceso combinado en lugar de separados.	Ejemplos de este sistema de automatización son: vehículos guiados automáticamente, automóviles, y máquinas CNC (Control Numérico Computarizado) multifunción

CONCLUSIÓN

La aplicación del factor tecnológico a determinados procesos, máquinas o dispositivos se ha prolongado con el fin de dotarlos de autonomía para que puedan ejecutar las actividades de producción por sí solos y de manera automática. Estos procesos se caracterizan por cumplir acciones o tareas repetitivas que, si bien no necesitan de la intervención humana durante su funcionamiento, son producto de nuestra inteligencia natural.

Podemos encontrar la automatización de procesos industriales en numerosos sectores. Este es el caso de la industria alimentaria, farmacéutica, química, gráfica, petrolera, plástica, en cualquier caso, la automatización no solo se aplica a máquinas o a procesos de fabricación de productos, sino que también es de gran ayuda en la gestión de procesos, de servicios y en el control de información, entre otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Ventajas y desventajas de la automatización industrial - MCR. https://www.mcr.es/ventajas-y-desventajas-de-la-automatizacion-industrial/.

Diseño de sistemas de automatización requisitos. https://instrumentacionycontrol.net/principios-basicos-de-diseno-de-sistemas-de-control/.

¿Cuáles son los beneficios de la automatización de procesos?

https://www.grupovalle.es/noticias/13-valle-industrial/294-%C2%BFcu%C3%A1les-son-los-beneficios-de-la-automatizaci%C3%B3n-de-procesos-industriales

COMPONENTES DEL SECTOR PIROTÉCNICO: UN CAMINO HACIA LA INNOVACIÓN

GISELA JANETH ESPINOSA MARTÍNEZ[1], SAMUEL GARRIDO ROLDÁN[2], VERÓNICA VELÁZQUEZ ROMERO[3]

RESUMEN

Ante la falta de un modelo que apoye la gestión tecnológica, las capacidades innovadoras de los productores artesanales de la pirotecnia se desaprovechan, diluyéndose ante los problemas cotidianos de la organización. En consecuencia, cualquier avance técnico se pierde, sin posibilidades de mejorar la competitividad de los artesanos. El objetivo de esta investigación es identificar los componentes del sector pirotécnico para alcanzar la innovación. La metodología de investigación tiene un enfoque cualitativo, por su alcance exploratorio, por la manipulación de las variables no experimental, por la temporalización del fenómeno, transversal y por el lugar donde se realiza, de campo. La población fueron los productores pirotécnicos del Municipio de Tultepec, Estado de México, mismos que se abordaron de forma aleatoria. El muestreo fue no probabilístico a conveniencia del investigador, tomándose 204 productores pirotécnicos. El objeto de estudio son los polvorines de Tultepec, Estado de México. Se concluye que las condiciones en que se encuentran los talleres pirotécnicos en nuestro país, al igual que una falta de gestión tecnológica, denotan una deficiencia organizacional, productiva, de infraestructura y tecnológica, todo ello agravando la crisis que actualmente presenta la industria pirotécnica en cuanto a la seguridad.

Palabras clave: Modelo, gestión, tecnología e innovación y Tultepec.

INTRODUCCIÓN

Etimológicamente, pirotecnia tiene sus raíces en las palabras griegas *piros*, fuego y *techne*, arte o técnica, y por lo tanto significa “el arte que trata de todo género de invenciones de fuego”. China se conoce como el lugar de nacimiento de los fuegos

[1] Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco.gespinosam@yahoo.com.mx
2 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco garrido.samuel@gmail.com
3 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco. ing_ind_amb@hotmail.com

artificiales. Durante la dinastía Tang (960-1279) se descubrió la primera mezcla explosiva, denominada “polvo negro”. Se dice que en el siglo VI, un cocinero de la antigua China descubrió que una mezcla de sulfuro, salitre y carbón de leña era muy inflamable y estallaría si estaba contenida en un espacio pequeño, posteriormente se utilizaron los fuegos artificiales para las fiestas (IMEPI, 2013).

La pirotecnia de acuerdo a la Real Academia Española (2018) es la técnica de la fabricación y utilización de materiales explosivos o fuegos artificiales.

Como se puede apreciar, la pirotecnia data de muchos años atrás, al ser un oficio tan antiguo ya debería de haberse perfeccionado su elaboración, pero no ha sido así; lo cual es un área de oportunidad para indagar al respecto y proponer una solución.

En el siguiente trabajo se revisará la historia de la pirotecnia, la teoría de innovación y el modelo de gestión propuesto para el sector pirotécnico.

TÉCNICA E INNOVACIÓN

La Comisión Económica para américa Latina y el Caribe (CEPAL) quiso entender las causas de las diferencias en las tasas de crecimiento entre países y regiones encontraron que la difusión del progreso técnico en los procesos de innovación era lenta y desigual. A nivel internacional, al cual llamó centro-periferia, identificó que el progreso técnico se generaba inicialmente en los centros, donde la innovación y difusión tecnológica avanzaba a la par de la aparición de nuevos sectores económicos y de la construcción de nuevas capacidades.

En los análisis de la CEPAL, el cambio técnico era ya considerado un elemento importante al diseñar políticas y estrategias para que los países latinoamericanos salieran del atraso. En 1949 Prebish planteaba que la propagación del progreso técnico desde los países de origen a los receptores era lenta e irregular.

Bajo este enfoque, los primeros modelos de crecimiento económico presentados por Solow y Swan plantearon que la dinámica demográfica es un factor dominante y que la tecnología es un factor exógeno que depende de la acumulación de capital; en términos sencillos el factor tecnología era la combinación de capital y trabajo que permitía operar en la frontera de posibilidades de producción (Solow, 2010).

Ante estas restricciones en la teoría, se desarrollaron enfoques de innovación basados en las ideas de Schumpeter que identificaron los procesos de creación, asimilación y trasformación innovadoras en un contexto organizacional, de mercado, institucional y de gobernanza a fin de analizar el desarrollo y crecimiento de las empresas.

En algunos núcleos dinámicos del cambio, destacando la nanociencia y la nanotecnología, la biogenética, la medicina personalizada, la neurociencia y la física en partículas, se puede advertir el surgimiento y consolidación de nuevas relaciones entre la ciencia y la técnica. En efecto, uno de los fenómenos de mayor importancia y significado, es la drástica disminución temporal del periodo que transcurre entre el descubrimiento científico y su aplicación técnica. Las innovaciones surgen en el mundo moderno primero como prácticas que irrumpen, compiten y desplazan a otras que se tornan obsoletas (Ramírez, 2016).

Se puede concluir que el producto de toda innovación es el cambio técnico, procurando mejoras en la calidad, rendimiento, eficiencia y, en general, los procesos y los productos. Por lo anterior, la innovación es, un elemento fundamental del desarrollo económico.

La innovación se considera una ventaja competitiva para la toda organización y un motor de crecimiento en lo económico.

En la Tabla 1 se mostrarán los diferentes conceptos de innovación tecnológica que han aportado los estudiosos del tema.

Tabla 1. *Definición de innovación tecnológica*

Concepto	Autor
La acción de dotar a la producción de recursos para crear nuevas posibilidades de producir riqueza	Jean-Baptiste Say (1803)
Cualquier forma de hacer las cosas de modo distinto en la vida económica	Schumpeter (1934)
Adopción de un cambio novedoso para la empresa y el entorno	Knight (1967)
Introducción con éxito en el mercado de una nueva idea en forma de productos, procesos, servicios o técnicas de gestión y organización	Pavón y Goodman (1976)
Un cambio en la conducta de las personas como consumidores o productores	Drucker (1981)
Crear cualquier producto, servicio o proceso nuevo para la unidad de negocio	Tushman y Nadler (1986)
Es un proceso por el cual la nueva información surge y se concreta en un producto que satisfaga las necesidades humanas.	Kenney (1991)
Realizar lo que nadie ha imaginado todavía	
Mudar o alterar algo, introduciendo novedades	Morcillo (1995)
Puesta en práctica de un producto, proceso, sistema de marketing o método organizativo, nuevo o mejorado	Real Academia de la Lengua (2001)
Ofrecer al mercado un modelo de negocio distinto al de la competencia	Manual de Oslo (2006)
La innovación es la creación y transformación del conocimiento en nuevos productos, procesos y servicios que satisfagan las necesidades del mercado	González Alorda y Huete (2009)
	Dutrenit (2015)

Fuente: Elaboración propia a partir de las contribuciones de los autores mencionados

GESTIÓN TECNOLÓGICA

La gestión tecnológica en cada empresa es diferente en muchos aspectos, según sean los procesos de innovación en los que participe. La realización de procesos y proyectos de innovación tecnológica, la adopción o implantación de procesos de producción tecnológica nuevos o con características mejoradas de desempeño, la introducción al mercado de nuevos productos, las actividades de generación y mantenimiento de Know-how para que las empresas lleven a cabo sus tareas, la organización de las tareas de I&D e innovación interna (in house) o en conjunto con otras organizaciones, el establecimiento de incentivos para asegurar la innovación rápida y en la dirección correcta, forman parte del repertorio de prácticas de gestión de tecnología que utilizan las empresas en su operación (Medellin, 2010).

De acuerdo a Badawy (1997) citado en (Medellin, 2010) la gestión de la tecnología es un proceso integrador, no es una actividad funcional como la dirección de la ingeniería. Se centra en la integración del aspecto tecnológico de la compañía (I&D, ingeniería,

fabricación, entre otros). Visto desde esta perspectiva, la gestión de tecnología tiene un impulso estratégico e integrador.

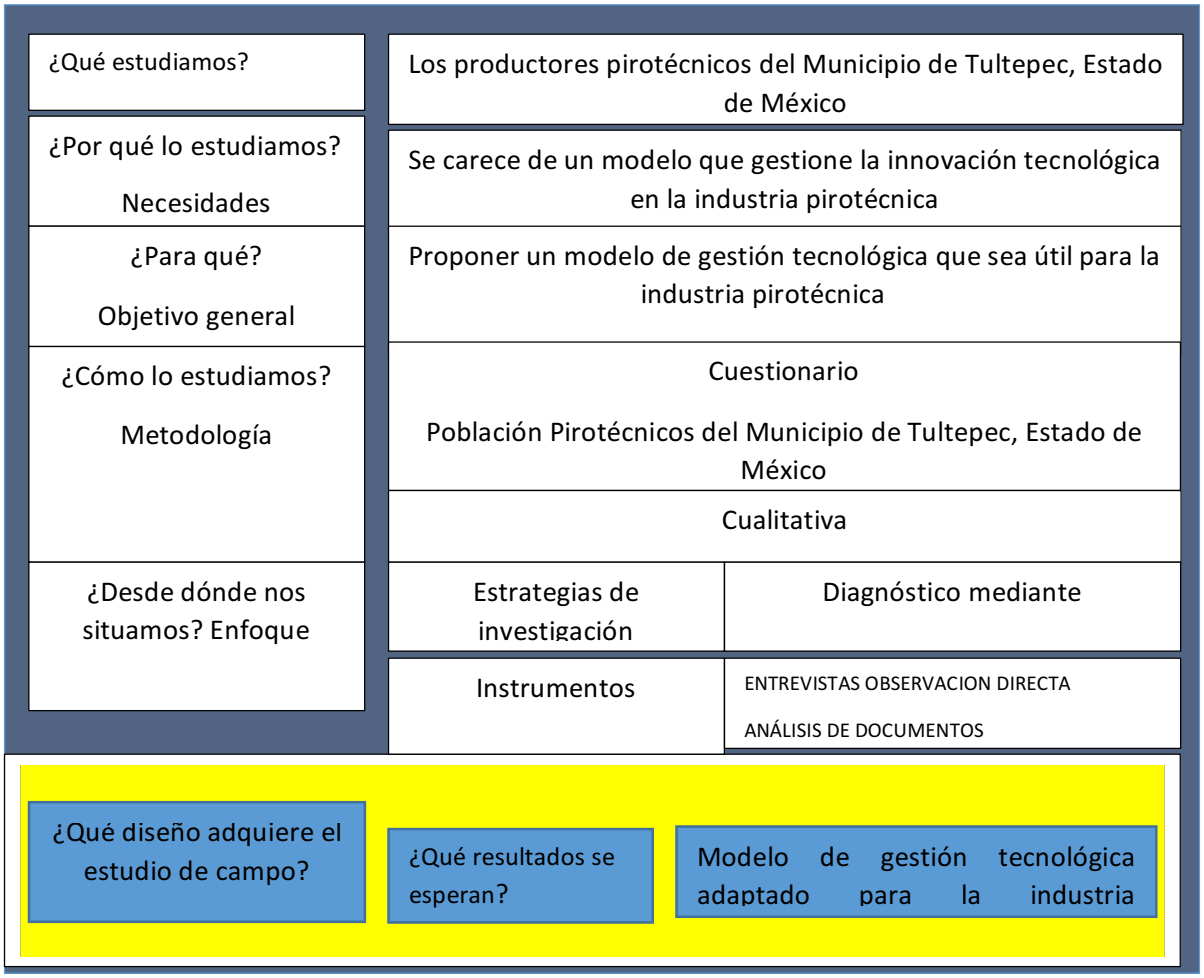
La gestión tecnológica es el conjunto de técnicas que permite la identificación del potencial y los problemas tecnológicos de la empresa, con el fin de elaborar e implantar sus planes de innovación y mejora continuas, a efectos de reforzar su competitividad. Gestionar adecuadamente la tecnología implica conocer el mercado, las tendencias tecnológicas y la capacidad de los competidores; adquirir de la forma más favorable, las tecnologías que convenga desarrollar internamente, así como las que se vayan a contratar en el exterior, garantizando su financiación (Solleiro & Castañón, 2008). Los cambios radicales surgen en las organizaciones como resultado directo de los colosales cambios que están ocurriendo en la informática, telemática, entre otros, que afectan en forma decisiva a los procesos de diseño, producción, distribución, comercialización, de consumo y por supuesto de gestión (Ramírez, 2016).

Los modelos del proceso de innovación resultan muy útiles cuando se trata de mejorar la comprensión de la gestión de la innovación en las empresas

METODOLOGÍA

En esta etapa se especifica el método que se aplicó para la investigación, se detallan los pasos para la recopilación de la información necesaria y se describen las herramientas de recolección utilizadas en la investigación así como la naturaleza de ésta.

Figura 1. Diseño general de investigación



INSTRUMENTO

El objeto de estudio son los polvorines de Tultepec, Estado de México. La población fueron los productores pirotécnicos del Municipio de Tultepec, Estado de México y de ahí contestaron 204 productores, se abordaron de forma aleatoria. El instrumento que se diseñó y aplicó a los productores pirotécnicos del Municipio de Tultepec, Estado de México. El muestreo fue de tipo de conveniencia debido a la fácil disponibilidad a la información y a conveniencia del investigador.

Figura 2. "Cuestionario de innovación tecnológica para la industria pirotécnica del Municipio de Tultepec, Estado de México"

FOLIO: **EDAD:** **SEXO: (F) (M)** **LUGAR DE TRABAJO:**

	De la siguiente lista marque la respuesta que considere pertinente: 1. Totalmente en desacuerdo, 2. En desacuerdo, 3. No lo había considerado, 4. De acuerdo, 5 Totalmente de acuerdo	**TOTALM**	**EN**	**NO LO**	**DE**	**TOTALE**
TECNOLOGÍA	(1). Considero que si utilizo tecnología para hacer los juegos pirotécnicos se reducirá el tiempo de fabricación	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	(2). El uso de tecnología en la realización de juegos pirotécnicos generará mayores ganancias	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	(3). Considero que implantar tecnología en el proceso tiende a aumentar empleos al mejorar la producción, calidad y tiempo de realización de los juegos pirotécnicos	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	(4). Todos los procesos de fabricación en mi polvorín son manuales	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	(5). Aceptaría utilizar prototipos automatizados que mejoren la realización de juegos pirotécnicos	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	(6). Está de acuerdo en comprar tecnología de otros países	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	(7). Conoce qué máquinas hay en el extranjero que podrían servir en su proceso	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
INNOVACIÓN	(8).Conoce las formas de innovar	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	(9).Considera que es caro innovar	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	(10).Las máquinas que el tornero elabora de acuerdo a las necesidades ¿las consideras una innovación?	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	(11).Las fórmulas que utiliza ¿las patentaría?	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	(12). Ha comprado patentes, licencias?	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	(13). Patentaría su proceso?	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
FINANCIAMIENTO	(14).Conoce sobre los fondos que otorga el sector público y privado	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	(15).Conoce qué bancos le pueden otorgar financiamiento	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	(16).Sabe los requisitos y restricciones que un banco le pide para obtener un financiamiento	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	(17).Está de acuerdo en utilizar un financiamiento para innovar	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	(18).Estaría de acuerdo en complementar el financiamiento para innovar y/o adquirir tecnología	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	(19).Estaría dispuesto a endeudarse para adquirir tecnología o innovar	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	(20).Es constante en el pago de salarios de los trabajadores	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	(21).Paga en efectivo la maquinaria que adquiere del tornero	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
CAPACITACIÓN	(22).Me interesa obtener capacitación en la realización de juegos pirotécnicos que involucren tecnología en el proceso	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	(23).Capacitaría a sus trabajadores aunque no fueran su familia	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	(24).Transmitiría los secretos de sus fórmulas	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	(25).Pagaría consultorías y asesorías	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**

Fuente: Elaboración propia.

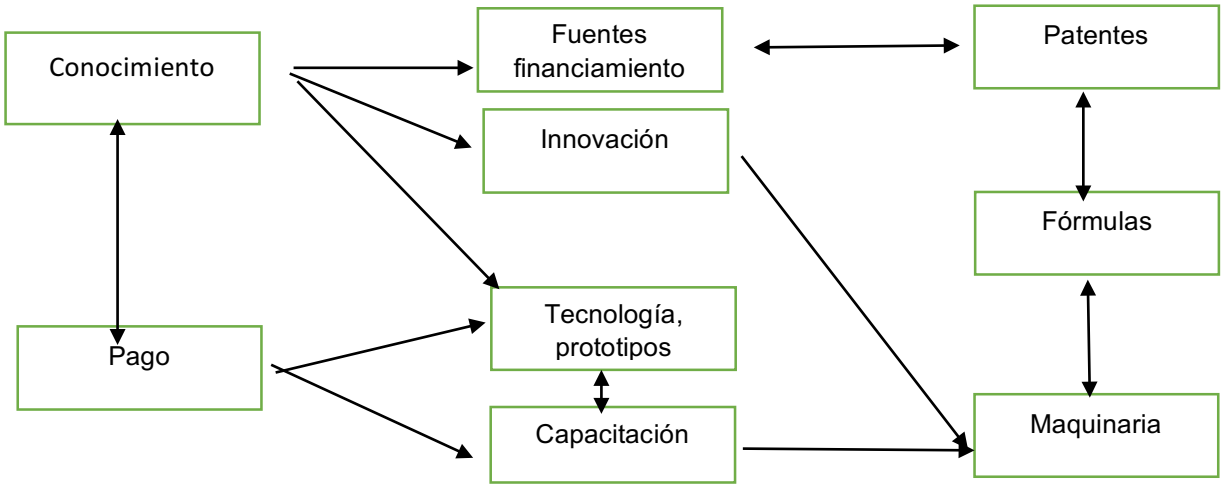
Se concluye la metodología visualizando que es la parte medular de este trabajo de investigación; ya que de aquí se parte para analizar los datos resultantes de la aplicación de los distintos instrumentos diseñados.

RESULTADOS

Una vez finalizada la fase de recolección de información, se continuó con la tabulación de los datos obtenidos del instrumento aplicado. Se utilizó el programa informático Excel y el programa estadístico Statistical Package for the Social Sciences, Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS).

De allí se obtuvieron los datos para el modelo

Figura 3. Modelo de innovación con los componentes de la industria pirotécnica.



Fuente: Elaboración propia

A continuación se describen los determinantes de la innovación regional en la industria pirotécnica en el Municipio de Tultepec, Estado de México.

El primer componente identificado como pago capacitación, los productores pirotécnicos están dispuestos a capacitar a sus trabajadores, pero a un costo bajo; ya que sus trabajadores son familiares, la mayoría de ellos entran en el negocio desde jóvenes y los que ingresan sin ser familiares, los capacitan para las tareas básicas sin tanto detalle del producto, también es la parte de proteger los procesos y normalmente es una capacitación sobre la marcha, sin tanto detalle.

El segundo componente llamado capacitación, es la que puede dar el productor pirotécnico a sus trabajadores, pero la capacitación que el productor pirotécnico debería recibir para estar actualizado, es otra situación que se presenta que no hay en el país una persona más capacitada que el productor pirotécnico, en lo que en otros países cuentan con especialistas en el tema y los preparan en mejorar el producto, en

la seguridad, en estrategias de venta, entre otros; es decir, técnicas nuevas que al productor pirotécnico realmente le aporta dicha capacitación, en Tultepec el productor es el especialista y no cuenta con aportaciones de nueva tecnología, patentes, beneficios económicos que lanzan ciertas instancias para esta industria.

De lo anterior se desprende el tercer componente fuentes de financiamiento, el conocimiento que tienen los productores pirotécnicos de algunas instituciones como la Secretaría de Economía, Nacional Financiera, Bancomext, instituciones financieras públicas y privadas, indica que si tienen conocimiento al respecto y conocen los requisitos que los bancos les piden para acceder a un financiamiento.

Aquí existe un componente que no se plasmó como tal porque es muy subjetivo y es la "confianza" que el productor pirotécnico no siente hacia ninguna instancia gubernamental ni privada, por ello no busca beneficios.

En el cuarto componente llamado capacitación tecnología, aquí entran aspectos financieros como ya que el productor pirotécnico está dispuesto a endeudarse por parte de financiamientos y a pagar, que tienen los productores analizados como los de mayor importancia en la búsqueda de adoptar capacitación y nueva tecnología.

Aquí se puede observar la disposición de los productores para endeudarse con el fin de adquirir tecnología y capacitación que ayude aumentar y mejorar su producción. Hay una disposición a pagar y complementar el financiamiento para adquirir tecnología. Lo anterior implica que los productores pirotécnicos conocen y están dispuestos a asumir los riesgos que son el de adquirir un financiamiento y la otra la adopción de tecnologías como los prototipos, ambos componentes de un proceso de innovación.

Con respecto a los prototipos, alguna vez les llegó uno para hacer mecha y no la utilizaron porque tuvieron miedo de descomponerla y les surgió la duda quién la iba arreglar; ya que ellos no estaban informados quién podía tener acceso a ella.

El quinto componente fórmulas patentes, los productores no consideran importante patentar los procesos de innovación, ni las fórmulas que han sido heredadas de generación en generación. Con respecto a las patentes, cabría la posibilidad de patentar, pero que ellos como poseedores de las fórmulas, consideran que deben llevarse todo el beneficio que origine patentar su secreto

Los productores a los únicos que les dicen sus fórmulas son a sus hijos varones y ya de ellos dependen a quién se las transmiten.

Países como Brasil, España, China, Estados Unidos de Norteamérica llevan la delantera en patentar sus fórmulas, lo cual en México no se da por la falta de una figura que gestione ese proceso, una instancia que se encargue de orientar al productor a proteger sus intereses, pero éstos no quieren tener que ver con el gobierno porque no le tienen confianza.

En el sexto componente innovación maquinaria la maquinaria que les hace el tornero es personalizada de acuerdo a sus necesidades; dicha maquinaria el tornero la realiza de acuerdo a lo que el productor le pide y así trabaja, pero el productor a pesar de conocer tecnología sofisticada, ellos prefieren seguir utilizando la tecnología manual en los procesos de producción y en el mismo modo, no representa una prioridad utilizar tecnología del extranjero.

Los productores pirotécnicos consideran importante manejar maquinaria para sus procesos, la cual consideran que tiene efectos positivos sobre la innovación; sin embargo, ellos creen que el uso de tecnología en sus procesos no se relaciona positivamente con el incremento del empleo ni con el incremento en la producción y en la disminución del tiempo de producción, pero también actúa en contra de la innovación el hecho de tener que pagar en efectivo la maquinaria que adquiere del tornero.

El séptimo componente licencia se refiere a que los productores pirotécnicos se quejan de que han pagado por siempre licencias y permisos a la SEDENA, quien regula las sustancias manejadas por los productores pirotécnicos, cada tres meses tienen que renovar sus permisos para la compra de los químicos y durante todo el año se les obliga a renovar dichos permisos o no pueden adquirir las sustancias para producir sus cohetes.

Toda esa burocracia origina la venta clandestina de materia prima para saltarse el paso de adquirir los permisos que genera la SEDENA.

El octavo componente financiamiento, el productor pirotécnico está dispuesto a obtener un financiamiento, pero que pague pocos intereses, pero por parte de los bancos no podrían obtenerlo; ya que no están dados de alta ante el Sistema de Administración Tributario (SAT).

Los ocho los componentes que se encontraron en el análisis de la información de los instrumentos aplicados a los pirotécnicos; los cuales determinan la innovación en el Municipio de Tultepec, Estado de México, algunos son obvios, pero lo más importante es que los productores pirotécnicos cuentan con vasta información, pero la desconfianza es la que no permite que éstos compartan sus conocimientos con algunos actores.

CONCLUSIONES

Una vez realizado el análisis de la información obtenida, se continúa con las conclusiones de este trabajo de investigación.

Se identificaron obstáculos en la industria pirotécnica:

a) El productor pirotécnico no quiere compartir información con el gobierno, no ha visto apoyo por parte de ellos.

b) Al no estar registrados ante el Sistema de Administración Tributaria, los bancos no les otorgan financiamiento.

c) Al encontrarse en el mercado informal se recurre a la compra clandestina de la materia prima y eso hace crecer al mercado chino y como consecuencia los riesgos también aumentan.

Tultepec, Estado de México es un municipio con arraigada tradición pirotécnica, donde los productores son artesanos de oficio y el conocimiento tecnológico es transmitido informalmente de generación en generación. A consecuencia de esto, no se han producido innovaciones tecnológicas del proceso en mucho tiempo, lo que ha limitado la competitividad de los productores pirotécnicos.

A esto se suma el que esta industria es atacada por los medios de comunicación debido a los continuos accidentes que ocurren en los talleres o en los mercados de cohetes. A continuación se hace un recuento de las explosiones de los últimos años, conocidas en el Municipio de Tultepec, Estado de México.

El 15 de septiembre de 2005 en el mercado de Santiaguito con 57 personas lesionadas y 70 vehículos calcinados; casi un año después el 12 de septiembre del 2006 en el mercado de san Pablito acabando con 450 locales de venta; 2007 hubo otras explosiones en cadena; en 2012 dos polvorines explotaron dejando un muerto y ocho

heridos; 21 de marzo en 2016 deja 3 muertos y 5 heridos, un mes después un polvorín estalla; seis explosiones en el mercado de San Pablito el 20 de diciembre dejan 42 muertos y 60 heridos; el 4 de marzo en la Piedad con 2 muertos y 7 lesionados. Dichos números son maquillados por los productores y vendedores de la pirotecnia; cuando se da una explosión entre ellos se apoyan para sacar lesionados del lugar para cuando lleguen al lugar los paramédicos o policías, ya no sean tantos accidentados; ya que si dieran las cifras reales de muertos y lesionados, el gobierno podría proceder a cerrar el negocio.

Lo comentado anteriormente sobre el actual estado de deficiencia a nivel organizacional, productivo y tecnológico en la industria pirotécnica fue confirmado por las observaciones de campo realizadas en este trabajo.

Se procede a contestar las preguntas de investigación

¿Cuál es el diagnóstico de la industria pirotécnica?

Las condiciones en que se encuentran los talleres pirotécnicos en nuestro país, denotan una deficiencia organizacional, productiva, infraestructura, tecnológica, pero principalmente de desconfianza como ya se mencionó por parte de los productores pirotécnicos. Aunado a esto, los talleres se encuentran en lugares alejados de la población y de difícil acceso para recibir apoyo.

La pirotecnia atraviesa, además, una crisis de imagen pública: una normatividad que no se aplica y las fotografías de talleres desordenados, donde se aprecian niños y perros jugando al lado de los montones de pólvora, da la impresión de una actividad de alta peligrosidad, clandestina en muchas ocasiones y que, por lo mismo, no es aceptada para algunas instancias.

¿Qué modelo de gestión tecnológica sería eficiente para la industria pirotécnica?

Dicho Modelo de Gestión Tecnológica, que llevada a cabo con los actores correspondientes, coadyuvará a la mejora en los procesos, en el seguimiento a la maquinaria generada, a ingresar al mercado formal; lo cual los llevará a obtener beneficios de rentabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Española, R. A. (8 de julio de 2018). *Real Academia Española. Diccionario de la lengua española*. Obtenido de http://www.rae.es/

IMEPI. (2013). *Pirotecnia Mexiquense. Artesanía de fuego* (2a. ed.). Toluca Estado de México: Consejo Editorial Estado de México. Obtenido de https://www.librerianacional.com/pagina=producto&libro=341994

Medellin, A. (2010). La gestión de tecnología en empresas innovadoras mexicanas. D.F., México: UNAM.

Ramírez, J. (2016). *Creatividad e innovación.* México: Universidad Autónoma Metropolitana.

Solleiro, J., & Castañón, R. (2008). *Gestión Tecnológica: conceptos y prácticas.* México D.F.: Paza y Valdes.

Solow, R. (22 de marzo de 2010). *A Contribution to the Theory of Economic Growth.* Recuperado el 18 de agosto de 2015, de The Quarterly Journal of Economics: http://links.jstor.org/sici?sici=0033-5533%28195602%2970%3A1%3C65%3AACTTTO%3E2.0.CO%3B2-M

Stake. (1994). Case studies. Handbook of qualitative research. London: Sage.

Trillo, M. & Pedraza, J. (2007). La influencia de la innovación en el capital intelectual. Grupo de investigación Fedra.

Tugba, K. (2015). Effects of innovation strategy on firm performance: A study conducted on manufacturing firms in Turkey. Procedia –social and behavioral sciences. 195(3), 1355-1364.

Utterback, J. (1971). Technological change and economic growth. Indiana: G. W. Wilson.

Vargas, I. (2012). PyME´s, el eje de la economía mexicana. Expansión en alianza con CNN. Fecha de publicación 28 de marzo de 2012. Disponible en:

http://www.expansion.mx/emprendedores/2012/03/12/pymes-el-eje-de-la-economia-mexicana

Von, H. (2005). Democratizing innovation. London, England: The MIT press.

Welch, S. & Comer (1998). Quantitative methods for public administration. Brooks/cole publishing Co., Pacific grove, California.

Zarur, A. (2016). Conocimiento e innovación como aceleradores de la valorización. En Gallardo M. y latina Cruz D. (Coord.) Abordajes en innovación, conocimiento y tecnología ante los retos de la realidad contemporánea, pp. 107-127. México: UAM.

DETERMINACIÓN DE RIESGOS MEDIANTE UNA MATRIZ VIRTUAL PARA LA MEJORA DEL DESEMPEÑO

JULIO CESAR FLORES CONTRERAS[1], LOT ROJAS MORA[2], MAGDALENA HERNÁNDEZ CORTEZ[3]

RESUMEN

El presente análisis de riesgos estudia en particular los riesgos que están presentes en la plataforma E-KU-A2 ubicada en la sonda de Campeche. Dichos riesgos son inherentes a las actividades que se realizan en la plataforma diariamente y que están implícitos en el desarrollo de los trabajos que en esta se realizan, es por ello por lo que es importante conocerlos e identificarlos, por ello el análisis de los datos obtenidos en el desarrollo de esta investigación nos da una visión concreta sobre cuáles son los riesgos en la plataforma. Para poder obtener los datos para el desarrollo del análisis se tomó una muestra de trabajadores de la plataforma y se utilizaron una serie de herramientas de Calidad, siendo los resultados presentados concluyentes sobre la confiabilidad de los procesos, así como el estudio los factores de riesgo más importantes en la plataforma.

Palabras clave: *Calidad, confiabilidad, factores, riesgos.*

ABSTRACT

The present risk analysis examines in particular the risks that are present in the platform E-KU-A2 Located in the Campeche. These risks are inherent to the activities that are carried out on the platform on a daily basis and that are implicit in the development of the work in this, that is why it is important to know about them and identify them. Therefore, the analysis of the data obtained in the development of this research gives us a concrete vision on what the risks are on the platform. In order to obtain the data for the development of the analysis took a sample of workers from the platform and used a series of quality tools, being the results presented conclusive

[1] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. julio.flores@itstb.edu.mx
[2] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. lotrojas@itstbedu.mx
[3] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. magdalena.hernandez@itstbedu.mx

evidence about the reliability of the processes, as well as the study the most important risk factors in the platform.

Key words: *Quality, Reliability, factors, risks.*

INTRODUCCIÓN

En esta investigación se tratará de analizar de manera particular los riesgos en la plataforma E-KU-A2 ubicada en la sonda de Campeche. El trabajo presenta la importancia de mostrar los riesgos que están presentes en las instalaciones de la plataforma E-KU-A2 así como su identificación y clasificación, ya que la vida en las plataformas petroleras es una forma totalmente dependiente de la seguridad con que se llevan a cabo todas y cada una de las operaciones que la hacen funcionar, por lo cual los riesgos que están implícitos en estas operaciones necesitan ser identificados, ya que no solo se pone en riesgo a los trabajadores si no al mismo ecosistema, provocado pérdidas materiales, muertes y graves daños ecológicos.

Pero no solo es identificarlos riesgos sino determinar cuáles son los más persistentes para que de esta forma se puedan controlar de acuerdo con su impacto, es así como esta investigación muestra cuales son estos riesgos y su identificación. Los datos obtenidos para el desarrollo de este análisis son tomados de documentos no oficiales, pues se manejan en forma confidencial y únicamente por personal de confianza de PEMEX (Petróleos Mexicanos).

METODOLOGÍA

El desarrollo del análisis de riesgos en la plataforma E-KU-A2 para su identificación y clasificación, se realizó mediante la utilización de evidencia documental. Es por eso que esta investigación se dio mediante la evaluación de los factores de riesgo estimando la magnitud de estos, obteniendo la información necesaria para poder identificarlos y clasificarlos. De esta forma se obtendrá una fácil visualización de cuáles son los riesgos más latentes a los que los trabajadores se encuentran expuestos y de esta manera se puedan tomar las medidas necesarias para identificarlos riesgos y evitar que estos puedan afectar a los trabajadores.

TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente análisis es una investigación cuantitativa ya que se tienen datos medibles y se consideran que las variables que se tienen son las causas y los riesgos, por lo cual los riesgos son las variables dependientes y las causas las variables independientes, es por ello que es una investigación experimental.

PARTICIPANTES

Para el desarrollo de este análisis se tienen considerados como participantes al personal que pernocta diariamente en la plataforma E-KU-A2 que corresponde a la cantidad de 263 trabajadores, de los cuales 145 trabajadores son personal de Pemex y 118 son personal de contratistas.

INSTRUMENTOS

Para la recolección de datos que aporten información útil al análisis se utilizaran los siguientes instrumentos:

Encuesta: Donde se tomará una muestra de los participantes de la plataforma E-KU-A2 y de ello se analizarán las respuestas obtenidas para conocer más acertadamente los diversos riesgos.

Diagrama de Pescado: Este se elaborará principalmente para representar gráficamente las relaciones entre el problema y todos los posibles factores que la producen.

Hoja de Verificación: En ella se evaluará de forma precisa los riesgos que persisten en la plataforma E-KU-A2

Gráfico de Pareto: ilustrara los riesgos con mayor severidad según su frecuencia.

PROCEDIMIENTOS

Para la obtención de datos fue necesario utilizar diversas herramientas para definir los riesgos a los que está expuesta la persona a bordo de la plataforma E-KU-A2.

Primero se realizó una encuesta a una muestra de la población de 114 personas de acuerdo con la fórmula que se muestra teniendo un nivel de confianza del 95%, para poder identificar los principales riesgos que persisten es la plataforma.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^{2} p * q}{d^{2} * (N-1) + Z_{\alpha}^{2} * p * q}$$

Dónde:

N = Total de la población (263)

Z_a^2 = 1.96^2 (si la seguridad es del 95%)

p = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

q = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95)

d = precisión (en este caso deseamos un 3%).

$$\boldsymbol{n} = \frac{263 \times 1.96^2 \times 0.05 \times 0.95}{0.03^2 (263-1) + 1.96^2 \times 0.05 \times 0.95} = 114$$

La encuesta realizada contiene las siguientes preguntas:

Figura 1. Encuesta análisis de riesgos.

ENCUESTA

1. ¿Considera que está expuesto a riesgos en su área de trabajo?

   Sí No

2. ¿Ha sufrido usted en los últimos 2 meses un accidente de trabajo?

   Sí No

3. ¿Qué tipo de accidente?

   _____

4. ¿Considera que el accidente fue de grado?

   Menor Moderado Grave

5. ¿Se le proporciona el equipo de seguridad para realizar sus labores?

   Sí No

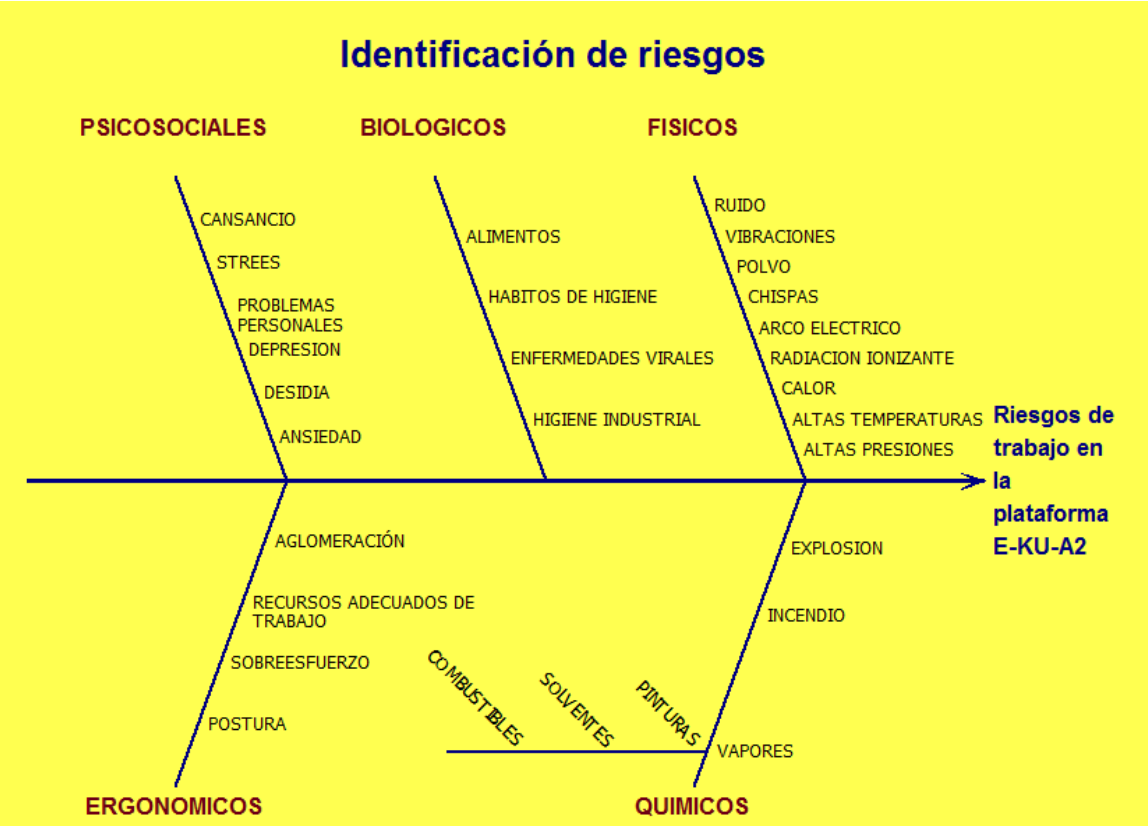
6. ¿Se le ha explicado cual es la importancia de utilizar el equipo de seguridad?

   Sí No

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA SERÁ UTILIZADA PARA FINES ESTADÍSTICOS.

Después de obtener la información de la encuesta que se utilizó el diagrama causa efecto para poder identificar los principales riesgos de trabajo en la plataforma E-KU-A2 y de esta forma poder clasificarlos de acuerdo con su importancia o trascendencia.

Figura 2. Diagrama Causa Efecto Identificación de riesgos.



También de utilizar una hoja de verificación para poder identificar si los riesgos a los que se exponen los trabajadores al realizar sus labores pueden afectar a sus compañeros o a ellos mismos en el desempeño de la actividad a realizar teniendo en cuenta que también se realicen los trabajos de manera correcta a la función que este desempeñe.

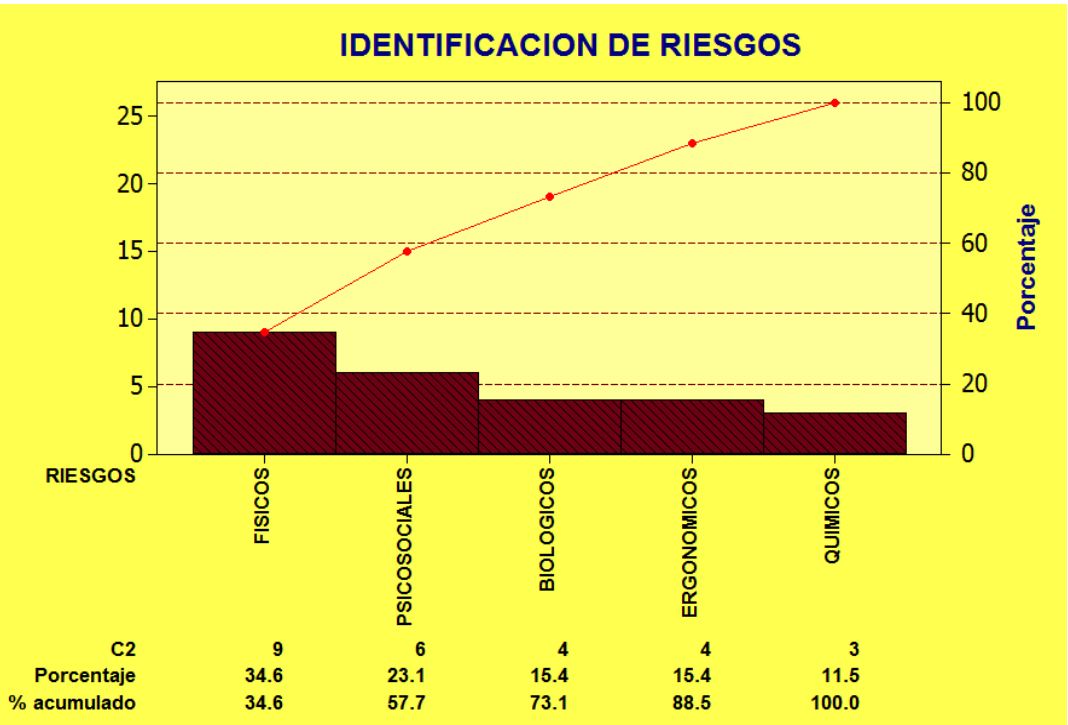
Figura 3, Hoja de verificación de riesgos.

HOJA DE VERIFICACIÓN AGENTES DE RIESGO			
Nombre del lugar: Plataforma E-KU-A2			
Descripción	**Si**	**No**	**Observación**
Condiciones de seguridad			
¿Se cuenta con espacio suficiente para el almacenamiento, movilización de personas, objetos y mariales?			
¿Las herramientas y elementos (andamios, escaleras, estiba, mesas, etc.) están en perfectas condiciones de funcionamiento?			
¿El lugar de trabajo, vías de circulación y zonas de almacenamiento están demarcados, limpios y ordenados?			
¿Los trabajadores utilizan equipo de protección personal según el factor de riesgo al que están expuestos?			
¿Se efectúan labores de mantenimiento, tales como limpieza, lubricación ajuste o reparación con equipo afines?			
¿Los empleados realizan únicamente las tareas para las cuales fueron contratados?			
¿Se cuanta con extintores acordes con las características del proceso productivo?			
¿Las herramientas de trabajo son cómodas, seguras y se utilizan para la tarea apropiada?			
¿La señalización es la adecuada a las características de producción y están localizadas en sitios de fácil visualización?			
¿Existen guardas en las en los puntos de operación y maquinaria?			
Condiciones Químicas			
¿Los envases con productos químicos poseen etiquetas de advertencia de peligro?			
¿Durante el desarrollo de las diversas actividades se generan contaminación por polvos, humos, vapores o gases?			
¿Los trabajadores utilizan elementos de protección respiratoria durante la exposición a estos contaminantes?			
¿Existen sistemas de extracción de polvos, vapores y gases?			
Condiciones Físicas			
¿La exposición del personal a ruido, radiación, vibración, calor o frio en su área de trabajo están por encima de los limites permisible?			
¿La iluminación de los puestos de trabajo es suficiente para realizar las actividades?			
¿Los equipos de protección personal son adecuados al riesgo y se suministra oportunamente?			
Condiciones Ergonómica			
¿La altura a la que se exponen los trabajadores permiten posturas cómodas para los trabajadores?			
¿Los trabajadores pueden alternar posturas de pie y sentado durante el trabajo cuando se realizan tareas livianas?			
¿El peso de los objetos que se levantan, transportan o almacenan está por debajo de los límites permisibles (¿25 Kg? Para Hombres, 12.5 Kg. ¿Para mujeres)?			
¿Las posturas que adoptan los trabajadores cuando levantan pesos es segura (espalda recta, piernas flexionadas y peso cerca del cuerpo)?			

¿Se cuenta con objetos que ayudan en la manipulación de objetos pesados (Carretillas, Diablos, montacargas, ¿etc.)?			
Condiciones Biológicas y Medio Ambiente			
¿Los servicios sanitarios están en buenas condiciones de orden y aseo?			
¿Existe tratamiento y disposición de basura?			
¿Existe tratamiento y disposición de residuos industriales, aguas industriales, aguas residuales, emisiones ambientales?			
¿Las condiciones de higiene y limpieza de los puestos de trabajo están controladas?			
Condiciones Psicosociales			
¿Las jornadas de trabajo son generalmente de 8 horas?			
¿La relación entre compañeros son de colaboración?			
¿Las personas se pueden comunicar fácilmente entre sí?			
¿La retroalimentación que suministran los jefes a los colaboradores es positiva y respetuosa?			
¿Existe un programa claro de inducción y entrenamiento?			
¿La capacitación es coherente con las necesidades de la empresa y de los colaboradores?			

Por último, se realizará un diagrama de Pareto para la clasificación de los riesgos de acuerdo con los datos obtenidos del diagrama Causa Efecto para con ello identificar los riesgos de mayor impacto.

Figura 4. Gráfico de Pareto identificación de riesgos.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En base a los datos obtenidos de las diferentes herramientas que se utilizaron para el desarrollo de este análisis, los resultados que se tienen se presentan a continuación con la encuesta realizada a 114 trabajadores de la plataforma E-KU-A2:

Figura 5. Encuesta Riesgos en el área de trabajo.

Figura. 6, Encuesta Accidentes.

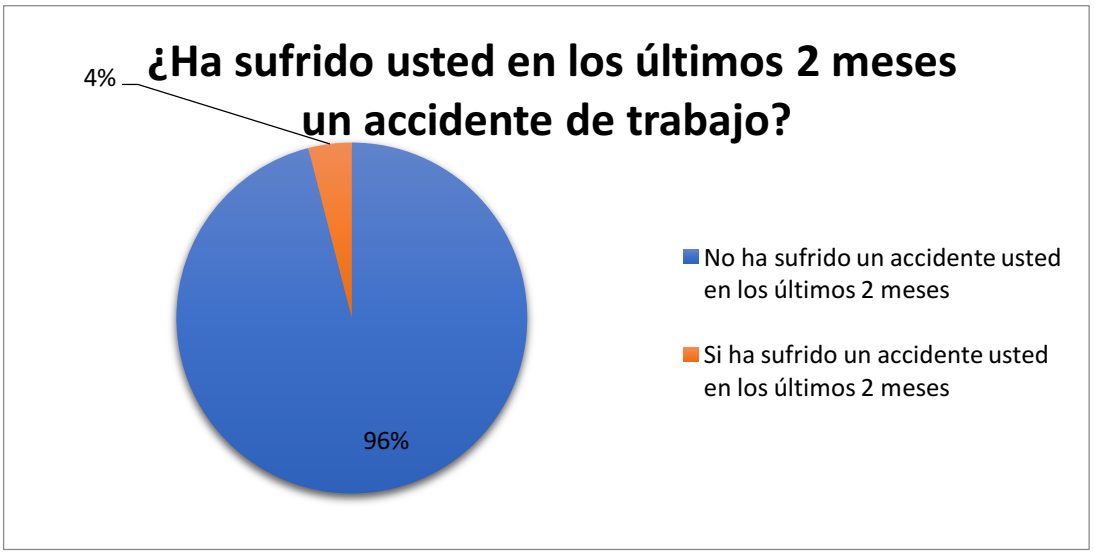
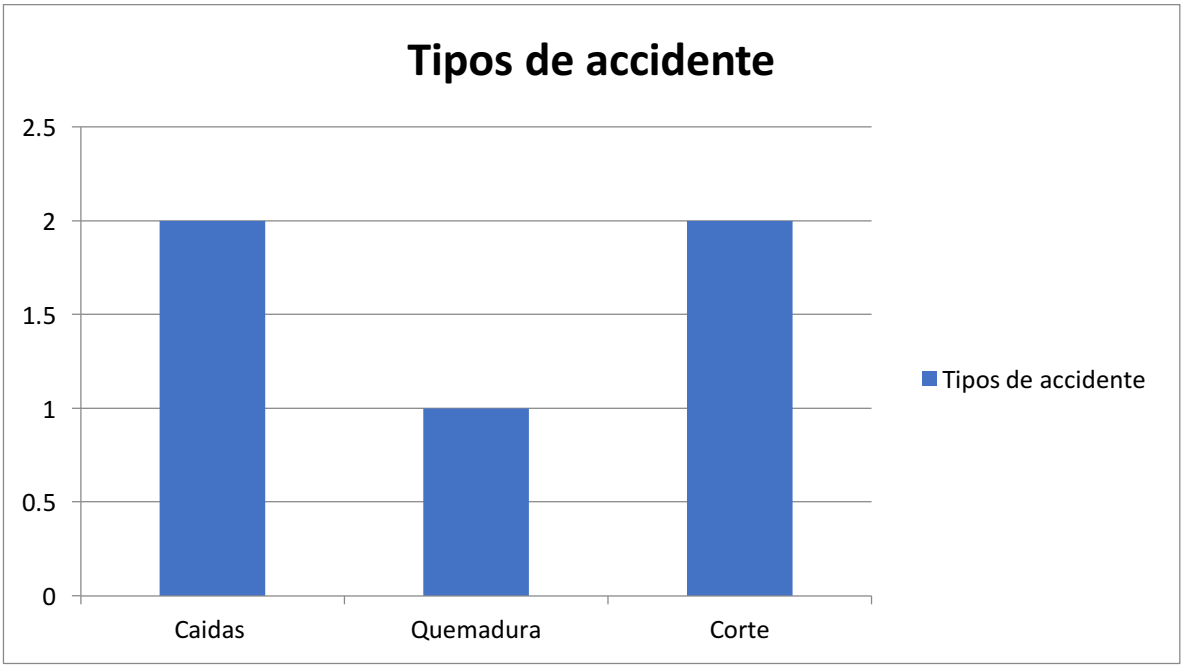


Figura 7. Encuesta tipos de accidentes.



De estos accidentes 3 trabajadores lo consideran de menor grado y 2 me moderado.

Figura 8. Encuesta EPP

El 100% de los trabajadores aseguran que tiene conocimiento de la importancia de utilizar el equipo de seguridad. Es así como la encuesta proporciono estos datos de los 114 trabajadores el 86% (98 trabajadores) considera que existen riesgos en su área de trabajo y el 14% (16 trabajadores) restante no, con respecto a los accidentes solo el 4% (5 trabajadores) ha sufrido un accidente de los cuales 2 son caídas 1 quemadura y 2 corte con máquinas de dichos accidentes 3 trabajadores lo consideran de menor grado y 2 me moderado.

De acuerdo con los datos obtenidos el 98.5% (112 trabajadores) de los trabajadores se les proporciona El EPP para realizar sus labores y el 1.5% (3 trabajadores) no, aunque el 100% de los encuetados tiene conocimiento de la importancia de utilizar el equipo de seguridad. Los resultados obtenidos del diagrama causan efecto fueron de gran ayuda para el análisis de riesgos ya que en este se pudo observar como la principal causa de los riesgos en la plataforma E-KU-A2 son los riesgos físicos ya que es ahí donde los trabajadores interactúan más con los diferentes factores de riesgo y la segunda causa importante son los Psicosociales ya que por la naturaleza del trabajo en si tienden a ser un factor clave en los riesgos a los que se exponen.

Figura 9. Principales riesgos

Los datos obtenidos de la lista de verificación en su mayoría demuestran como las condiciones de trabajo a la que se exponen los trabajadores al realizar sus labores son llevadas a cabo de manera segura, aunque los riesgos si están presentes en el desarrollo de estos ya que los factores de riesgo están implícitos tanto en los trabajos diarios como en su entorno.

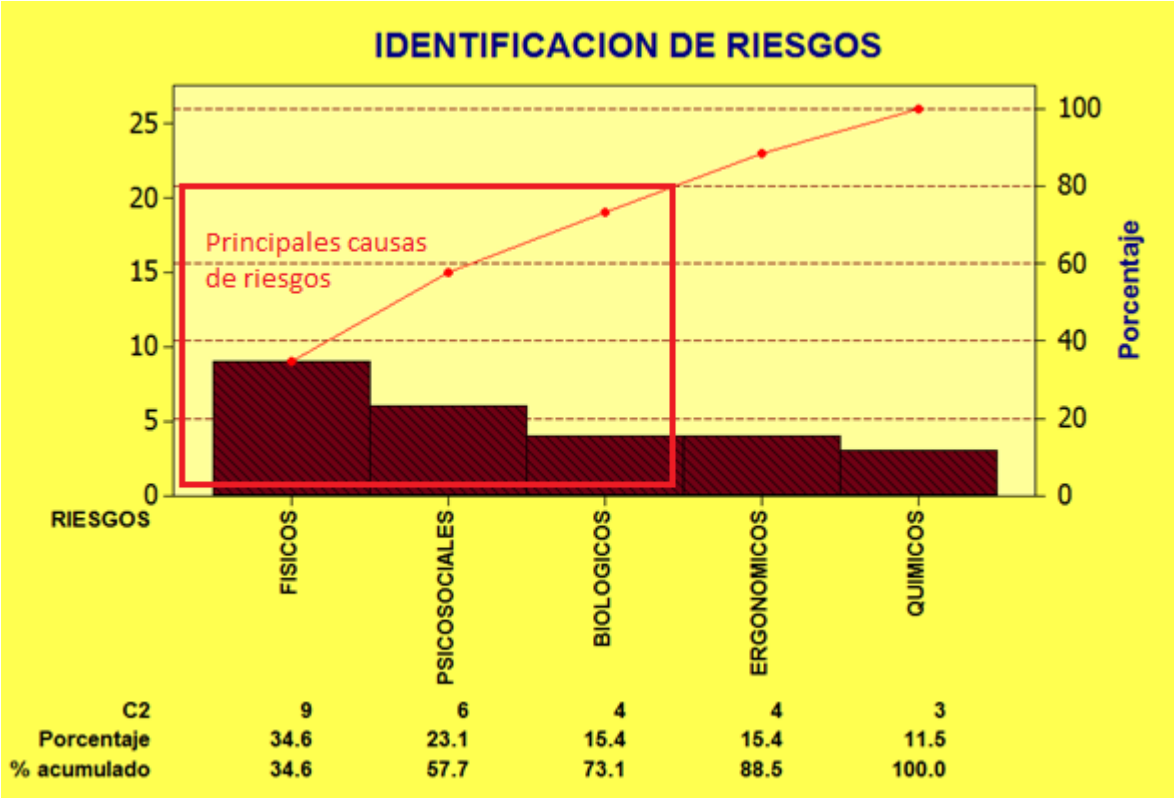
Figura 10. Hoja de verificación llena

HOJA DE VERIFICACIÓN AGENTES DE RIESGO			
Nombre del lugar: Plataforma E-KU-A2			
Descripción	**Si**	**No**	**Observación**
Condiciones de seguridad			
¿Se cuenta con espacio suficiente para el almacenamiento, movilización de personas, objetos y mariales?	X		
¿Las herramientas y elementos (andamios, escaleras, estiba, mesas, etc.) están en perfectas condiciones de funcionamiento?	X		
¿El lugar de trabajo, vías de circulación y zonas de almacenamiento están demarcados, limpios y ordenados?		X	No todos los espacios están limpios y ordenados ya que las actividades diarias no lo permiten.
¿Los trabajadores utilizan equipo de protección personal según el factor de riesgo al que están expuestos?	X		
¿Se efectúan labores de mantenimiento, tales como limpieza, lubricación ajuste o reparación con equipo afines?	X		
¿Los empleados realizan únicamente las tareas para las cuales fueron contratados?	X		
¿Se cuanta con extintores acordes con las características del proceso productivo?	X		
¿Las herramientas de trabajo son cómodas, seguras y se utilizan para la tarea apropiada?	X		
¿La señalización es la adecuada a las características de producción y están localizadas en sitios de fácil visualización?	X		
¿Existen guardas en las en los puntos de operación y maquinaria?	X		
Condiciones Químicas			
¿Los envases con productos químicos poseen etiquetas de advertencia de peligro?	X		
¿Durante el desarrollo de las diversas actividades se generan contaminación por polvos, humos, vapores o gases?	X		
¿Los trabajadores utilizan elementos de protección respiratoria durante la exposición a estos contaminantes?	X		
¿Existen sistemas de extracción de polvos, vapores y gases?	X		
Condiciones Físicas			
¿La exposición del personal a ruido, radiación, vibración, calor o frio en su área de trabajo están por encima de los limites permisible?		X	La exposición de dichos agentes se controla según los sistemas de

			seguridad.
¿La iluminación de los puestos de trabajo es suficiente para realizar las actividades?	X		
¿Los equipos de protección personal son adecuados al riesgo y se suministra oportunamente?	X		
Condiciones Ergonómica			
¿La altura a la que se exponen los trabajadores permiten posturas cómodas para los trabajadores?	X		
¿Los trabajadores pueden alternar posturas de pie y sentado durante el trabajo cuando se realizan tareas livianas?	X		
¿El peso de los objetos que se levantan, transportan o almacenan está por debajo de los límites permisibles (¿25 Kg? Para Hombres, 12.5 Kg. ¿Para mujeres)?	X		
¿Las posturas que adoptan los trabajadores cuando levantan pesos es segura (espalda recta, piernas flexionadas y peso cerca del cuerpo)?		X	Esto por descuido de los trabajadores.
¿Se cuenta con objetos que ayudan en la manipulación de objetos pesados (Carretillas, Diablos, montacargas, ¿etc.)?	X		
Condiciones Biológicas y Medio Ambiente			
¿Los servicios sanitarios están en buenas condiciones de orden y aseo?	X		
¿Existe tratamiento y disposición de basura?	X		
¿Existe tratamiento y disposición de residuos industriales, aguas industriales, aguas residuales, emisiones ambientales?	X		
¿Las condiciones de higiene y limpieza de los puestos de trabajo están controladas?	X		
Condiciones Psicosociales			
¿Las jornadas de trabajo son generalmente de 8 horas?		X	No, las jornadas laborales en la plataforma son de 12 horas.
¿La relación entre compañeros son de colaboración?	X		
¿Las personas se pueden comunicar fácilmente entre sí?	X		
¿La retroalimentación que suministran los jefes a los colaboradores es positiva y respetuosa?	X		
¿Existe un programa claro de inducción y entrenamiento?		X	Esto se da ya que no controlar la inducción proporcionada por los externos.
¿La capacitación es coherente con las necesidades de la empresa y de los colaboradores?	X		Por normativa tienen que proporcionarla capacitación de acuerdo con las actividades a desempeñar-

Como ultima herramienta empleada para identificar los riesgos en la plataforma E-KU-A2 está el diagrama de Pareto que se desarrolló con la información obtenida del diagrama causa efecto con esta herramienta verificamos que las principales causas de los riesgos que persisten son en primer lugar es el factor físico seguido de los psicosociales.

Figura 11. Principales causas de riesgo



VALORACIÓN DE OBJETIVOS:

El objetivo fundamental que persigue esta investigación es conocer, identificar y clasificar los riesgos a los que exponen el personal y el mismo ecosistema en desarrollo de las actividades en la plataforma E-KU-A para de esta forma entender cuáles son las medidas aptas para cada uno de ellos.

De acuerdo con el objetivo principal se conocieron e identificaron los riesgos en la plataforma E-KU-A2 esto utilizando las diversas herramientas donde de acuerdo con los datos obtenidos los riesgos que persisten se encuentran clasificados según el agente que los origina Físicos, Químicos, Biológicos, Ergonómicos y Psicosociales.

Conforme al factor que los origina es la medida que se debe de tomar en cada uno de ellos.

Los objetivos particulares con esta investigación son:

- Identificar los diferentes agentes de riesgo.
- Clasificar de acuerdo con su importancia los diferentes riesgos.
- Conocer las medidas correspondientes a los diversos riesgos.

Atreves de la metodología implementada se identificaron los diversos agentes de riesgo y conforme a los resultados obtenidos se clasifico de acuerdo con su impacto para que de esta manera se pueda optar por las medidas pertinentes a los diversos riesgos existentes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado del análisis de la investigación, se encontraron datos que pueden ser utilizados por cualquier persona interesada en el tema ya que la información obtenida es clara, de acuerdo a los resultados los riesgos que están presentes en la plataforma E-KU-A2 son originadas por los factores Físicos, Químicos, Biológicos, Ergonómicos y Psicosociales don de los riesgos físicos y psicosociales son los que afectan en mayor grado a los trabajadores esto es debido a la propia naturaleza de los trabajos que se realizan en la plataforma aunque los factores siempre van a estar presentes y ocasionalmente pueden afectar a los trabajadores estos están controlados de acuerdo a la información obtenida y son tratados ampliamente por los sistemas de seguridad quienes se encargan de que estos no se conviertan en accidentes potenciales.

TRABAJO A FUTURO

De acuerdo con los resultados del desarrollo del proyecto se dan a conocer las recomendaciones desde un punto de vista personal.

- Mantener actualizados los sistemas de seguridad implantados en la plataforma.
- Dar seguimiento oportuno a cualquier tipo de riesgo que presente un incremento de incidencias.
- Inspeccionar los centros de trabajo para verificar que se encuentre en orden y limpieza.

- Proporcionar a los trabajadores el equipo de protección personal de acuerdo con las actividades que este desempeñe.
- Capacitar al personal de acuerdo con las funciones que este realice dentro de la plataforma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Pemex.com. (27 de Mayo de 2013). Recuperado el 27 de junio de 2018, de http://www.pemex.com/acerca/quienes_somos/historia/Paginas/historia-pemex.aspx#.VIS1d9KG_ZI

Díaz, M. H. (20 de Enero de 2011). *Pemex.com*. Recuperado el 27 de junio de 2018, de http://www.ptq.pemex.mx/AcercaPPQ/Paginas/Valores.aspx

Galgano, A. (1993). En A. Galgano, *Los siete instrumentos de la calidad total* (pág. 305). Europa: Coopers & Lybrand Galgano/Consultores de calidad.

González, I. H. (11 de Julio de 2012). *Calidadgestion.wordprees.com*. Recuperado el 20 de julio de 2018, de https://calidadgestion.wordpress.com/tag/hoja-de-verificacion/

Juan Antonio García Ramos, C. R. (2007). Estadistica Administrativa. En C. R. Juan Antonio García Ramos, *Estadistica Administrativa* (pág. 343). Cadiz: UCA/ Universidad de Cadiz Servicio de publicaciones.

ANEXO 1 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

	Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos	Clave: FOSE019001 Fecha de elaboración: 14:03/2017 No. De Revisión: 01 Fecha: 2/05/2017

PROYECTO: OPERACIÓN	**REGIÓN: E-KU-A2** **REVISIÓN: 01**	**FECHA 12/01/2018**	**HOJA 1 DE 2**

PROCESO: EXTRACCIÓN A						**Riesgo Inicial**				**Medidas de Control**					**Riesgo final**				
	ACTIVIDADES	**Operación Normal**	**Operación Anormal o esporádica**	**PELIGROS**	**CONSECUENCIA DEL PELIGRO**	Severidad	Frecuencia	Probabilidad	Riesgo Inicial	**Eliminación**	**Sustitución**	**Controles de Ingeniería**	**advertencias o controles**	**EPP**	Severidad	Frecuencia	Probabilidad	Riesgo final	**Descripción de las medidas de control**
1	Recorridos de actividades de campo, verificación de condiciones operativas y ajuste de equipos	✔		Electricidad tensión baja	contacto con electricidad	2	4	0	8				✔		1	4	-1	3	Capacitación acerca de los riesgos de las actividades, así como prevención de accidentes, problemas ergonómicos, Capacitación en Manejo de Extintores y Primeros Auxilios.
		✔		Materiales Inflamables (Papel, cartón)	Incendio	3	4	0	12				✔		1	4	-1	3	
		✔		Pisos o superficies irregulares o húmedos	Caída (resbalón)	3	4	0	12				✔		1	4	-1	3	
					Caída (tropiezo)	3	4	0	12				✔		1	4	-1	3	
		✔		Iluminación	Disminución de agudeza visual	3	4	-1	9				✔		1	4	-1	3	

		✔		Malas posturas	Ergonómicos (lumbalgias, hernias, etc.)	3	4	0	12				✔		2	4	-1	6		
		✔		Caída de objetos	Golpeado por	2	4	-1	6				✔		1	4	-1	3		
		✔		Objetos punzantes	Herida punzante	3	2	0	6				✔		1	2	-1	1		
		✔		Objetos cortantes	Herida cortante	3	2	0	6				✔		1	2	-1	1		

ANEXO 2. TABLA DE FACTORES DE SEVERIDAD

Factor de Severidad	SEGURIDAD	SALUD	PROCESO
(5) CATASTROFICO	Muerte o lesión seria con incapacidad permanente total	Muerte, o cualquier condición crónica o aguda que puede llevar a la muerte.	Pérdidas materiales mayores a $500,000. Pérdida de un activo fijo. Paro total del proyecto por más de 1 día.
(4) SERIO	Incapacidad permanente parcial	Una condición aguda o crónica considerada debilitante	Pérdidas entre $50,000 y $500,000. Pérdida parcial de un activo fijo. Paro de un proceso o paro parcial del proyecto hasta de un día.
(3) SIGNIFICATIVO	Incapacidad Temporal. Lesión que requiere atención medica profesional y que resulta en tiempo perdido	Sobreexposición que resulta en una condición aguda a corto plazo	Daño a los equipos y/o materiales, con daños menores a $50,000. Paro de una actividad por menos de un día
(2) MENOR	Lesión no incapacitante o de primeros auxilios	Sobreexposición que resulta en una condición aguda pero no debilitante	Daños menores con reposición inmediata de equipos y/o materiales, sin paro de actividades.
(1) NINGUNO O INSIGNIFICANTE	Sin lesión ni daño	Sobreexposición que no resulta en ninguna crónica ni a corto ni a mediano plazo.	Sin pérdida económica ni material, o daños insignificantes

FERTILIDAD FEMENINA Y TECNOLOGÍA MÓVIL

LIZBETH HERNÁNDEZ OLÁN[1], MIGUEL ÁNGEL SÁNCHEZ MARTÍNEZ[2], RODRIGO RODRÍGUEZ FRANCO[3]

INTRODUCCIÓN

El contenido de esta ponencia, aborda los temas de la salud reproductiva y las necesidades insatisfechas de anticoncepción en el 12% de mujeres a nivel mundial y el 11% a nivel nacional, que buscan alternativas a los anticonceptivos modernos como lo son, los métodos basados en el conocimiento de la fertilidad (FABM) dentro de los que destaca el Método de la Ovulación Billings (MOB).

Se contempla, que de las aplicaciones móviles ofertadas en las distintas plataformas como herramientas de apoyo para el control de la fertilidad muy pocas están respaldas por algún FABM (Fertility Awareness-based Method).

Se propone el desarrollo de una aplicación móvil inteligente que basada en las reglas del MOB genere recomendaciones a las usuarias del método, con base en los principios de la construcción de los Sistemas Expertos tomando en cuenta la Metodología CommonKADS. Finalizando el desarrollo se evaluaran las recomendaciones emitidas por la aplicación comparándolas con las de un instructor (experto) y así determinar si podrá ser utilizada como apoyo efectivo para los usuarios del MOB.

DESARROLLO

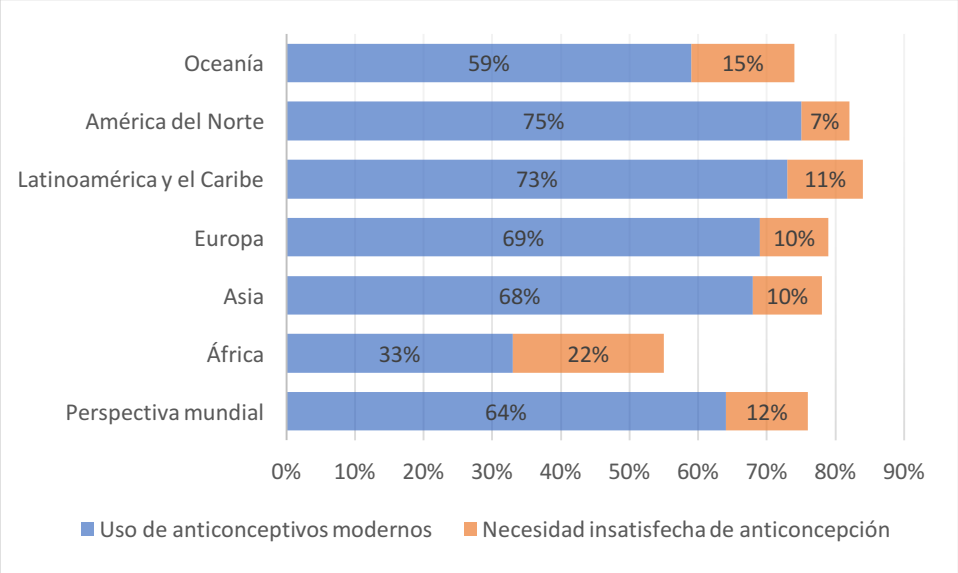
ANTECEDENTES

De acuerdo con cifras arrojadas por el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2015) las mujeres de América Latina en edad fecunda tienen una necesidad insatisfecha de anticonceptivos modernos y recurren a los métodos alternativos para el control de su fertilidad. En la figura 1 se puede observar el porcentaje de mujeres con una necesidad insatisfecha de anticoncepción a nivel

[1] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Xalapa. maybeth83@gmail.com
[2] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos. msanchezxal@gmail.com
[3] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Xalapa. franco_rodrod@hotmail.com

mundial coincide con el porcentaje de mujeres que habitan en Latinoamérica y el Caribe.

Figura 1 Prevalencia anticonceptiva y necesidad insatisfecha de anticoncepción entre mujeres casadas o en unión de 15 a 49 años, 2015.



Fuente: (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2015).

Debido a esto, se considera necesario promover y ofrecer alternativas a las mujeres que están representadas en ese porcentaje de necesidad insatisfecha de anticoncepción.

Algunas de las alternativas a los anticonceptivos modernos, han sido los métodos naturales de planificación familiar, los cuales regulan la fertilidad con base en las variaciones fisiológicas que se producen durante el ciclo menstrual de la mujer. Son métodos en los que no existe artificialidad, de bajo costo, con independencia del coito, sin necesidad de control médico, reversibles e inocuos (Valero Lance, Rausell Vázquez, Pacheco Rodríguez, & García Cervera, 2018). Estos métodos de planificación natural pueden predecir la ventana de la fertilidad de la mujer, la cual permitirá la elección de concebir o no.

Uno de los métodos de los que se ha realizado ensayos en países desarrollados y en desarrollo es el Método de la Ovulación Billings, cuyos resultados revelan una alta confiabilidad, efectividad y satisfacción (Billings Ovulation Method, 2004). Lo que

permite a las parejas con necesidades de planificación familiar no satisfechas y que no usan ningún método moderno, espaciar o evitar embarazos.

Estas alternativas naturales han servido como base para el desarrollo de tecnología, que permiten a la mujer administrar su salud sexual y reproductiva, ya sea a través monitores de fertilidad o aplicaciones móviles que pretenden determinar la ventana de la fertilidad.

"Un monitor de fertilidad es un dispositivo electrónico que permite identificar la ventana de fertilidad de una mujer" (Tioranat, 2018). Sin embargo, estos monitores son utilizados mayormente por aquellas parejas que buscan la concepción, y tienen menor recomendación para aquellas que buscan espaciar los embarazos (Freundl, Frank-Herrmann, & Gnoth, 2010). Por el contrario, algunos métodos basados en el conocimiento de la fertilidad (FABM, Fertility Awareness Based Methods) para la planificación familiar siguen utilizando el apoyo de guías o instructor expertos para asesorar a las mujeres que optan por el uso de estos métodos.

En la tabla 1 se encuentran las seis aplicaciones mejor calificadas que predicen la ventana de la fertilidad.

Rank	Nombre de la App	Método basado en el conocimiento de la fertilidad	Plataforma Disponible	Puntuación de precisión y autoridad (media)	Puntuación total (media)
1	*Ovulation Mentor	Ovulation	Web	4.7	4.4
2	Sympto.org	Symptothermal method	iOS/Android/Web	4.5	4.1
3	iCycleBeads	Standard days method	iOS/Android	4.3	3.9
4	LilyPro	Symptothermal method	iOS	4.3	3.8
5	Lady Cycle	Symptothermal method	Android	4.3	4.1
6	mfNFP.net	Symptothermal method	iOS/Android/Web	4.0	4.0

Fuente: Duane, M., Contreras, A., Jensen, E. T., & White, A. (2016). The Performance of Fertility Awareness-based Method Apps Marketed to Avoid Pregnancy. Journal of the American Board of Family Medicine, 29(4), 508-511. doi: 10.3122/jabfm.2016.04.160022

Notas:

*Se destaca que Ovulation Mentor, es la única que se basa en el Método de la Ovulación Billings. http://www.ovulationmentor.org

En esta tabla se encuentran mencionadas sólo aquellas aplicaciones con un puntaje perfecto en precisión (días fértiles definidos por la aplicación, días fértiles basados en pruebas) o no tenía falsos negativos (días de fertilidad clasificados como infértiles).

En algo que coinciden Bonnar et al. (1999) y Berglund Scherwitzl et al. (2017), es que las mujeres que han utilizado los FABM o aplicaciones de software FABM, han logrado tener una efectividad mayor al 90%, para evitar el embarazo, lo cual los hace una alternativa de anticoncepción.

Estas aplicaciones que se han descargado más de un millón de veces, resultan atractivas a las mujeres porque no hay efectos secundarios, su efectividad es valorada como buena y permiten a las mujeres tener un conocimiento más profundo acerca de sus cuerpos (Duane, Contreras, Jensen, & White, 2016).

Tomando en cuenta este precedente, abordaremos la problemática que se desea resolver con esta investigación.

PROBLEMÁTICA

La Organización Mundial de la Salud (2018), explica que algunas razones por la que las mujeres no recurren a los métodos anticonceptivos modernos es el temor a efectos colaterales, rechazo por razones culturales o religiosas. En México, los servicios de salud sólo ofrecen a las mujeres métodos artificiales de control natal como parte de sus programas de planificación familiar, dejando de lado ese porcentaje de mujeres que desean usar las alternativas de planificación natural (IMSS, 2015).

El Método de la Ovulación Billings es una alternativa viable y efectiva como alternativa para la anticoncepción, cuenta con aplicaciones autorizadas por la WOOMB International Ltd., como lo son Fertility pinpoint y NFP, las cuales son herramientas de software en línea que permiten llevar un control diario de sus signos de fertilidad, sin embargo el funcionamiento se limita a ser una bitácora digital, que requiere la evaluación de un experto para que pueda determinar si los signos presentados por la mujer representan su ventana de fertilidad (Billings Life, 2016)

El tener que depender de un instructor para interpretar los signos registrados por la mujer y generar una recomendación, se torna complicado cuando este resultado

depende de la disponibilidad del experto o del tiempo que implique llegar al lugar necesario.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

Diseñar y desarrollar una aplicación inteligente en la nube que, basado en el Método de la Ovulación Billings, genere recomendaciones igual que un instructor.

JUSTIFICACIÓN

Uno de los derechos fundamentales de las personas es la salud reproductiva, la cual debe proporcionar todas las alternativas en materia de planificación familiar para que la persona decida con base a una información orientada, cual desea aplicar a su contexto social y cultural.

Kraetschmer (2017), expone que la seguridad de los métodos anticonceptivos modernos contiene información incompleta, inexacta y engañosa; por lo que cuestiona si es éticamente y médicamente correcto llamarlo “métodos seguros”, si tienen el potencial de afectar en varios sentidos, la salud de la mujer.

De acuerdo con la ACOG (2015), a una cantidad importante de mujeres les agradan las FABM como control de natalidad porque no implica el uso de medicamentos o dispositivos, además de su bajo costo. Su eficiencia es demostrada porque de 1 a 5 de cada 100 mujeres quedarán embarazadas durante el primer año de uso perfecto.

Indian Council of Medical Research Task Force on Natural Family Planning (1996) ha demostrado la eficacia del MOB en un estudio que indica un fallo del método de tan solo 1,5 ± 0,3 y una falla de uso de 15,9 × 0,8 por 100 usuarios a los 21 meses de uso.

En mayo de 2005, la 58ª Asamblea Mundial de la Salud de la Organización Mundial de la Salud aprobó la resolución WHA58.28 acerca de la cibersalud o eSalud, la primera en esta temática (Novillo Ortiz, D'Agostino, & Becerra Posada, 2016). De acuerdo con el documento de WHA58.28 Cibersalud (2005):

> *Salud es la utilización costo-eficaz y segura de las tecnologías de la información y las comunicaciones que ofrece a la salud y a los ámbitos relacionados con ella, con inclusión de los servicios de atención de salud, la vigilancia y la documentación sanitarias, así como la educación, los conocimientos y las investigaciones en materia de salud*.

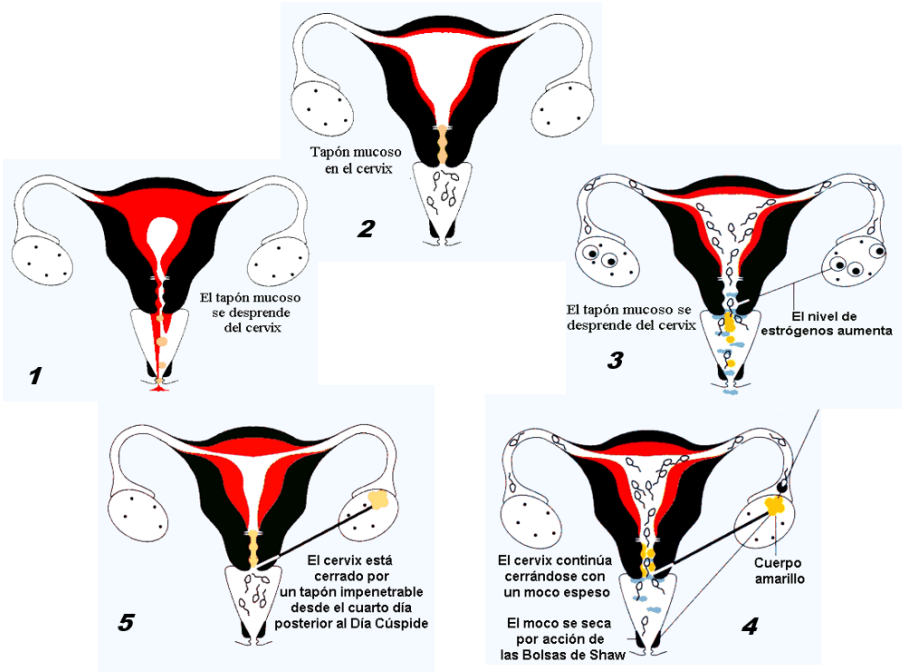
La aplicación inteligente, tiene como finalidad el promover la salud sexual y reproductiva, de forma satisfactoria, ya que al tomar en cuenta las opciones de planificación familiar elegidas por la mujer, se estará respetando su identidad. Según Leavitt (2009) podrá contemplarse dentro de los servicios ofrecidos en la Nube, siempre que exista una conexión a internet, ayudando así a los usuarios del MOB en la toma de decisiones, ya que la aplicación generará de forma inteligente recomendaciones como un instructor certificado lo haría.

DESARROLLO

En 1953 las investigaciones de los esposos John y Evelyn Billings dieron origen al Método de la Ovulación Billings (MOB) considerado como uno de los FABM más estudiados con respaldo científico alrededor del mundo y que junto con los descubrimientos de la actividad ovárica realizados por el Dr. Jame B. Brown lograron determinar la ventana de la fertilidad mediante el estudio del cérvix y la secreción de moco durante un ciclo menstrual (Tantaleán del Águila, 2013).

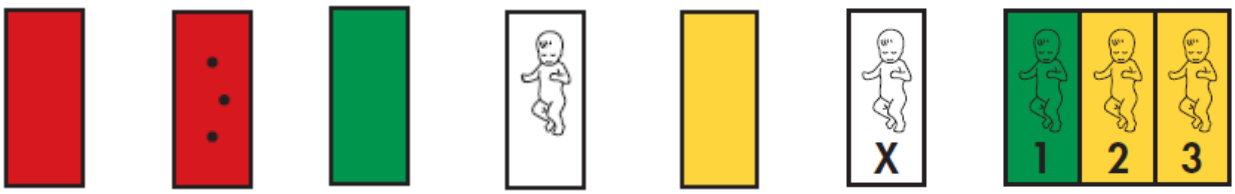
Billings Life (2016) define al MOB de la siguiente manera: Es un método natural de manejo de la fertilidad que permite reconocer el signo natural de la fertilidad corporal de la mujer, es decir, el moco cervical. La sensación que estos flujos producen en la abertura vaginal, llamada vulva, cambia constantemente debido a que el cuello cervical - el cérvix - produce diferentes tipos de moco en respuesta a los niveles cambiantes de las hormonas.

Figura 2. Fases del ciclo menstrual con cambios del moco cervical.



Fuente: Presentación electrónica de Woomb de México. Temas selectos del currículum del instructor del MOB. Mtro. Benjamín Zamudio Olmos

Figura 3 Estampillas oficiales para el registro en el Blog de Gráficas MOB



Sangrado | Manchas de sangre | PBI Sequedad | Probabale fertilidad | PBI Descarga continua | Cúspide | Días 1, 2 y 3 probable fertilidad después de la cúspide

Fuente: Billings Life. (2018). Wanting to prevent pregnancy? Looking for a fresh approach to birth control? Obtenido de BOMA-USA.

En la figura 2 se presenta la evolución de un ciclo menstrual y el comportamiento del moco cervical en cada una de las fases. Durante la menstruación (fig.2.1) el tapón mucoso se desprende del cérvix mezclándose con el sangrado, una vez finalizada es

probable que se forme un tapón mucoso como barrera natural (fig. 2.2), estos días pueden ser variables; cuando la hormona FSH es liberada por el hipotálamo, dentro de un ovario maduran diversos folículos y el tapón mucoso comienza a desprenderse aumentando el nivel de estrógenos (fig. 2.3), este moco cervical se percibe en la vulva como pegajoso, mojado o resbaloso y generalmente se observa como un líquido transparente o grumoso. De los folículos que iniciaron su maduración sólo uno es considerado “dominante” degradándose así aquellos que no alcanzaron la maduración, dentro de esta fase el hipotálamo libera la hormona LH la cual estimula folículo dominante para que expulse el ovulo hacia las trompas de Falopio (fig. 2.4) quedando el cuerpo amarillo causante del aumento de la progesterona la cual influye en la formación de un nuevo tapón de moco, cambia la sensación en la vulva (se siente seca) estabilizando los niveles de estrógenos. Pasando esta fase, los ovarios vuelven a estar inactivos el cérvix está completamente cerrado y la vulva se siente seca (fig. 2.5).

FACTS (2013) y Billings Life (2018), exponen que los cambios del moco cervical percibidos en la vulva se deben registrar al final de cada día, tanto en sensación como en apariencia, colocando en la gráfica la estampilla correspondiente a la descripción del moco (fig. 3).

La pareja usa esta información y aplica cuatro reglas durante el ciclo de la mujer ya sea para lograr una concepción o no.

Brown (2000), define cuatro reglas básicas del MOB para evitar el embarazo, las cuales se conocen como las Reglas de los Primeros Días (y consiste en tres reglas sencillas) y la Regla de la Cúspide y se describen de la siguiente forma:

> Las Reglas de los primeros días han sido formuladas para proporcionar la predicción más temprana posible de la ovulación, y permitir la supervivencia espermática más larga posible. Como el MOB se basa en la sensación vulvar, y se requiere tiempo para que las secreciones drenen al área vulvar, se necesita que transcurra un cierto tiempo con la mujer en posición vertical para una identificación precisa. Además, el fluido seminal oculta las observaciones, por lo que debe ser absorbido o drenar hacia fuera, antes que puedan realizarse observaciones exactas.

Por lo tanto, para conseguir estos dos requisitos en todos los tipos de actividad ovárica, las Reglas de los Primeros Días establecen lo siguiente:

1. Los tiempos de sangrado menstrual intenso u otros tipos de sangrado, ocultan los síntomas del flujo, por eso no están disponibles para las relaciones sexuales. El coito podría reanudarse hacia el final del sangrado menstrual, (esto es un sangrado que se produce después de un PC y día Cúspide evidentes) cuando es ligero o hay un goteo, con tal que no se oculten los síntomas de fertilidad.
2. Cuando se identifica un PBI, se pueden mantener relaciones sexuales por las noches, pero no dos noches seguidas (noches alternas).
3. Cuando se observa cualquier cambio en el PBI sea en el flujo o sangrado, la pareja espera sin mantener relaciones sexuales. Si regresa el mismo PBI, las relaciones sexuales pueden ser reanudadas a partir de la cuarta noche después del regreso del PBI. Esta es la regla "Esperar y ver, 1, 2, 3".

El día Cúspide es el último día en que se percibe moco con características fértiles (sensación resbalosa), antes del cambio de la progesterona (PC). Por lo que la Regla de Cúspide se define de la siguiente forma:

> Las relaciones sexuales pueden reanudarse en la cuarta mañana después del día Cúspide. Las relaciones sexuales pueden mantenerse a toda hora, desde entonces y hasta la siguiente menstruación.

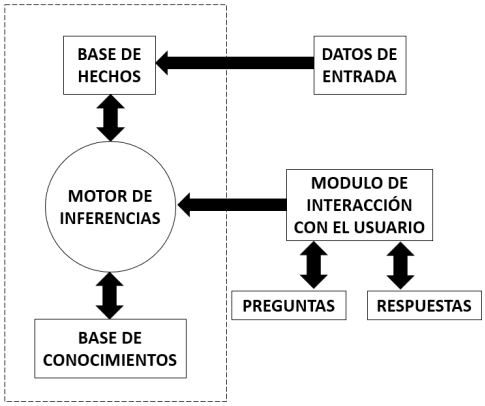
Duane et al. (2016) afirma que alrededor de 100 aplicaciones se ofrecen a las mujeres como herramientas para dar seguimiento a su fertilidad, así como de apoyo a la toma de decisiones para evitar o lograr el embarazo, sin embargo, solo unas pocas se respaldan en los FABM.

Aquellas que si lo hacen tienen tasas de eficacia similares a los de las formas de uso común de los métodos anticonceptivos hormonales, e incluso han logrado obtener la Certificación Europea como dispositivos médicos anticonceptivos (Natural Cycles, 2017)

García González (2008), menciona que cuando se habla de aplicaciones de software inteligentes, se entiende que estas llevan un proceso del conocimiento que sirven como apoyo a la toma de decisiones. Así mismo, los factores que pueden determinar cierto nivel de inteligencia en estas aplicaciones son: la capacidad de aprendizaje, retroalimentación y la evaluación del estado final con el estado deseado.

Estas aplicaciones inteligentes, denominadas también Sistemas Expertos (SE) tienen la ventaja de tomar decisiones homogéneas efectuadas según las reglas que se fijen, debido a que no desarrollan apreciaciones subjetivas y se presentan como un apoyo a la toma de decisiones si ofrece soluciones únicas (García, 2008).

Figura 4. Arquitectura de un Sistema Experto



Fuente: Pino Díez, R., Gómez Gómez, A., & de Abajo Martínez, N. (2001). Introducción a la inteligencia artificial: sistemas expertos, redes neuronales artificiales y computación evolutiva. Servicio de Publicaciones, Universidad de Oviedo.

La arquitectura de un SE (figura 4), como lo describen Pino, Gómez y de Abajo (2001):

> Tiene 3 componentes básicos: la base de conocimiento, la base de hechos y el motor de inferencias:
>
> -*Base de conocimientos*: formada por toda la cantidad de información disponible sobre el campo en el que se desarrolla la aplicación, y debe contener tanto los hechos contrastados, como las creencias y los heurísticos adquiridos por los especialistas a través de la experiencia.
>
> -*Base de hechos*: formada por los datos sobre la situación concreta que va ser considerada y puede ser utilizada como memoria auxiliar o de

trabajo para almacenar los modos de razonamiento y la forma en que han sido utilizados.

-*Motor de inferencias*: es el programa que se encarga de gestionar las informaciones existentes en la base de conocimiento y los datos de la base de hechos, confrontándolos para construir una serie de razonamientos que conduzcan a los resultados.

El motor de inferencia permite obtener las predicciones, estas a su vez se pueden realizar con un árbol de decisiones, él cuál es un modelo de predicción cuyo objetivo principal es el aprendizaje inductivo a partir de observaciones y construcciones lógicas (Barrientos Martínez, y otros, 2009).

Uno de los objetivos de los SE es imitar las actividades de expertos humanos, por lo tanto, deben ser capaz de resolver el problema que se le plantea de la misma manera que el especialista, trabajar con datos incompletos o información no segura, explicar el resultado obtenido, aprender conocimientos sobre la marcha, reestructurar los conocimientos de que dispone en función de datos nuevos, saltarse las normas cuando se llega a la conclusión de que estás no son aplicables al trabajo en concreto (Pino et al., 2001).

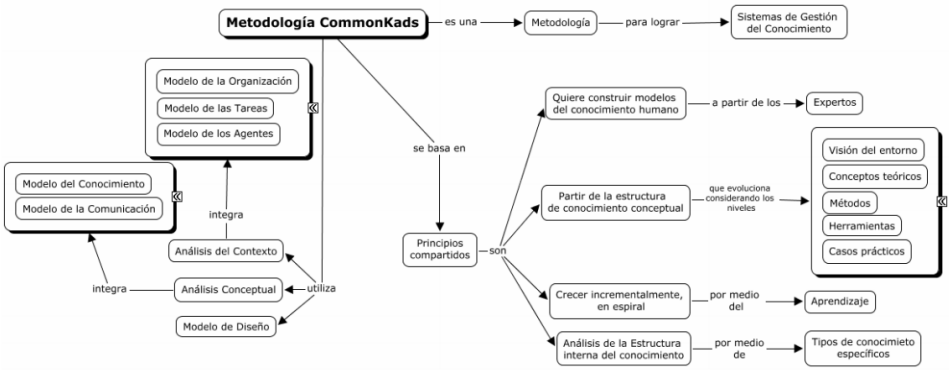
Entonces, ¿cuál es el mejor método para resolver un problema de conocimiento? Para cuestiones clínicas, los motores de inferencia se han soportado en árboles de decisión, donde se definen las reglas por un grupo de especialistas, hasta obtener las variables que las representarán, reduciendo así el tiempo de cómputo (García, 2008).

Dado que el Método de la Ovulación Billings, tiene reglas bien definidas, es posible que con base a ellas se genere el árbol de decisiones, el cual será el motor de inferencia de la aplicación inteligente, la cual, a través de una base de conocimiento tendrá cierta capacidad de aprendizaje, que, junto con los datos proporcionados por los usuarios, generará recomendaciones específicas acerca del estado de fertilidad de la mujer.

Dentro de las metodologías utilizadas en la ingeniería del conocimiento Henao (2001) se propone la utilización del modelo Metodología CommonKADS (fig. 5) puesto que se fortalece en dos conceptos: primero, muestra lo importante que es el análisis de la organización en las estrategias de introducción y desarrollo de sistemas de tecnologías de la información y segundo, la expone cómo una metodología estándar del

conocimiento, que soporta las aplicaciones de ingeniería y de gestión del conocimiento a la hora de construir los sistemas del conocimiento (Marrero Cáceres, 2007).

Figura 5. Descripción conceptual de la Metodología CommonKADS



Fuente: Marrero Cáceres, S. (2007). Estrategia pKM Suricata para la implantación de la gestión del conocimiento orientado a los procesos: Aplicación en el CICEI. Tesis Doctoral del programa Nuevas Tecnologías de la Información y sus aplicaciones, Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Departamento de Informática y Sistemas.

Al desarrollar la aplicación inteligente para usuarios MOB bajo esta metodología de desarrollo, se plantea una estrategia segura para el sustento del Sistema Basado en Conocimiento, el cual es el fundamento de esta hipótesis, puesto que, en la medida que se logré alimentar la base de conocimiento, el motor de inferencias logrará generar resultados que ayuden a los usuarios a la toma de decisiones con respecto a su fertilidad.

CONCLUSIONES

Cuando se habla de salud reproductiva, es indispensable tener presente al porcentaje de mujeres que tiene una necesidad insatisfecha de anticoncepción, para este sector, se ofrecen alternativas en los Métodos Basados en el Conocimiento de la Fertilidad, que por sí mismos logran un porcentaje de efectividad hasta del 98% según cifras de la OMS, como es el caso del Método de la Ovulación Billings (MOB). En el auge de aplicaciones móviles para la toma de decisiones, hay herramientas que pretenden orientar a las mujeres acerca de su estado de fertilidad, sin embargo, muy pocas basan sus recomendaciones en algún FABM, lo que disminuye su credibilidad en el ámbito de la anticoncepción.

La propuesta de implementar una aplicación inteligente basada en las reglas del MOB, para generar recomendaciones similares a las de un instructor y posteriormente comparar ambos resultados, determinará si es posible que una app móvil sea una herramienta de anticoncepción con un alto grado de confiabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ACOG. (24 de abril de 2015). *Fertility Awareness-Based Methods of Family Planning*. Recuperado el 26 de junio de 2018, de The American College of Obstetricians and Gynecologists FAQ: https://www.acog.org/Patients/FAQs/Fertility-Awareness-Based-Methods-of-Family-Planning

Barrientos Martínez, R. E., Cruz Ramírez, N., Acosta Mesa, H. G., Rabatte Suárez, I., Gogeascoechea Trejo, M., Pavón León, P., & Blázquez Morales, S. L. (Julio-Diciembre de 2009). Árboles de decisión como herramienta en el diagnóstico médico. *Revista Médica de la Universidad Veracruzana, 9*(2), 19-24. Obtenido de https://www.uv.mx/rm/num_anteriores/revmedica_vol9_num2/articulos/arboles.pdf

Berglund Scherwitzl, E., Lundberg, O., Kopp Kallner, H., Gemzell Danielsson, K., Trussell, J., & Scherwitzl, R. (2017). Perfect-use and typical-use Pearl Index of a contraceptive mobile app. *Contraception, 96*(6), 420-425. doi:10.1016/j.contraception.2017.08.014

Billings Life. (20 de Agosto de 2016). *The Billings Ovulation Method*. Obtenido de Billings Life, Leaders in Fertility Education: http://billings.life/

Billings Life. (2018). *Wanting to prevent pregnancy? Looking for a fresh approach to birth control?* Obtenido de BOMA-USA. Billings Ovulation Method Association: https://www.boma-usa.org/uploads/1/0/4/1/104195694/preventing_pregnancy.pdf

Billings Ovulation Method. (2004). *Trials of the Billings Ovulation Method.* Natural Family Planning Association, Ontario. Obtenido de http://www.nfpsask.ca/downloads/trials.pdf

Bonnar, J., Flynn, A., Freundl, G., Kirkman, R., Royston, R., & Snowden, R. (1999). Personal hormone monitoring for contraception. *The British journal of family planning, 24*(4), 128-34. Obtenido de https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10023097

Brown, J. B. (2000). *Studies on human reproduction: ovarian activity and fertility and the Billings Ovulation Method.* Melbourne.

Cibersalud. 58ª Asamblea Mundial de la Salud del 16 al 25 de mayo del 2005. (2005). Obtenido de Organización Mundial de la Salud: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/23104/WHA58_28-sp.pdf

Duane, M., Contreras, A., Jensen, E. T., & White, A. (2016). The Performance of Fertility Awareness-based Method Apps Marketed to Avoid Pregnancy. *Journal of the American Board of Family Medicine, 29*(4), 508-511. doi: 10.3122/jabfm.2016.04.160022

Erviti, J. (2015). Construcción de los objetos profesionales, orden corporal y desigualdad social. Una reflexión en torno a las interacciones médicos-usuarias de servicios ginecológicos. En A. López Gómez, & R. Castro (Edits.), *Poder médico y ciudadanía: el origen social de los conflictos que mantienen los profesionales de la salud con los derechos reproductivos en América Latina. Avances y desafíos en la investigación regional* (págs. 100-122). Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Alejandra_Lopez_Gomez/publication/277716354_LIBRO_PODER_MEDICO_Y_CIUDADANIA/links/557196fd08ae6d917bc4e47e/LIBRO-PODER-MEDICO-Y-CIUDADANIA.pdf?origin=publication_detail

FACTS. (2013). *El Método de Ovulación Billings.* Obtenido de Fertility Appreciation Collaborative to Teach the Science: http://www.factsaboutfertility.org/wp-content/uploads/2013/07/Sp_BOM-Me%CC%81todoBillings_FINAL.pdf

Freundl, G., Frank-Herrmann, P., & Gnoth, C. (2010). Cycle Monitors and Devices in Natural Family Planning. *Journal of Reproductive Medicine and Endocrinology, 7*(Edición Especial 1), 90-96. Obtenido de http://www.kup.at/kup/pdf/9095.pdf

García González, D. L. (2008). *Diseño y desarrollo de un Sistema de Diagnóstico y Evaluación de Riesgo de Hipertensión Arterial Pediátrica.* Trabajo de Diploma, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Facultad de Ingeniería eléctrica. Departamento de Ingeniería Automática, Santa Clara. Obtenido de http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/5864/Angel%20Gómez%20Lorenzo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Henao Cálad, M. (2001). *CommonKADS-RT: Una Metodología para el Desarrollo de Sistemas Basados en el Conocimiento de Tiempo Real.* Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Sistemas Informáticos y Computación, Valencia, España. Obtenido de http://users.dsic.upv.es/grupos/ia/sma/thesis/pdf/TesisMonicaH.pdf

IMSS. (16 de 07 de 2015). *Planificación Familiar*. Obtenido de Instituto Mexicano del Seguro Social: http://www.imss.gob.mx/salud-en-linea/planificacion-familiar

Indian Council of Medical Research Task Force on Natural Family Planning. (Febrero de 1996). Field trial of Billings Ovulation Method of natural family planning. *Contraception, 53*(2), 69-74. doi:https://doi.org/10.1016/0010-7824(95)00269-3

Kraetschmer, K. (agosto de 2017). Medicinal Chemistry As Foundation For Contraception, Birth Control, Family Planning, And Fertility. *International Journal of Nursing Didactics,* 7(8), 405-4011. doi:http://dx.doi.org/10.15520/ijnd.2017.vol7.iss8.243.01-07

Leavitt, N. (2009). Is Cloud Computing Really Ready for Prime Time? *IEEE Computer, 42*, 15-20. doi:10.1109/MC.2009.20.

M. Herrera, C. (2015). De “pacientita” a ciudadana: el largo y sinuoso camino de las mujeres dentro del orden médico en México. En A. López Gómez, & R. Castro (Edits.), *Poder médico y ciudadanía: el conflicto social de los profesionales de la salud con los derechos reproductivos en América Latina. Avances y desafíos en la investigación regional* (págs. 73-99). Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Alejandra_Lopez_Gomez/publication/277716354_LIBRO_PODER_MEDICO_Y_CIUDADANIA/links/557196fd08ae6d917bc4e47e/LIBRO-PODER-MEDICO-Y-CIUDADANIA.pdf?origin=publication_detail

Marrero Cáceres, S. (2007). *Estrategia pKM Suricata para la implantación de la gestión del conocimiento orientados a los procesos: Aplicación en el CICEI.* Tesis Doctoral del programa Nuevas Tecnologías de la Información y sus aplicaciones, Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Departamento de Informática y Sistemas. Obtenido de http://hdl.handle.net/10553/20270

Natural Cycles. (2017). *Natural Cycles*. Obtenido de https://www.naturalcycles.com/es

Novillo Ortiz, D., D'Agostino, M., & Becerra Posada, F. (2016). El rol de la OPS/OMS en el desarrollo de capacidad en eSalud en las Américas: análisis del período 2011-2015. *Rev Panam Salud Pública, 40*(2), 85-89. Obtenido de http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/31161

OMS. (08 de febrero de 2018). *Planificación Familiar. La necesidad insatisfecha de anticoncepción en el mundo*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud.: http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/family-planning-contraception

Pino Díez, R., Gómez Gómez, A., & de Abajo Martínez, N. (2001). *Introducción a la inteligencia artificial: sistemas expertos, redes neuronales artificiales y computación evolutiva.* Servicio de Publicaciones, Universidad de Oviedo. Obtenido de https://books.google.com.mx/books?id=RKqLMCw3IUkC

Tantaleán del Águila, M. (2013). El Método de la Ovulación Billings en parejas con subfertilidad. *III Congreso Internacional en Reconocimiento de la Fertilidad* (págs. 147-160). Lima: Revista de Actas. Obtenido de http://www.reconocimientodelafertilidad.com/wp-content/uploads/2013/03/16-Mesa4_ponencia3_Revista_actas.pdf

Tioranat. (2018). *Tioranat*. Recuperado el 20 de Mayo de 2018, de http://www.tioranat.es/monitores-de-fertilidad

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2015). *Trends in Contraceptive Use Worldwide 2015.* (ST/ESA/SER.A/349). United Nations. Obtenido de http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/family/trendsContraceptiveUse2015Report.pdf

Valero Lance, P., Rausell Vázquez, D., Pacheco Rodríguez, C., & García Cervera, J. (2018). *Planificación Familiar: Información general y seguimiento de anticonceptivos orales.* Recuperado el 20 de mayo de 2018, de Portal de la Consellería de Sanitat: http://publicaciones.san.gva.es/docs/dac/guiasap029planfam.pdf

MÉTODOS DE CÁLCULO DE ENGRANAJES PLÁSTICOS DE DIENTES RECTOS SIMÉTRICOS Y ASIMÉTRICOS

JOSÉ ALBERTO VELÁZQUEZ PÉREZ[1], ULISES GABRIEL GARCÍA[2], JORGE LUIS. ARENAS DEL ÁNGEL[3], JUAN JOSÉ MARÍN HERNÁNDEZ[4], JORGE ARTURO DEL ÁNGEL RAMOS[5], PEDRO DIARIO BARRADAS DOMÍNGUEZ[6]

RESUMEN

El comportamiento de los engranajes cilíndricos de dientes rectos de materiales plásticos es bastante diferente del de los engranajes metálicos, tanto desde el punto de vista de las fallas que se producen, como del diseño de estos engranajes. Existen diferentes métodos de cálculo para determinar las dimensiones de un engranaje plástico cilíndrico de dientes rectos exteriores para satisfacer determinados requisitos de potencia y velocidad. En el trabajo se analizan las diferentes metodologías existentes en la actualidad para el diseño de engranajes cilíndricos de dientes rectos exteriores de materiales plásticos según diferentes autores como son Dvorak, Kelley, y Faires y además por los métodos empleados por la firma CARBOPLAST. Para comparar los resultados del cálculo de las tensiones en la base del diente por las diferentes metodologías esbozadas anteriormente se procede a calcular, en una primera fase, las características geométricas de una transmisión de engranajes cilíndricos de dientes rectos, después se comprueba si para ese caso específico se pueden emplear engranajes plásticos y si es afirmativo, entonces por último se calcula la tensión por cada metodología. Para el mismo ejemplo utilizando las técnicas del modelado geométrico se dibujó el piñón en 3D. Como el piñón tiene una configuración simétrica, para realizar el análisis mediante el Método de los elementos finitos se puede utilizar la geometría de un diente con el objetivo de simplificar los cálculos. Aplicándole

[1] Universidad Veracruzana / Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. jvelazquez@uv.mx
[2] Universidad Veracruzana / Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. ugabriel@uv.mx
[3] Universidad Veracruzana / Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.jorarenas@uv.mx
[4] Universidad Veracruzana / Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. jmarin@uv.mx
[5] Universidad Veracruzana / Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. jdelangel@uv.mx
[6] Tecnológico Nacional de México / Instituto tecnológico Superior de Xalapa. pbarrada@hotmail.com

al modelo las correspondientes condiciones de contorno y las mismas cargas y material que se usaron en el ejemplo para valorar las diferentes metodologías, se determinaron las tensiones en todo el volumen del diente, determinándose particularmente la tensión máxima en la base del diente. Con el objetivo de comparar los resultados se determina cuanto representa cada resultado obtenido por las diferentes metodologías con respecto al valor obtenido a través del MEF. Se ofrece además una nueva expresión de cálculo propuesta por los autores para el caso particular de los engranajes plásticos de dientes rectos asimétricos.

Palabras Clave: Engranajes, Plásticos, Lewis.

INTRODUCCIÓN

El comportamiento de los engranajes cilíndricos de dientes rectos de materiales plásticos es bastante diferente del de los engranajes metálicos, tanto desde el punto de vista de las fallas que se producen, como del diseño de estos engranajes. Existen varios métodos de cálculo para determinar las dimensiones de un engranaje plástico cilíndrico de dientes rectos exteriores para satisfacer determinados requisitos de potencia y velocidad. A continuación, se esbozan las metodologías según algunos autores, estos son Dvorak (1988), Kelley (1977), Faires (1998), y además por los métodos empleados por las firmas CARBOPLAST (1999). Se hace una comparación entre los diferentes métodos y se ofrece un método de cálculo para engranajes plásticos de dientes rectos asimétricos (Kim 2006, Mao 2007).

DIFERENTES MÉTODOS DE CÁLCULO

Método de cálculo según Dvorak: Dvorak presenta una ecuación que no es más que una modificación de la ecuación de Lewis e incorpora la velocidad en la circunferencia de paso y el factor de servicio.

$$S = \frac{55(6+V)WPC_S}{FYV} \leq [S_S] \qquad (1)$$

Donde:

S - Tensión actuante en la base del diente en lb/pulg^2.

W - Potencia en HP.

V - Velocidad del polo en pie/min.

P - Diametral pitch.

C_S - Factor de servicio, según la tabla 1.

F - Ancho del diente en pulgadas.

Y - Factor de forma o factor de Lewis, según la tabla 2.

$[S_S]$ - Tensión admisible en lb/pulg^2, según la tabla 3.

Tabla. 1- Factores de Servicio

Tipo de Carga	8 – 10 h / día	24 h / día	Intermitente (3 h / día)	Ocasional (0,5 h / día)
Constante	1	1,25	0,80	0,50
Choques ligeros	1,25	1,50	1	0,80
Choques medios	1,50	1,75	1,25	1
Choques fuertes	1,75	2	1,50	1,25

Método de cálculo según Kelley: Kelley emplea, para el cálculo de tensiones en engranajes, le ecuación de Lewis en su variante original.

$$\sigma = \frac{FP}{fY} \leq [\sigma] \qquad (2)$$

Dónde:

σ - Tensión actuante en el pie del diente, en lb/pulg^2.

$[\sigma]$ - Tensión admisible del material, en lb/pulg^2.

P - Diametral pitch.

f - Ancho del diente, en pulg.

F - Fuerza tangencial trasmitida, en libras.

Y - Factor de forma del diente, según Tabla 2.

Tabla 2- Factor de Forma

Número de dientes	Dientes de involuta de 20°	Dientes de involuta de 20° cortos.
12	0,245	0,311
14	0,276	0,339
16	0,295	0,361
18	0,308	0,377
20	0,320	0,393
22	0,330	0,405
26	0,346	0,424
30	0,358	0,437
34	0,371	0,446
38	0,383	0,456
43	0,396	0,462
50	0,408	0,474

Tabla.3- Valores de las tensiones admisibles para engranajes plásticos a 70°F en lb/pulg^2

Plástico	Normal	Reforzado con fibra de vidrio
ABS	3000	6000
Acetato	5000	7000
Nylon	6000	12000
Policarbonato	6000	9000
Poliéster	3500	8000
Poliuretano	2500	-

Método de cálculo según Faires: Este método contempla los siguientes cálculos:

1. Primeramente, se calcula la carga dinámica a través de la siguiente expresión:

$$F_d = \frac{(200 + 3{,}28V)F_t}{200 + 0{,}82V} \qquad (3)$$

Donde:

Fd - Carga dinámica, en Kg.

V - Velocidad del polo del engranaje, en m/min

Ft - Fuerza tangencial actuante sobre el diente, en Kg.

2. Esta carga dinámica posteriormente se iguala a la carga actuante según la ecuación de Lewis, es decir Fd = Fs.

$$F_S = \frac{SbYm}{10} \qquad (4)$$

Donde:

S - Esfuerzo de cálculo en Kg/cm^2 que depende del módulo, del material y del número de ciclos.

b - Ancho de la rueda, en cm.

m – Módulo, en mm.

Y - Factor de Lewis.

Se asume un valor del módulo y se puede despejar el ancho de cara “b” necesario para trasmitir la potencia dada.

3. Finalmente se iguala la carga dinámica a la carga de desgaste y se despeja el ancho necesario.

Fd = Fw.

$$Fw = Dp \cdot b \cdot Q \cdot kg \qquad (5)$$

Donde:

$$Q = \frac{2 \cdot Dg}{Dg + Dp} \qquad (6)$$

Dg - Diámetro primitivo de la rueda, cm.

Dp - Diámetro primitivo del piñón, cm.

b - ancho de los dientes, cm.

kg - Factor del material.

$$kg = \left(\frac{s^2 \cdot \text{sen}(\phi)}{1{,}4}\right)\left(\frac{1}{Ep} \cdot \frac{1}{Eg}\right) \qquad (7)$$

s - tensión admisible a contacto, en kg/cm^2.

ϕ - ángulo de presión.

Ep, Eg – módulo de elasticidad en kg/cm^2 del piñón y la rueda respectivamente.

De los anchos de cara obtenidos por la ecuación de Lewis y por la ecuación del desgaste se toma el mayor.

MÉTODO DE CÁLCULO SEGÚN CARBOPLAST

Para obtener el ciclo de vida de un piñón fabricado en PROLON, se calcula el esfuerzo básico admisible en la raíz del diente empleando para ello una modificación de la fórmula de Lewis.

Después se fija el valor calculado en el eje vertical de la figura 6, se lee su proyección en el eje horizontal de acuerdo al módulo específico del piñón y se determina el ciclo de vida en función de los esfuerzos, los cuales pueden convertirse, de acuerdo a la velocidad, en tiempo de vida esperada.

Si el torque a transmitir es el factor que se conoce, entonces el esfuerzo admisible se calcula por la siguiente expresión:

$$S = \frac{200000 \cdot T}{PD \cdot M \cdot F \cdot Y} \cdot C_1 \cdot C_2 \qquad (8)$$

Y si la potencia es el factor conocido, entonces se calculará por:

$$S = \frac{145000000 \cdot HP}{PD \cdot M \cdot F \cdot Y \cdot n} \cdot C_1 \cdot C_2 \qquad (9)$$

Donde:

S - Esfuerzo admisible en el diente en Kgf/cm^2.

T - Torque transmitido por el piñón en Kgf/cm^2

PD - Diámetro primitivo del piñón en mm

M - Módulo de la transmisión en mm

F - Ancho de la cara del diente en mm.

Y - Factor de forma del diente.

C_1 - Factor de corrección de operación.

C_2 - Factor de corrección de temperatura.

HP - Potencia transmitida por el piñón en HP.

n - Velocidad del piñón en rpm.

Los diferentes parámetros que intervienen en la fórmula anterior son estimados y calculados por diferentes gráficos y tablas que ofrece la firma CARBOPLAST (1999).

Validación de los métodos a través de un ejemplo de cálculo de una transmisión por engranajes de plásticos sin corrección.

Con la intención de comparar los resultados del cálculo de tensión en la base del diente por las diferentes metodologías esbozadas anteriormente se procede a calcular, en una primera fase, las características geométricas de una transmisión de engranajes cilíndricos de dientes rectos, después se comprueba si para ese caso específico se pueden emplear engranajes plásticos y si es afirmativo, entonces por último se calcula la tensión por cada metodología.

Como datos auxiliares e hipotéticos se asume una transmisión por engranajes con las siguientes características:

W = 5 Kw, ha* = 1, b=25,4mm, n1 = 890 rpm, c =0.16, m = 4, $\propto c = 20^o$, aw=100mm, Zp=25, Zc=100.

Con esos datos se calcularon todos los parámetros geométricos de la transmisión.

Análisis de la posibilidad del uso de engranajes plásticos para la transmisión.

Una vez realizado el cálculo geométrico se comprueba si en la transmisión pueden emplearse engranajes plásticos.

I. Cálculo de la fuerza tangencial:

$$Ft = \frac{2000.M_2}{d_2} \quad (10)$$

$$M_2 = 9550.\frac{N_2}{n_2} \quad (11)$$

Sustituyendo valores en M_2:

$M_2 = 214.64N - m$

Y por consiguiente:

$Ft = 1073.03N$

II.Comprobación de la posibilidad de utilización de engranajes de plástico en esta transmisión (Matweb 2018):

$$X = \left(D^2 \cdot F \cdot n\right) + \left(115 \cdot H \cdot Z\right) \quad (12)$$

Donde:

D - Diámetro del engranaje, en pulgadas.

F - Ancho del diente, en pulgadas.

n - Velocidad de la rueda, en rpm.

H - Potencia trasmitida, en HP.

Z - Número de dientes de engranaje.

Si X es:

- 1 o mayor - Se recomienda el uso del plástico
- 0,722 a 1 - El engranaje plástico funciona adecuadamente
- 0,445 a 0,721 - El engranaje tiene pocas propiedades para funcionar adecuadamente.
- Menos de 0,445 - No debe usarse el plástico para reemplazar el metal.

Partiendo de los datos iniciales y del cálculo geométrico:

D = 3.94 pulg. H = 6.71 HP F = 1 pulg.

Z = 25 n = 890 rpm

Sustituyendo en (12): X = 33107.25

Por lo tanto, como el resultado es mucho mayor que la unidad se pueden utilizar engranajes de plástico en esta transmisión.

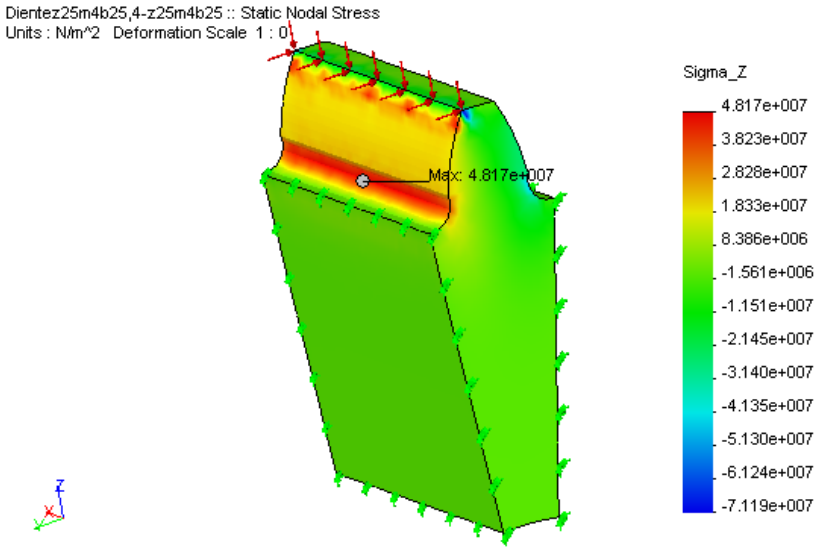
Se calcularon entonces las tensiones por todos los métodos descritos anteriormente.

CÁLCULO DE LA TENSIONES MEDIANTE EL MEF.

Para los mismos datos usados en los métodos anteriores se realizaron los cálculos de tensiones a través del Método de los elementos finitos (Prasad et al 2012). Para ello se creó un modelo del diente, se generó la malla y se usó como material Nylon 6/10 (DMS, 1999).

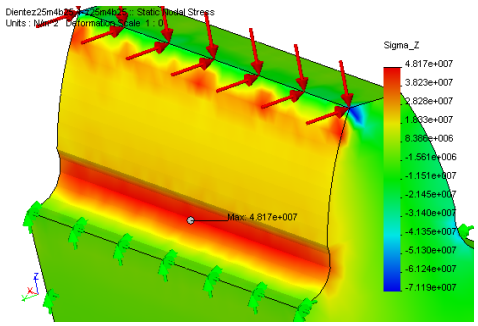
Una vez que todas las condiciones están dadas se pueden apreciar los resultados del comportamiento de las tensiones en todo el volumen del diente (figura 1) y en la figura 2 se hace un detalle de una zona de la base del diente (Detalle I), que según se observa es la más cargada. El resultado de esta tensión, la máxima en la base del diente, es aproximadamente 48.17 MPa.

Figura.1 – Resultado del cálculo de tensiones por el método de los elementos finitos



Fuente: elaboración propia

Figura 2– Detalle de la Zona I



Fuente: elaboración propia

COMPARACIÓN ENTRE LOS RESULTADOS DEL MEF Y LOS DIFERENTES MÉTODOS.

Con el objetivo de comparar los resultados se determina cuanto representa cada resultado obtenido por cada procedimiento con respecto al valor obtenido a través del MEF (Tabla 4):

Tabla 4. – Resumen de resultados con respecto al MEF

	Método Dvorak	Método Kelley	Método Faires	Método Moya	Método Carboplast	MEF
Resultado (MPa)	47.45	30.88	48.41	46.32	34. 59	48.17
% de Diferencia	1.5	13.3	0.49	3.84	28.19	0

EXPRESIÓN DE CÁLCULO DE LOS ENGRANAJES PLÁSTICOS ASIMÉTRICOS PROPUESTA POR LOS AUTORES.

Para hallar una expresión más exacta para el cálculo de tensiones en dientes asimétricos, se desarrolló un experimento virtual, utilizando el software COSMOS Design Star. Para ello, se desarrollaron tres etapas:

- Se mantuvo el número de dientes fijo (Z=17), la corrección igual a cero (X=0), y se varió el coeficiente de asimetría desde 1 hasta 1,5. Se utilizó como material Nylon 6/10 y se utilizó una fuerza unitaria, un módulo unitario y una carga unitaria. Se determinaron entonces las tensiones máximas en el pie del diente. Utilizando el Software Curve Expert 1,3 para Windows, se determinó la ecuación de la Tensión en función del coeficiente de asimetría (Weibull Model):

$$\sigma = a. - b.e^{-c.C^{d}} \qquad (13)$$

Aquí: a= 6.747125 b= 3.862122 c= 1.219807 d= -3.85999

C – Coeficiente de asimetría

- Posteriormente se mantuvo el número de dientes fijo (Z=17), el coeficiente de asimetría igual a 1 y se varió la corrección desde 0 hasta 1. Se utilizó como material Nylon 6,10 y se utilizó una fuerza unitaria, un módulo unitario y una carga unitaria. Se determinaron entonces las tensiones máximas en el pie del diente. Utilizando el Software Curve Expert 1.3 para Windows, se determinó la ecuación de la Tensión en función del coeficiente de corrección (Exponential Fit):

$$\sigma = a.e^{b.x} \qquad (14)$$

Aquí: a= 5.6219788 b=-0.4456412 X= coeficiente de corrección

- Finalmente, se mantuvo el coeficiente de asimetría igual a 1 la corrección igual a cero, y se varió el número de dientes. Se utilizó como material Nylon 6,10 y se utilizó una fuerza unitaria, un módulo unitario y una carga unitaria. Se determinaron entonces las tensiones máximas en el pie del diente.

Utilizando el Software Curve Expert 1.3 para Windows, se determinó la ecuación de la Tensión en función del número de dientes (Logistic Model).

$$\sigma = \frac{a}{\left(1 + b.e^{-c.z}\right)} \qquad (15)$$

Aquí a= 1.3476586 b= -0.65875851 c= 0.0088964867 Z= número de dientes

Para evaluar la influencia simultánea de los tres parámetros (X, C, Z), en el valor de las tensiones que surgen en el pie del diente, se utilizó el Software Stat Graphics 4.1 Plus, realizándose un mayor número de experimentos. Llegándose a la siguiente función (Para fuerzas, módulo y ancho unitarios):

$$\sigma_u = 1.33615 - \frac{0.452994}{1 - 0.05 * e^{0.0386 * Z}} - 3.12642 * C^{\frac{0.662}{C}} + 4.3 * e^{-0.142821 * X} \qquad (16)$$

El valor de la tensión real entonces en un diente de un engranaje asimétrico será el valor calculado por la expresión anterior, afectada por la carga actuante, el módulo, el ancho de la rueda, y el factor de Lewis. Llamando a la expresión anterior Cr, se obtiene:

$$\sigma = \frac{Ft}{m.b.Y_F} * Cr \qquad (17)$$

$$C_r = 1.33615 - \frac{0.452994}{1 - 0.05 * e^{0.0386*Z}} - 3.12642 * C^{\frac{0.662}{C}} + 4.3 * e^{-0.142821*X} \qquad (18)$$

Se programaron todos los parámetros anteriores en una hoja de cálculo en Excel, y para validar la expresión desarrolló siete cálculos en el COSMOS Design Star. En la Tabla 5 se muestra la hoja de cálculo en Excel, de la misma se puede apreciar el error de la expresión obtenida con respecto al método de los elementos finitos.

Tabla 5 Valores de las Tensiones calculadas por la expresión obtenida y por el MEF

			Valores de las Tensiones calculadas teóricamente y por el MEF									
									Tensiones en Mpa			
ancho	Z	Fn(N)	Ft	Fr	C	Yf	X	Cr	Lewis	Ecuación	MEF	%error
20	17	100	93.97	34.2	1	0.302	1	1.438	7.779	11.184	11.32	-1.200
50	20	500	469.8	171	1.2	0.392	0.5	1.375	4.794	6.594	6.75	-2.306
20	17	100	93.97	34.2	1	0.302	0	2.008	3.889	7.812	7.8	0.149
70	30	400	375.9	136.8	1.3	0.429	0.8	1.050	2.503	2.628	2.78	-5.458
80	40	500	469.8	171	1.5	0.466	0.25	1.156	2.101	2.427	2.34	3.731
60	50	600	563.8	205.2	1.2	0.438	0.3	1.309	2.682	3.511	3.36	4.501
40	60	700	657.8	239.4	1	0.389	0.6	1.244	4.227	5.257	4.98	5.564

CONCLUSIONES:

1. Muchos autores coinciden en el criterio de que la falla principal de los engranajes plásticos es la fractura del diente, de hecho, todas las expresiones de cálculo que aparecen en la literatura para el diseño de este tipo de engranajes se limitan a determinar las tensiones que se originan en el pie del diente debido a la flexión.

2. Existe una gran diferencia entre los valores de las tensiones en el pie del diente producto de la flexión al aplicar las expresiones propuestas por los diferentes autores. Las expresiones más exactas son las de Dvorak y Faires y las menos precisas las de Nelly y las de la firma CARBOPLAST.
3. Las diferentes expresiones de cálculo existentes para determinar las dimensiones de los engranajes plásticos en función de la solicitación de potencia no tienen en cuenta las posibilidades de modificaciones geométricas de estos engranajes ni las particularidades del factor de Lewis para los mismos, el cual en los engranajes asimétricos depende además del número de dientes del ángulo de ataque y del ángulo de respaldo.
4. La expresión de cálculo propuesta por los autores para la determinación de las tensiones en el pie del diente de los engranajes asimétricos ofrece resultados bastante cercanos a los obtenidos por el MEF.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Kim Ch., 2006. Durability improvement method for plastic spur gears, Tribology International 39, 1454–1461.

Mao K., 2007. A new approach for polymer composite gear design, A new approach for polymer composite gear design, Wear 262, 432–441.

Prasad V., Hussain S., Pandurangadu V., Kumar K., 2012. Modeling and Analysis of Spur Gear for Sugarcane Juice Machine under Static Load Condition by Using FEA, International Journal of Modern Engineering Research, Vol.2, Issue.4, 2862-2866, ISSN: 2249-6645

DSM, 1999. Catálogo Engineering Plastic Products.

Dvorak P., 1988. More bite for Plastic Gears. Revista Machine Design. Penton Publishing ISSN 0024-9114 USA.

Faires, V., 1988. Diseño de elementos de máquinas. Editorial Limusa.

Kelley J., 1977. Polymers get in gears. Revista Machine Design, Penton Publishing ISSN 0024-9114 USA.

Matweb, 2018. Material Property Data, Nilamid Technical Data Sheets. Recuperado: http://www.matweb.com/search/GetMatlsByTradename.aspx?tn=Nilamid

Pertuz F., 1999. Plásticos de Ingeniería. CARBOPLAST S. A.

REALIDAD AUMENTADA EN LA INDUSTRIA

ADRIANA ARRIOS SALVADOR[1], JOSAFAT GONZALEZ FLORES[2], ANA ROSA MATÍAS MENDOZA[3]

RESUMEN

La realidad aumentada consiste en ofrecer información digital dirigida a la visión real, la realidad aumentada no es precisamente nueva, pero hace unos años comenzó a ser accesible en la industria. Gracias a los dispositivos y la tecnología resultante, diferentes compañías del sector industrial podrán dotar a sus empleados las herramientas de realidad aumentada necesarias para adquirir todo tipo de información sobre el trabajo que van a realizar, desde planos, documentos y manuales hasta videos explicativos. Los proyectos se hace mención de: ARLE Plataforma Web en la cual cualquier usuario puede incorporar contenido virtual (Videos, archivos de sonido, imágenes, objetos tridimensionales y objetos tridimensionales animados), Moverio Pro BT-2000 que incorporan el sistema IMU un tipo de sensor de movimiento de gran sensibilidad exclusivo de Epson, que realiza un seguimiento de la cabeza y detecta la posición en interiores de forma precisa, así como una pantalla de alta resolución,Leap Montion es una de las firmas posicionadas para impulsar el proyecto de gafas de realidad aumentada ya que su negocio son los sensores y el reconocimiento de movimiento, ya que sus productos integran tanto en soluciones de realidad virtual como en gafas de realidad aumentada de gama alta.

Palabras Claves: Industria 4.0, Tecnologías, Dispositivo

INTRODUCCIÓN:

En el presente artículo se abordara la investigación sobre realidad aumentada aplicada en la industria, en la actualidad sabemos sobre las aplicaciones móviles desarrolladas, un ejemplo de ello es Google maps es una superposición de pantalla sobre la realidad aumentada y se presentara una síntesis de los antecedentes, aplicaciones de la

[1] Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán. Adrianabarrios000@Gmail.Com
[2] Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán. josaf_0112@hotmail.com
[3] Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán. anitas_0697@hotmail.com

realidad aumentada: plataforma Web, Moverio Pro BT-2000, Moverio Pro BT-2000etc.**Imagen 1.**

Imagen 1

ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

La realidad aumentada consiste en ofrecer información digital superpuesta a la visión real, la realidad aumentada no es precisamente nueva, pero hace unos años comenzó a ser accesible, según Javier Flavio Figueras, académico de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) y experto en realidad aumentada, "desde la Segunda Guerra Mundial se hicieron experimentos proyectando en los cristales de las cabinas de aviones militares información con un principio llamado head-up display (HUD)".**Imagen 2**.**(Figueras, 2017)**

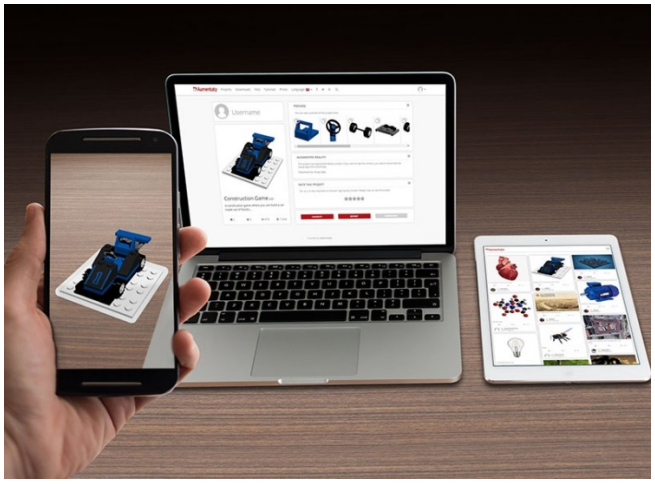
Imagen 2: *Recurso de archivo de un bombadero aliado de la segunda guerra mundial.*

Gracias a los dispositivos y la tecnología resultante, diferentes compañías del sector industrial podrán dotar a sus empleados las herramientas de realidad aumentada necesarias para adquirir todo tipo de información sobre el trabajo que van a realizar, desde planos, documentos y manuales hasta videos explicativos, **Imagen 3**. Además, gracias a su acceso a internet, los dispositivos podrán proporcionar al empleado la posibilidad de un soporte remoto y en tiempo real con expertos que puedan asesorarles desde cualquier parte el mundo. Algo que podrán llevar a cabo sin la necesidad de apartar las manos de su trabajo, algunos de los proyectos se hace mención de:**(Ochando, 2016)**

Imagen 3: Planos, documentos y manuales hasta videos explicativos etc.

ARLE el cual consiste en una plataforma Web en la cual cualquier usuario puede incorporar contenido virtual (Videos, archivos de sonido, imágenes, objetos tridimensionales y objetos tridimensionales animados) junto con una contextualización y evaluación del mismo a cualquier documento impreso, complementando los contenidos teóricos y prácticos. **Imagen 4.** Esto se realiza de una forma transparente para el usuario, sin necesidad de disponer de conocimientos de programación y ni siquiera de conocimientos de RA. **(ARRIBAS, 2015)**

Imagen 4: Plataforma Web



Al igual que las Moverio Pro BT-2000 que incorporan el sistema IMU un tipo de sensor de movimiento de gran sensibilidad exclusivo de Epson, que realiza un seguimiento de la cabeza y detecta la posición en interiores de forma precisa, así como una pantalla de alta resolución. **Imagen 5.**Las gafas inteligentes Moverio Pro BT-2000 aportan una nueva dimensión a los entornos industriales, al permitir a los trabajadores de varias ubicaciones visualizar exactamente lo que ven sus compañeros, obtener asistencia visual remota, así como proporcionar formación y apoyo a través de datos compartidos y/o realidad aumentada. **Imagen 6.**

Imagen 5: Moverio Pro BT-2000.

Imagen 6: Las gafas inteligentes Moverio Pro BT-2000.

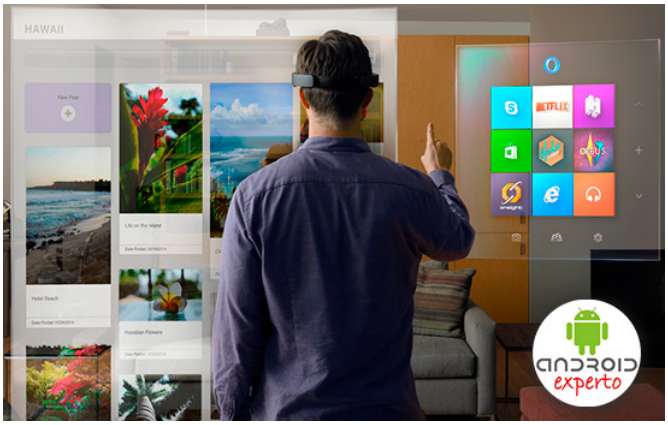
Leap Montion es una de las firmas más posicionadas para impulsar el proyecto de gafas de realidad aumentada ya que su negocio son los sensores y el reconocimiento de movimiento, ya que sus productos integran tanto en soluciones de realidad virtual como en gafas de realidad aumentada de gama alta. Keiichi Matsuda, vicepresidente de diseño de Leap Motion el seguimiento es perfecto para lo que ofrecería soluciones y resulta impresionante como los elementos se integran con el cuerpo. **Imagen 7.** Ellos afirman que no quieren ser fabricantes, lo que ellos quieren es sentar las bases para que otros fabricantes produzcan las gafas de realidad aumentada. **(Antonio Sabán, 11 de abril 2018)**

Imagen 7: Leap Montion

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad las personas no cuentan con la suficiente información sobre lo que es la realidad aumentada, aunque interactúen con ella por medio de las aplicaciones del celular como por ejemplo (cámara, juegos, apps).**Imagen 8.**Además, se encontró que en la actualidad no tenemos una materia o algún taller donde nos impartan artículos, información, nuevos avances en donde nos den a conocer temas sobre realidad aumentada que agreguen más conocimiento.

Imagen 8:



OBJETIVOS

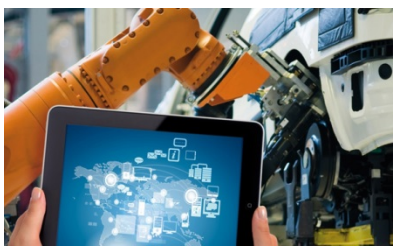
GENERAL

Indagar sobre el tema realidad aumentada en la industria para poder conocer sus ventajas y desventajas, así como sus aplicaciones más eficientes en la industria.

ESPECIFICO

- Tener mejor contexto de la realidad aumentada en la industria
- Conocer los nuevos avances de la realidad aumentada en la industria
- Saber las aplicaciones de la realidad aumentada en la industria. **Imagen 9.**

Imagen 9:



JUSTIFICACION

La investigación se está realizando para obtener más información sobre realidad aumentada que es un tema de interés para nosotros como estudiantes de ingeniería industrial, además de ser una de las partes fundamentales de industria 4.0 o la cuarta revolución industrial.**Imagen 10.**

Imagen 10

La realidad aumentada aplicada en la industria es conocida como fabrica inteligente en donde las tecnologías digitales se introducen en las fábricas y se pone al servicio de la industria para mejorar la eficiencia, la productividad, calidad, servicio y seguridad, procesos industriales. Esto ofrece a la fabricas una capacidad constante a la demanda, servir al cliente de una manera más personalizada, aportar un servicio post-venta uno a uno con el cliente, diseñar, producir y vender productos en menos tiempo, crear series de producción más cortas y rentables. **Imagen 11.**

Imagen 11.

MARCO TEORICO

La realidad aumentada consiste en ofrecer información digital superpuesta a la visión real. El gran impacto y crecimiento del uso de los dispositivos móviles ha hecho posible que este tipo de tecnología esté disponible en cualquier momento y lugar gracias a la inclusión de las cámaras digitales y del aumento de la capacidad de procesamiento de los mismos**(bihartech, 2014).Imagen 12.**

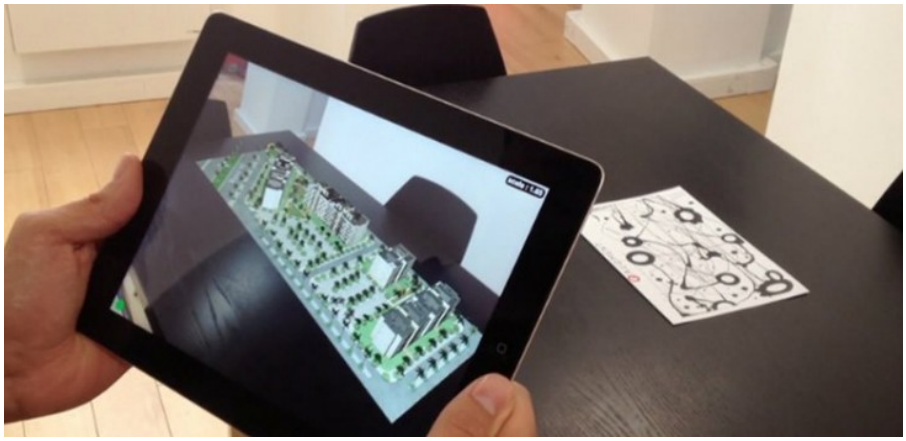
Imagen 12: La realidad aumentada

La realidad aumentada se ha introducido en las fábricas a través de diferentes tecnologías. Las más utilizadas recientemente son el uso de gafas de realidad aumentada, dispositivos electrónicos y los monitores, Epson ha desarrollado unas nuevas gafas inteligentes con el nombre Moverio Pro BT-2000. los trabajadores desde distintas ubicaciones podrán visualizar exactamente lo que están viendo sus compañeros recibir asistencia y monitorización remota así como implementar formación con realidad aumentada.**(Pereira, 2015).Imagen 13.**

Imagen 13:

Dentro de este ámbito de los dispositivos conectados encontramos a la empresa Murciana Visuartech, una nueva aplicación para dispositivos móviles que funciona como una herramienta de realidad aumentada. Permite mostrar proyectos en detalle como si lo estuvieses presentando con una maqueta, solo que una maqueta virtual. La ventaja de que sea virtual, es que teniendo un modelo en 3D, se puede ir enfocando y mostrando en detalles distintos aspectos con más precisión, sin tener que estar encasillado a una escala en particular.**(logic-fin, 2013).imagen 14.**

Imagen 14



FORMULACION DE HIPOTESIS

NO APLICA

DISEÑO METODOLOGICO

NO APLICA

TIPO DE ESTUDIO

NO APLICA

POBLACION Y MUESTRA

NO APLICA

CONCLUSIONES:

La realidad aumentada en la industria consiste implementar ofrecer información digital superpuesta a la visión real, la realidad aumentada no es precisamente nueva, pero hace unos años comenzó a ser accesible dentro de las nuevas tecnologías y de la industria

El cual la realizada aumentada es la propuesta del mejoramiento de la nueva 4.0 , de acuerdo a la investigación se presenta con una gran área de aplicaciones extensas en la industria, con, mayor efectividad y mejor calidad.

La información recabada nos brindó conocer las aplicaciones más utilizadas recientemente son el uso de gafas de realidad aumentada, dispositivos electrónicos y los monitores dentro de las industrias.

El uso de la realidad aumentada en la industria tiene la ventaja de que sea virtual, es que teniendo un modelo en 3D, se puede ir enfocando y mostrando en detalles distintos aspectos con más precisión etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

bihartech. (27 de enero de 2014). bihartech. obtenido de http://www.bihartech.com/realidad-aumentada-industria/

logic-fin. (2013). logic-fin. obtenido de http://logic-fin.com/el-uso-de-la-realidad-aumentada-en-el-sector-industrial/

pereira, j. (2015). keyland. obtenido de http://www.keyland.es/default-item/smartglasses/

ARRIBAS, J. C. (2015). ARLE: UNA HERRAMIENTA DE AUTOR PARA ENTORNOS DE APRENDIZAJE DE REALIDAD AUMENTADA.

Figueras, J. F. (2017). Realidad aumentada, el nuevo socio industrial. *Manufactura*.

Ochando, M. (2016). desarrollo de gafas inteligentes para el sector industrial.

Sanahuja, R. (2017). Epson revoluciona el sector industrial con las nuevas smartglasses Moverio Pro BT-2000

SOFTWARE COMO HERRAMIENTA DE TRABAJO PARA SIMPLIFICAR ACTIVIDADES

JOSÉ ADRIÁN ROMERO PEÑA[1], MILAGROS CANO FLORES [2], MIRIAM MERINO RAMÍREZ[3]

RESUMEN

El uso de Software como herramientas de trabajo permite simplificar muchas de las tareas que día a día los empleados de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (Mipymes) realizan. El hecho de implantar un software, no es garantía de que los empleados lo quieran o puedan usar, es indispensable realizar una capacitación que les dé a los empleados los conocimientos básicos para realizar sus tareas. En el presente trabajo se desea conocer el grado de uso de herramientas de software que usan las empresas en la ciudad de Poza Rica, Veracruz, la cual tiene una gran cantidad de empresas consideradas dentro del tamaño de empresa Mipyme.

Palabras Clave: Mipymes, Digitalización, Empresas, Empleados

ABSTRACT

The use of Software as work tools simplifies many of the tasks that day-to-day employees of Micro, Small and Medium Enterprises (Mipymes) perform. The fact of implementing software is not a guarantee that employees want it or can use it, it is essential to carry out a training that gives employees the basic knowledge to perform their tasks. In this paper we want to know the degree of use of software tools used by companies in some cities of Veracruz, specifically, the cities of Xalapa, Tuxpan and Poza Rica, which has a large number of companies within the size of the MSMEs.

Keywords: Mipymes, Digitalization, Companies, Employees

[1]. Tecnológico Nacional De México / Instituto Tecnológico De Úrsulo Galván. a.romero@itursulogalvan.edu.mx
[2] Universidad Veracruzana / Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas. milagros.canoflores@gmail.com
[3] Tecnológico Nacional De México / Instituto Tecnológico De Úrsulo Galván. mirimerino@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Pressman (2002), el software de computadora es el producto que construyen los programadores profesionales y al que después le dan mantenimiento durante un largo tiempo, esta definición está hecha desde el punto de vista de las empresas que desarrollan software y es importante conocerla.

Cohen (2009) indica que un sistema de información es un conjunto de elementos que interactúan entre sí con el fin de apoyar las actividades de una empresa o negocio, y está conformado con los siguientes elementos:

- El equipo computacional: es el hardware necesario para que el sistema de información opere. Lo constituyen las computadoras y el equipo periférico.
- El recurso humano que interactúa con el sistema de información: las personas que utilizan el sistema, lo alimentan con datos o utilizan los resultados que genera.
- Los datos o información fuente: son todas las entradas que el sistema necesita para generar la información que se desea.
- Los programas que ejecuta la computadora y que producen diferentes tipos de resultados: los programas procesan los datos de entrada y generan los resultados que se esperan.
- Las telecomunicaciones: básicamente el hardware y el software que transmiten en forma electrónica texto, datos, imágenes y voz.
- Procedimientos: que incluyen las políticas y reglas de operación, tanto en la parte funcional del proceso de negocio, como los mecanismos para hacer trabajar una aplicación en la computadora.

Todos estos elementos dentro de una empresa interactuando, le permiten tener una ventaja competitiva, y en especial a las Micro, pequeñas y medianas empresas, les permite poder realizar todas las tareas dentro de sus áreas administrativas.

En este estudio vamos a conocer a las empresas de la ciudad e Poza Rica, Veracruz, que hacen uso de software para realizar sus actividades administrativas.

MIPYMES

El significado de Mipymes es Micro, pequeña y medianas empresas, y en México son importantes debido a que el último censo económico realizado por Instituto Nacional de

Estadística y Geografía (INEGI) en 2009 señala que este sector empresarial alcanza el 99.8% del total de las empresas, aportan el 52% al PIB y generan el 78.5% del empleo. (García, 2013)

Saavedra, (2008) indica que para definir a las Mipymes se pueden manejar las siguientes variables:

a) El número de trabajadores que emplean.
b) Tipo de producto.
c) Tamaño de mercado.
d) Inversión en bienes de producción por persona ocupada.
e) El volumen de producción o de ventas.
f) Valor de producción o de ventas.
g) Trabajo personal de socios o directores.
h) Separación de funciones básicas de producción, personal, financieras y ventas dentro de la empresa.
i) Ubicación o localización.
j) Nivel de tecnología de producción.
k) Orientación de mercados.
l) El valor del capital invertido.
m) El consumo de energía.

TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

Cohen (2009) indica que las Tecnologías de Información y comunicación son todas aquellas tecnologías que permiten y dan soporte a la construcción y operación de los sistemas de información, formando la infraestructura tecnológica de la empresa.

Esta infraestructura debe ser utilizada en todas las áreas donde sea requerida, anteriormente resultaba muy cara y las Mipymes no podían adquirirlas, actualmente existen muchas Tics al alcance de las empresas, ya sean de forma gratuita o a bajo costo.

En la actualidad los sistemas de información cumplen tres objetivos básicos dentro de las

Organizaciones:

- Automatizan los procesos operativos.
- Proporcionan información que sirve de apoyo en el proceso de toma de decisiones.
- Logran ventajas competitivas a través de su implantación y uso.

Al cumplirse estos tres objetivos, las empresas pueden realizar más operaciones, atender más clientes, tomar decisiones que permitan una mayor productividad, además de tener una mejor imagen ante los clientes.

SIMPLIFICACIÓN DE TAREAS

García, Sánchez (2013) señalan que las vías por las cuales las TIC ayudan a mejorar el desempeño en las empresas son cuatro: automatización, accesibilidad a la información, costos de transacción y procesos de aprendizaje.

- Automatización: Influye sobre los procesos rutinarios. El aumento más que proporcional en la eficiencia respondería a la relación que surge a partir de la posibilidad de disminuir el trabajo humano directo, al tiempo que se generan registros.
- Accesibilidad a la información: La posibilidad de acceder a información relevante y precisa con un costo bajo y en tiempo real permite tomar decisiones con la ayuda de una gran variedad de datos.
- Costos de transacción: La información se puede transmitir de manera instantánea y a bajo costo, reduciendo los costos de coordinación tanto al interior como al exterior de la empresa.
- Procesos de aprendizaje: Los ambientes virtuales y modelos de simulación facilitan el aprendizaje y reducen los costos.

Es importante que las Mipymes elijan de forma correcta las Tics que van a utilizar, además de tener un sistema de capacitación que les permita a los trabajadores ser realmente productivos.

ESTUDIO

Se hizo un estudio en la ciudad de Poza Rica, Veracruz, en el cual se aplicaron encuestas a 78 empresas consideradas dentro de la clasificación de Mipyme.

Las encuestas que se aplicaron contenían dos preguntas, las cuales son:

1. ¿Conoce maquinaria y/o software que pueda simplificar las funciones en su negocio?

a) Si b) No

2. Si fue positiva la respuesta anterior ¿Cuenta con esta maquinaria y/o software?

a) Si, ¿cuál? _____ b) No, ¿por qué? _____

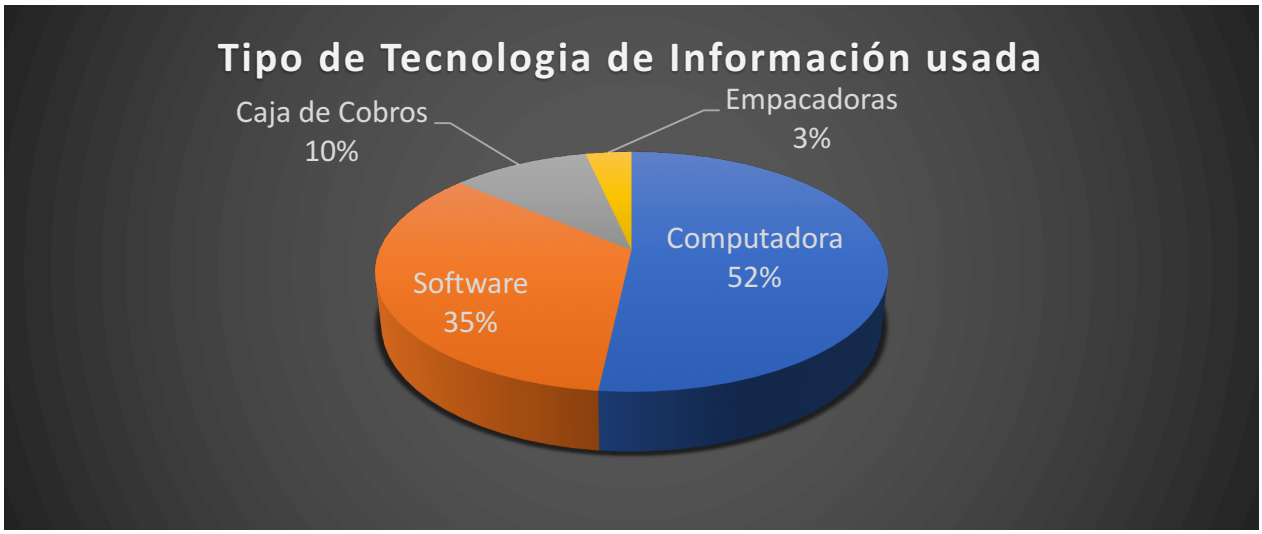
RESULTADOS

Los resultados del estudio se presentan a continuación mediante las siguientes gráficas:

Gráfica 1: Maquinaria y/o Software

Gráfica 2: Cuenta con esta Maquinaria y/o Software

Gráfica 3: Tipo de Tecnología



CONCLUSIONES

El 71% de las empresas encuestadas sí conoce Tecnologías de Información y Comunicación que puede utilizar en sus procesos.

El 58% de las empresas encuestadas no tienen estas Tecnologías de Información y Comunicación.

Del 42% de las empresas encuestadas que sí tienen Tecnologías de Información y Comunicación, el 10% utiliza Cajas de Cobro, el 3% utiliza empacadoras, el 35% utiliza Software y el 52% utiliza computadoras.

RECOMENDACIONES

- Primeramente, las empresas deben hacer lo posible por conocer más acerca de las Tecnologías de Información y comunicación que pudieran ayudarles a mejorar la productividad de su empresa y hacerlos más competitivos.
- Posteriormente deben de comprar estas tecnologías y utilizarlas para hacer efectiva la mejora de productividad, lo que los llevara a ser más competitivos logrando permanencia y productividad.
- Al obtener las tecnologías deben aplicar capacitación a los empleados utilizando también tecnologías de Información y comunicación que permitan la reducción de costos y un uso efectivo de tales tecnologías.
- Ampliar los tipos de tecnologías que utilicen, como por ejemplos celulares, tabletas, conectividad, redes y otras más que pueden ayudar a mejorar, nuevamente, su productividad y competitividad

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Pressman, R. S. (2002). Ingeniería del software. Un enfoque práctico. McGraw-Hill.

Cohen Karen, D., & Asín Lares, E. (2009). Tecnologías de información en los negocios. McGraw-Hill.

Saavedra, M. L., & Hernández, Y. (2008). Caracterización e importancia de las MIPYMES en Latinoamérica: Un estudio comparativo. Actualidad contable faces.

García, M. S., & Sánchez, B. T. (2013). El uso de las tecnologías de información y comunicación TIC en las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyME) industriales mexicanas. Enl@ce.

Alarcón, H. F., Hurtado, A. M., Pardo, C., Collazos, C. A., & Pino, F. J. (2007). Integración de técnicas de usabilidad y accesibilidad en el proceso de desarrollo de software de las MiPyMEs. Avances en sistemas e informatica, 4(3).

ESTUDIO ANTROPOMÉTRICO PARA EL DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE CABINA ERGONÓMICA DENTRO DE UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA

JORGE GUZMÁN HERRERA[1], FÉLIX MURRIETA DOMÍNGUEZ[2], ALBERTO CEBALLOS[3], ERICK DAVID MARTÍNEZ RODRÍGUEZ[4]

RESUMEN

La antropometría es una de las principales ramas de la ergonomía que describe las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano, estudiando las dimensiones y tomando como referencia distintas estructuras anatómicas, sirve de herramienta a la ergonomía con objeto de adaptar el entorno a las personas" (Móndelo, 1994)

El propósito de este caso de estudio expone un análisis basado en la antropometría con el propósito de diseñar un prototipo de cabina ergonómica con las características y dimensiones necesarias para funcionar como una herramienta de aprendizaje en una institución académica, permitiendo a los estudiantes la realización de prácticas, en donde podrán conocer, evaluar y controlar en tiempo real los factores que pueden afectar el rendimiento de los trabajadores que desarrollan determinadas actividades que se asemejen a procesos de manufactura o de otro tipo, esto con el objetivo de que los estudiantes propongan mejoras para la elaboración de espacios de trabajo logrando un óptimo desempeño del trabajador. Para llevar a cabo este estudio se determinó la población objetivo, se obtuvo el tamaño de muestra y por medio de un muestreo aleatorio simple se seleccionaron los elementos que integran dicha muestra para posteriormente llevar a cabo las mediciones necesarias para el diseño del prototipo.

Palabras claves: Antropometría, Ergonomía, Cabina Ergonómica.

[1] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Perote. jorgeguh@gmail.com
[2] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Perote. dguex1970@gmail.com
[3] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Perote. a_ceballos79@hotmail.com
[4] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Perote. erickk-19@hotmail.com

ABSTRACT

Anthropometry is one of the main branches of ergonomics that describes the quantitative differences of the measurements of the human body, studying the dimensions and taking as reference different anatomical structures, serves as a tool for ergonomics in order to adapt the environment to people " (Mándololo, 1994)

The purpose of this case study exposes an analysis based on anthropometry with the purpose of designing an ergonomic cabin prototype with the characteristics and dimensions necessary to function as a learning tool in an academic institution, allowing students to practice , where they will be able to know, evaluate and control in real time the factors that can affect the performance of workers who develop certain activities that resemble manufacturing or other processes, this with the objective that students propose improvements for the elaboration of workspaces achieving an optimal performance of the worker. To carry out this study, the target population was determined, the sample size was obtained and by means of a simple random sampling the elements that make up said sample were selected to subsequently carry out the necessary measurements for the design of the prototype.

Keywords: Anthropometry, Ergonomics, Ergonomic Cabin.

INTRODUCCIÓN

El diseño centrado en el usuario (DCU) es, considerar al usuario como el centro de todo el proceso. Así, podemos entender el DCU como una filosofía cuya premisa es que, para garantizar el éxito de un producto, hay que tener en cuenta al usuario en todas las fases del diseño puesto que es quien ésta directamente relacionado con la actividad en la que participa.

Considerando el interés de las empresas por el diseño de espacios de trabajo acordes a las actividades que desempeñan, se realizó un estudio basado en la antropometría y ergonomía en una institución académica en donde los alumnos reciben la formación para enfrentarse con retos de este tipo.

Para ello se consideraron como población objetivo a los alumnos de la carrera de Ingeniería Industrial, por motivos de conocimiento y contenido de los programas de estudio en las materias de Ergonomía, Seguridad e Higiene Industrial y Diseño y Evaluación de áreas de Trabajo.

Mediante la aplicación de la fórmula para poblaciones finitas fue extraída una muestra representativa la cual se sometió a estudios antropométricos, es decir, al estudio de las dimensiones corporales, esto no sin antes haber determinado las mediciones básicas para lograr proponer un prototipo de cabina ergonómica. Posteriormente haciendo uso de los percentiles de acuerdo al caso, se calcularon las dimensiones que serían usadas como base para determinar las características finales.

Las funciones principales de una cabina ergonómica son simular en tiempo real actividades semejantes a las que se despeñan en la industria actual permitiendo a los estudiantes evaluar y controlar factores que pueden influir en el desempeño de actividades laborales.

DESARROLLO

Este estudio se basa en la antropometría, una de las principales ramas de la Ergonomía. La antropometría es la disciplina que describe las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano, estudia las dimensiones tomando como referencia distintas estructuras anatómicas, y sirve de herramienta a la ergonomía con objeto de adaptar el entorno a las personas" (Móndelo, 1994)

Por otra parte la ergonomía como ciencia o disciplina integrada surgió hace algunos decenios; sin embargo, empíricamente data de los tiempos de la sociedad primitiva. Así, la arqueología ayuda a descubrir vasijas y arreos diversos, debidamente adecuados para el uso del hombre en función de sus dimensiones, necesidades e interacción con el entorno. (Cavassa, 2006)

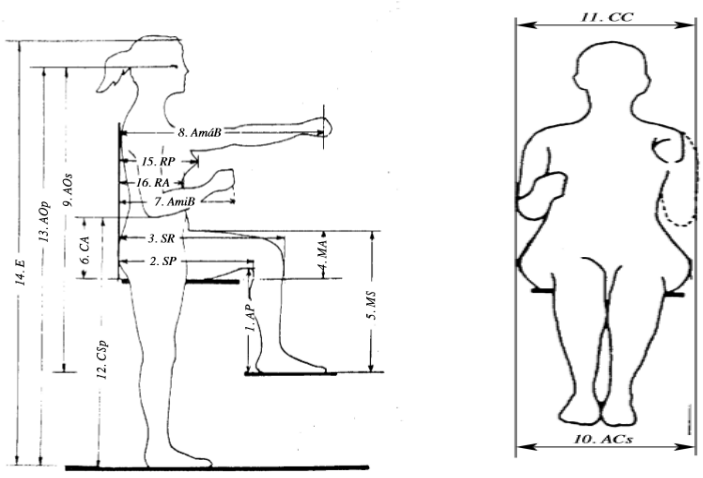
Según la Asociación Internacional de Ergonomía , la ergonomía es el conjunto de conocimientos científicos aplicados para el trabajo , los sistemas , productos y ambientes se adapten a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de la persona. (Ergonomia, 1997)

Una vez mencionado esto debemos saber que un puesto o área de trabajo tiene un diseño adecuado cuando se garantiza la asignación correcta de espacio y la disposición armónica de los medios de trabajo de forma que la persona no tenga que esforzarse con movimientos inútiles o desproporcionados.

El puesto de trabajo engloba toda el área en la que el trabajador se desenvuelve e interactúa, es por ello que tiene que ser lo más cómodo y adaptable a él

Considerando lo anterior existen numerosas medidas del cuerpo humano debido a múltiples factores como lo son edad, sexo, raza, esto por mencionar algunos, pero debemos resaltar que para este estudio únicamente se tomaron en cuenta las medidas necesaria para proponer un prototipo de cabina ergonómica en un centro académico, las cuales se analizan a continuación:

Figura *1*: Dimensiones antropométricas para el diseño de puestos de trabajo



Fuente: Fundamentos de Ergonomía 1

Tabla 1: Dimensiones básicas para el diseño interior de la cabina.

Posición sentado	Posición de pie
Altura del codo al suelo	Estatura.
Altura de la rodilla al suelo	Altura del codo asuelo
Alcance máximo	Ancho de hombro a hombro
----------	Envergadura
----------	Alcance vertical
----------	Alcance máximo

Para llevar a cabo este estudio fue necesario identificar una población objetivo que consiste en la totalidad de las observaciones en las cuales se está interesado, considerando las actividades que desempeña en su programa de estudios dentro de la institución académica deduciendo que los alumnos del programa educativo de ingeniería industrial son los candidatos más acordes para dirigir el estudio para esto se consideró una población total de 256 alumnos generando una lista y asignando un número de identificación para cada individuo con el propósito de facilitar el proceso de selección aleatoria más adelante.

Dado la intención del proyecto se determinó el tamaño de muestra por medio de la fórmula para poblaciones finitas, la cual se refiere al conocimiento total de unidades de observación que la integran, representada a continuación (formula 1)

$$n = \frac{Nz^2PQ}{\mathrm{d}^2(N-1) + z^2PQ}$$

Formula 1: cálculo de la muestra para poblaciones finitas

Walpole 2012

Dónde:

n=tamaño de la muestra.

N= tamaño de la población.

Z= factor de confiabilidad.

P= proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia.

d= margen de error permisible.

Una vez que se han determinado los valores arriba mencionados la formula se aplica de la siguiente manera sustituyendo los valores como se muestra a continuación:

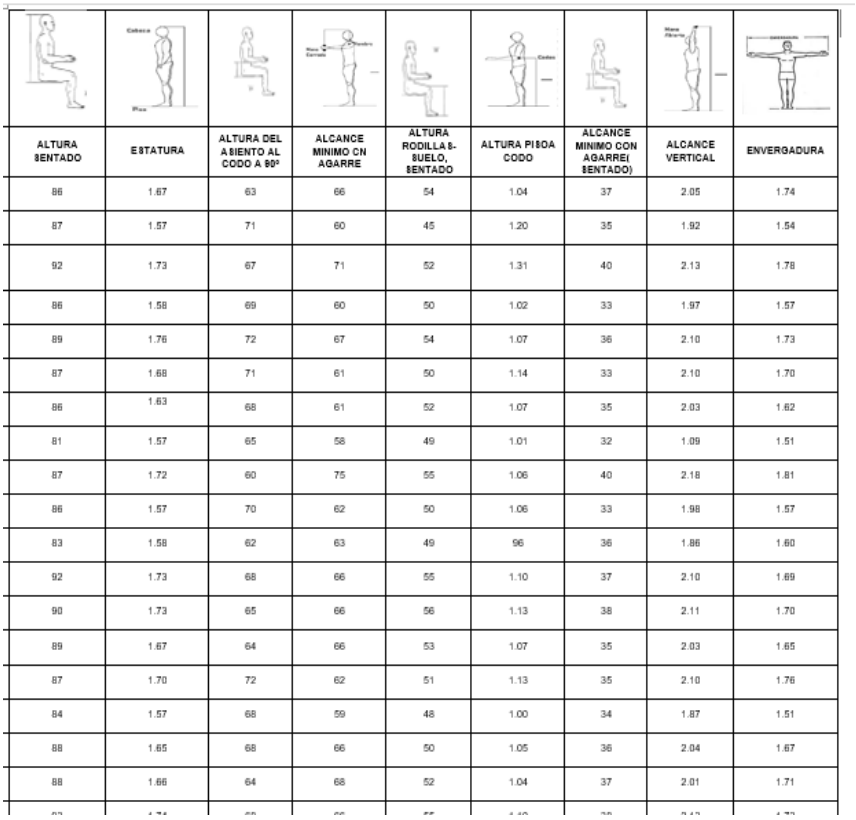
$$n = \frac{252(1.96)^2(0.5)(0.5)}{(0.1)^2(252-1) + (1.96)^2(0.5)(0.5)} = \frac{242{,}0208}{3.4704} = 69.7385 =$$ 70

Formula 1: Cálculo del tamaño de la muestra aplicación.

Obteniendo como muestra representativa un total de 70 sujetos a estudios antropométricos. Se llevaron a cabo las mediciones necesarias para elegir los elementos por medio de un muestreo aleatorio simple que se refiere a la selección de manera que cada muestra tenga la misma probabilidad de ser seleccionada.

Con el apoyo de una hoja de cálculo se generaron 70 números aleatorios de entre el total de la población de 256, utilizando el número asignado anterior mente para cada individuo cada uno con la misma probabilidad de ser elegido se obtuvo la muestra deseada (figura 3)

Figura 7: Procedimiento utilizado para la generación de números aleatorios

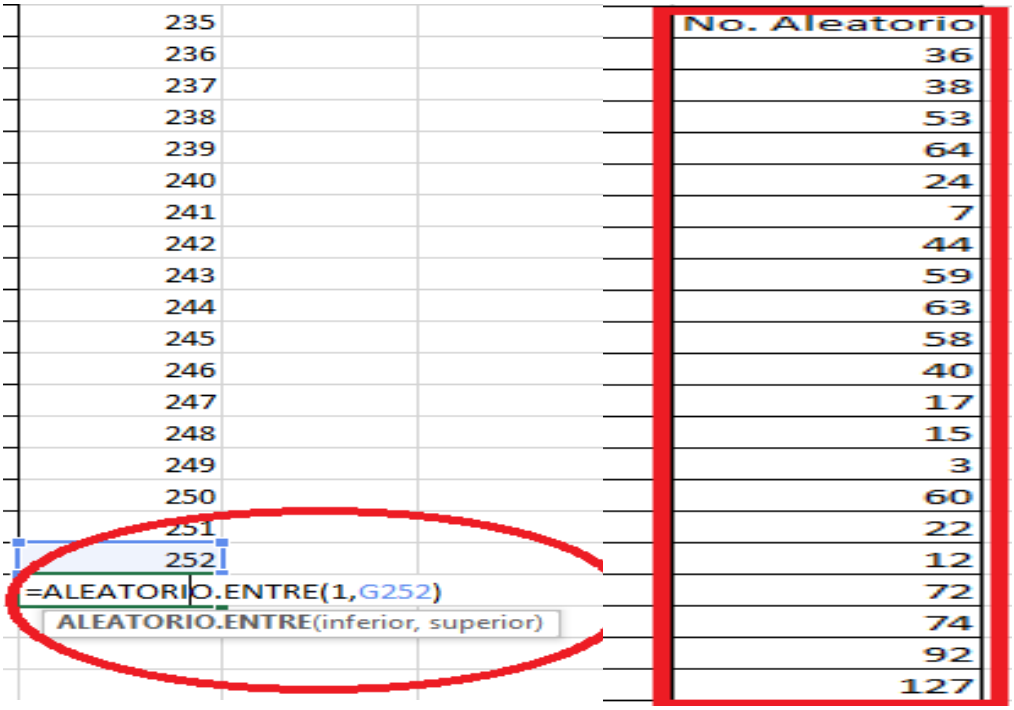


ALTURA SENTADO	ESTATURA	ALTURA DEL ASIENTO AL CODO A 90°	ALCANCE MINIMO CN AGARRE	ALTURA RODILLA S-SUELO, SENTADO	ALTURA PISOA CODO	ALCANCE MINIMO CON AGARRE(SENTADO)	ALCANCE VERTICAL	ENVERGADURA
86	1.67	63	66	54	1.04	37	2.05	1.74
87	1.57	71	60	45	1.20	35	1.92	1.54
92	1.73	67	71	52	1.31	40	2.13	1.78
86	1.58	69	60	50	1.02	33	1.97	1.57
89	1.76	72	67	54	1.07	36	2.10	1.73
87	1.68	71	61	50	1.14	33	2.10	1.70
86	1.63	68	61	52	1.07	35	2.03	1.62
81	1.57	65	58	49	1.01	32	1.09	1.51
87	1.72	60	75	55	1.06	40	2.18	1.81
86	1.57	70	62	50	1.06	33	1.98	1.57
83	1.58	62	63	49	96	36	1.86	1.60
92	1.73	68	66	55	1.10	37	2.10	1.69
90	1.73	65	66	56	1.13	38	2.11	1.70
89	1.67	64	66	53	1.07	35	2.03	1.65
87	1.70	72	62	51	1.13	35	2.10	1.76
84	1.57	68	59	48	1.00	34	1.87	1.51
88	1.65	68	66	50	1.05	36	2.04	1.67
88	1.66	64	68	52	1.04	37	2.01	1.71

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenidos los candidatos que estarán sujetos a estudios antropométricos se realizaron las mediciones mencionadas anteriormente. (Tabla 2)

Tabla 2: resultado de las mediciones a los candidatos sujetos a estudio



Fuente: Elaboración propia

Para la determinación de las dimensiones requeridas en el diseño, se realizó el cálculo de percentiles que intervienen en cada uno de los elementos por medio de la fórmula 2:

$$P(p) = \mu \pm \beta\sigma$$

Fórmula 2: cálculo del percentil

Fuente: Ergonomía 3 Diseño de puestos de trabajo

En la cual para calcular mínimos se utiliza el signo negativo y para calcular máximos el positivos.

Donde:

P%: Percentil que se desea calcular.

β: es un factor específico para cada pareja de percentiles complementarios que determina las veces que ϭ se separa de la media y cuyos valores se muestran a continuación. (Figura 4)

Figura *4*: Valores determinados para cada pareja de percentiles

P	Z
1 y 99	2,326
2,5 y 97,5	1,96
3 y 97	1,88
5 y 95	1,645
10 y 90	1,28
15 y 85	1,04
20 y 80	0,84
25 y 75	0,67
30 y 70	0,52
40 y 60	0,25
50	0

Fuente: Ergonomía 3 diseños de puestos de trabajo

Resultados

Las dimensiones requeridas son las mínimas del interior de la cabina, el acceso, la superficie de trabajo en posición de pie máxima y sentado mínima así como una silla variable en altura desde un percentil mínimo al máximo, las cuales se calcularon de la siguiente manera.

Ancho de la cabina

La determinación del ancho mínimo interior de la cabina se realizó considerando una envergadura promedio de 193 cm y una desviación estándar de 9, por lo que se tiene lo siguiente.

$\mathrm{P}(95) = 193 + 1.645(9) = 207\ \mathrm{cm}.$

El ancho ideal de la cabina debe ser de 207cm.

Altura de la cabina

La determinación de la altura de la cabina que está en función de movimientos levantando las manos re realizó considerando un alcance máximo vertical promedio de 230 cm. Y una desviación estándar de 20 cm, tenemos lo siguiente.

$$\mathrm{P}(95) = 200 + 1.645(20) = 232\ \mathrm{cm}.$$

La altura interior ideal de la cabina debe ser de 232 cm.

Profundidad de la cabina

La determinación de esta dimensión fue por medio del alcance máximo sin agarre considerado una distancia promedio de 79 cm y una desviación estándar de 4.

$$\mathrm{P}(95) = 79 + 1.645(4) = 85.58 \text{ cm}.$$

Para determinar esta dimensión debemos sumar la longitud anterior más 60 cm de fondo que en promedio ocupa una silla de oficina dando como resultado 132 cm.

Acceso principal (altura)

La determinación de la altura de la puerta para que el 95% de la población pueda utilizarla considerando una estatura promedio de 184 cm y una desviación estándar de 8.

$\mathrm{P}(95) = 184 + 1.645(8) = 197.16$ cm.

La altura mínima de la puerta debe ser de 197.16 cm.

Acceso principal (ancho)

La determinación del ancho de la puerta se considera la distancia de hombro a hombro de 30 cm y una desviación estándar de 2.

$\mathrm{P}(95) = 40 + 1.645(8) = 81.29$ cm.

El ancho mínimo de la puerta debe ser de 81.29 cm.

Altura máxima del área de trabajo (parado)

Determinación de la altura máxima del área de trabajo de pie considerando una altura de piso a codo promedio de 131 cm y una desviación estándar de 6, se tiene lo siguiente.

$\mathrm{P}(95) = 131 + 1.645(6) = 140.87$ cm.

La atura ideal para la superficie de trabajo para posición de pie debe ser de 140.87 cm.

Altura mínima del área de trabajo (sentado)

Determinación de la altura mínima del área de trabajo sentado considerando una altura de rodilla a piso sentado con promedio de 52 cm y una desviación estándar de 3, se tiene lo siguiente.

$P(95) = 52 - 1.645(3) = 47.065.935$ cm.

La atura mínima para la superficie de trabajo debe ser de 47.065 cm.

Espacio entre respaldo de silla y superficie de trabajo

La determinación de esta longitud está en función del alcance mínimo con agarre sentado considerando una distancia de 41 cm del hombro al área de trabajo y una desviación estándar de 2.

$$P(5) = 41 + 1.645(2) = 44.29 \text{ cm.}$$

La distancia mínima de separación del respaldo de la silla al área de trabajo debe ser de 44 cm.

Altura del asiento

Se determinó que el asiento usado para el área de trabajo sea de posicionamiento ajustable, es decir, que el ocupante tenga la facilidad de regular la altura adecuada para realizar las actividades asignadas.

Para esto se tomó en cuenta el principio de diseños para intervalos ajustables que se refiere a la modificación de estructura con la finalidad de adecuar el espacio de acuerdo a las necesidades del operador.

Se ha considerado el uso de una silla comercial que es utilizada generalmente en oficinas considerando las siguientes características:

Es confortable por lo cual una persona puede trabajar por un lapso de tiempo sin sentir fatiga.

Puede ajustarse la altura de acuerdo a la actividad que se quiera realizar.

Puede desplazarse fácilmente en superficies planas.

La determinación de los percentiles permitió conocer las dimensiones que serán utilizadas para el diseño del prototipo de una cabina ergonómica dentro de la institución académica resumiéndose de la siguiente manera: (Tabla 3)

Tabla 3: Resumen de la determinación de las dimensiones para el diseño de una cabina ergonómica

Dimensión	Longitud cm.	P% percentil	Valor especifico β	Desviación estándar б	Signo ± Max.-min.
Altura interior de la cabina	232	95	1.645	20	+
Ancho de la cabina	207	95	1.645	9	+
Profundidad de la cabina	85.58	95	1.645	4	+
Altura de la puerta	197	95	1.645	8	+
Ancho de puerta	81.29	95	1.645	2	+
Altura del área de trabajo (de pie)	140	95	1.645	6	+
Altura del área de trabajo (sentado)	47	95	1.645	3	-
Separación mínima del respaldo – área de trabajo	44	95	1.645	3	+

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

La aplicación de la antropometría y ergonomía en el diseño de puestos de trabajo ayuda a reducir lesiones y accidentes laborales brindando un mejor calidad de vida y un incremento de la productividad en las actividades que se empeñan esto se hace adecuando los espacios de trabajo a las necesidades del ocupante.

La propuesta de un prototipo de cabina ergonómica para una institución académica basada en estudios realizados a los alumnos permitirá fortalecer los conocimientos de estudiantes al realizar prácticas en condiciones que se asemejan a las condiciones reales de los procesos que se realizan en la industria con la facilidad de manipular los componentes en el interior de la cabina, de la misma manera la institución contara con una herramienta más de enseñanza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cavassa, C. R. (2006). Ergonomia y Productividad . Mexico: Limusa.

Ergonomia, A. E. (1997). Asociación Española de Ergonomía. Recuperado el 09 de julio de 2008, de Asociación Española de Ergonomía: http://www.ergonomos.es/presentacion.php

Mondelo, P. R., Gregori, E., & Barrau, P. (1994). Ergonomia 1 Fundamentos. Barselona : Mutua Universal.

Mondelo, P. R., Gregorio Torada , E., De pedro Gonzalez , O., & Gomez Fernandez, M. A. (2013). Ergonomia 4. El trabajo en oficinas . Barcelona: Mutua Universal .

Walpole, R.E. y Myers, R.H. Probabilidad y Estadística. McGraw Hill. 4a. ed. México, 2012

DESARROLLO Y VALIDACIÓN POR EXPERTOS DE UN SISTEMA DE VISIÓN PARA LA EVALUACIÓN DEL COLOR.

ARACELI MORENO GONZÁLEZ[1], PALOMA TERESITA GUTIÉRREZ ROSAS[2], JOSÉ ANTONIO VÁZQUEZ LÓPEZ[3]

RESUMEN

La medición y evaluación del color como característica de calidad de un producto manufacturado es un aspecto fundamental, debido a que además de ser una especificación requerida, es el primer atributo que el cliente percibe. Se presenta una alternativa de medición del color a bajo costo, se describe el desarrollo e instalación de un sistema de visión artificial (SVA) en condiciones adecuadas para que la imagen capturada aproxime el color del objeto original, también se expone la calibración de la cámara empleada. Los resultados del sistema fueron validados por expertos evaluadores de color a nivel industrial al comparar por apreciación el color de la captura del SVA contra el objeto real. El SVA fue capaz de reproducir en algunos casos el color de manera fiel, por lo que se demuestra que la medición del color con el SVA puede ser equiparable a la evaluación visual.

Palabras clave: color, evaluación del color, calidad, sistema de visión artificial, expertos evaluadores del color.

ABSTRACT

The measurement and evaluation of color as a quality characteristic of a manufactured product is a fundamental aspect, because in addition to being a required specification, color is the first attribute that the customer perceives. An alternative of color measurement at low cost is presented, the development and installation of an artificial vision system (AVS) under suitable conditions so that the captured image approximates the color of the original object is described, also is exposes the calibration of the camera.

[1] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato. a.moreno@itsur.edu.mx
[2] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya. teresita.gutierrez@itcelaya.edu.mx
[3] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Celaya. antonio.vazquez@itcelaya.edu.mx

The results of the system were validated by expert color evaluators at industrial when comparing the color of the capture of the AVS against the real object. The AVS was able to reproduce in some cases the color in a faithful way, so is shown that the measurement of color with the AVS can be comparable to the visual evaluation.

Keywords: color, evaluation of color, quality, artificial vision system, expert color evaluators.

INTRODUCCIÓN

La percepción del color por los observadores humanos consiste en el espectro de la luz visible que entra al ojo y la estimulación de los tres tipos de receptores de color en la retina del ojo, que a su vez se comunican al cerebro a través del nervio óptico (Johnston, 2009). Cuando una persona "ve" un color, en realidad está observando el procesamiento del cerebro de la luz reflejada de un objeto que ha sido iluminado con una fuente de luz. Por lo tanto, el color se compone de la interacción de tres elementos: fuente luz, objeto iluminado, y el observador o un “sistema visual” (Rodgers, Thibobeaux, Cu, Martin, Watson, & Knowlton, 2008).

La apariencia superficial y el color de los productos son los primeros parámetros de calidad evaluados por los consumidores, y por tanto son factores críticos para la aceptación de estos (León, Domingo, Franco, & León, 2006). Por consiguiente, en muchas aplicaciones industriales donde se realizan procesos de tinción y/o coloración, generalmente más que una determinación muy exacta del color generado lo que se busca es igualar este color con el de un estándar preestablecido; esta igualación debe ser visualmente aceptable y además cuantificada de manera consistente (Carranza Gallardo, 2002).

El ojo humano es el medio más antiguo para la medición y especificación del color, pero debido a sus características de diseño, adaptación, individualidad de respuesta y deficiente memoria del color, se convierte en un instrumento pobre para la especificación analítica del color (Carrillo Aguado & Bujdúd Pérez, 2003). Aunque la inspección humana es bastante robusta, incluso en presencia de cambios en la iluminación, la determinación del color es en este caso, subjetiva y extremadamente variable de un observador. Con el fin de llevar a cabo un análisis de color más objetivo,

estándares de color se utilizan a menudo como material de referencia. Por desgracia, su uso implica una inspección más lenta y requiere una formación más especializada de los observadores. Por las razones anteriores es recomendable determinar el color a través del uso de instrumentos de medición de color (León, Domingo, Franco, & León, 2006).

Actualmente, existen nuevas herramientas que se utilizan para medir los cambios en las características de color en los productos, siendo una de estas técnicas la visión por ordenador proyectada como una alternativa a la evaluación sensorial (Saldaña, Siche, Rosmer , Luján, Castro, & Quevedo, 2013). El área de visión por computador se interesa en la solución de dos problemas fundamentales: la mejora de la calidad de las imágenes para la interpretación humana y el procesamiento de los datos de la escena para la percepción de las máquinas, de forma autónoma (Loaiza Quintana, Manzano Herrera, & Muñera Salazar, 2012). Un sistema de visión artificial (SVA) se puede definir como el ensamble de una fuente de luz, un dispositivo que captura la imagen y un software que se dedique a procesarla (Montes Dorantes, Nieto González, Méndez, Praga Alejo, & Guajardo Cosio, 2014).

El sistema de inspección visual deberá encontrarse dentro de un ambiente de iluminación adecuado y un entorno acondicionado en cuanto al ángulo de percepción, la intensidad lumínica, entre otras condiciones para poder percibir adecuadamente las magnitudes del objeto a medir (Azorín López, 2007). El propósito de establecer las condiciones de iluminación es proporcionar una escena constante y eliminar la aparición de variaciones en las imágenes capturadas (Kumar Patel, Kar, Jha, & Khan, 2012). En la investigación que es reportada en este documento se realizó un diseño de experimentos para determinar las distancias entre los elementos de SVA apropiadas para resaltar la característica a medir, en este caso el color.

En aplicaciones con visión computacional un aspecto importante a considerar es el proceso denominado calibración de cámara, el cual consiste en determinar los parámetros internos de la cámara. El proceso de calibración de cámaras, es necesario para poder extraer información métrica a partir de imágenes 2D del mundo 3D. (Aracena Pizarro, Campos, & Luis Tozzi, 2005). Es por esto que el presente documento se registra la metodología utilizada para calibrar un SVA, en el cual se llevó a cabo un

diseño de experimentos mixto para determinar los parámetros internos necesarios de la cámara para percibir adecuadamente el color en comparativa con el sistema visual humano.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente el control de calidad es un factor fundamental para todos los sectores productivos (Zambrano Rey, Parra Rodríguez, Manríquez Torres, & Bustacona Medina, 2006). Por lo tanto, el color cómo característica de calidad en los productos es medido en diversas industrias como: la industria del papel, la textil, de colorantes y pinturas, construcción, automóviles, medicamentos y alimentos (Delmoro, Muñoz , Nadal, Clementz, & Pranzetti, 2010), puesto que la apariencia superficial y el color de los productos son los primeros parámetros de calidad evaluados por los consumidores, y por tanto son factores críticos para la aceptación del producto (León, Domingo, Franco, & León, 2006).

Hay dos procedimientos fundamentales para medir el color: sensorial e instrumental. El método instrumental consiste en el uso de técnicas en las cuales se mide la reflectancia o transmitancia de la muestra. Se utilizan instrumentos conocidos como espectrofotómetros o colorímetros triestímulos. Los instrumentos tienen la desventaja de que la superficie del material cuyo color se va a medir, debe ser homogénea y de que se mide sobre un área con una geometría fija y muy pequeña, lo que hace poco representativo al resultado, por lo que se requieren mediciones repetitivas para aumentar la precisión. En tal caso, los instrumentos de medición de colores comerciales no son aptos para el propósito como un control del proceso y/o herramienta de control de calidad del producto (Vural & Sügüt, 2007) (Delmoro, Muñoz , Nadal, Clementz, & Pranzetti, 2010), (Girolami, Napolitano, Faraone, & Bragheri, 2013).

En el caso de la evaluación sensorial se basa en los conocimientos adquiridos de una manera sensorial por el panel de expertos que participan en el proceso de evaluación (Martínez, 2006). Esta evaluación sensorial tiene varios inconvenientes. En primer lugar, aumenta en gran medida los costes de producción. En segundo lugar, la evaluación del color no es rápida, y no es coherente porque los inspectores humanos

están sometidos a factores tales como la fatiga de los ojos, la falta de memoria color, y las variaciones en la discriminación de color, dando como resultado errores y omisiones ocasionales en el procesamiento. Estos factores pueden disminuir la calidad del producto y por lo tanto reducir el beneficio (Misimi, Mathiassen, & Erikson, 2007), (Fermín, Venero, Conchado, García, & Alvárez, 2009).

Es por lo anterior que en la industria ha habido un rápido crecimiento desde la década pasada, en el desarrollo y uso de métodos no invasivos para evaluar la calidad y una extensa variedad de ejemplos del uso de visión computarizada en la industria de productos han sido documentados (Padrón Pereira, 2009). En el presente documento se desarrolló un SVA para medir el color como alternativa eficiente y económica para las empresas en crecimiento. Se realizaron varios análisis para determinar las condiciones convenientes del ambiente en el cual se colocó el SVA, además de los parámetros internos de la cámara utilizada para lograr capturar la imagen similar a la de la muestra real.

Por otro lado, se ha detectado en la literatura, que el espacio de color RGB presente en la mayoría de los dispositivos digitales no suele ser empleado para una evaluación exacta del color, por tanto, es necesario realizar trasformaciones entre los espacios, ya que el espacio de color CIE XYZ abarca todas las sensaciones de color que una persona promedio puede experimentar (González, Espitia, & Avendaño Prieto, 2015). Las fórmulas de transformación entre espacios de color se presentan a continuación (Gutiérrez Rosas, Vázquez López, & López Juárez, 2015):

Transformación de RGB – XYZ

$$XYZ=MRlinGlinBlin \quad (1)$$

Donde los valores R_{lin}, G_{lin} y B_{lin} son una transformación lineal de los valores R, G y B, que es igual para las tres variables. Ejemplificando para el valor R en (2) se tiene:

$$Rlin=R+0.0551.0552.4 \quad (2)$$

Una vez aplicada la transformación lineal a las tres variables se procede con la transformación matricial donde [M] es una matriz que de acuerdo a la norma IEC 61966-2-1:1999 (actualizada en Enero 2014) es igual a (3).

$$[M]=\begin{bmatrix} 3.2406 & -1.5372 & -0.4986 \\ -0.9689 & 1.8758 & 0.0415 \\ 0.0557 & -0.2040 & 1.057 \end{bmatrix}^{-1} \quad (3)$$

En el presente trabajo fueron empleadas las formulas anteriores para realizar la transformación de las medidas color de las muestras obtenidas en RGB a espacio de color XYZ de forma manual y así obtener una medición confiable de las muestras que se sometieron a medición.

MATERIALES UTILIZADOS

Como lo mencionan Montes et al. (2014), el SVA es un ensamble de elementos. Para la presente investigación se utilizó una cámara digital Canon EOS Rebel T3, manual, de 12.2 megapixeles y sensor óptico CMOS, dos lámparas LED de 60 cm, modelo LET-9W-G23-65K, marca LUMINSTAR, con temperatura de color de 6500 K. Se emplearon varios software de procesamiento de imagen como: Adobe Photoshop y Lightroom, además del Colorchecker Passport que se usó para generar un perfil DNG, los cuales fueron cargados en un ordenador con 4GB de memoria RAM y 1TB de memoria de almacenamiento. Todos los elementos fueron montados en una cabina de dimensiones y distancias modificables. Además, se hizo uso de parches de color para calibración de cámara y ajuste de color denominados Colorchecker Passport. El objeto de estudio utilizado fue muestras de colores de pintura acril-vinílica en diferentes tonos.

MÉTODO

El método que se siguió para obtener con el SVA una captura de imagen equiparable a la muestra física de color de pintura fue la siguiente:

1. *Instalación del SVA en un ambiente adecuado*. Se determinó el tipo de cámara a utilizar y los factores importantes para obtener una imagen nítida y adecuada para el análisis colorimétrico. Algunos factores que se tomaron en cuenta son: tipo de iluminación, distancia entre objeto-cámara y objeto-iluminación, ángulo y posición en la que se debe colocar la cámara con respecto al objeto bajo estudio y color de fondo

2. *Caracterización de la cámara del SVA.* Esto fue desarrollado mediante un diseño de experimentos mixto con niveles categóricos, los factores variados fueron: velocidad de obturación (con rango de 1/4 a 1/160), apertura del diafragma (rango de 4.5 a 7.1), ISO (100 y 200) y balance de blancos (Balance de blancos personalizado).

3. *Calibración del SVA.* Una vez determinados los parámetros a utilizar en el SVA para obtener las capturas de imagen, se procedió a realizar las siguientes actividades: balance de blancos de la cámara, calibración de la cámara mediante la captura de imagen a las tarjetas *ColorChecker Passport y g*eneración de un perfil DNG en el software integrado en las tarjetas *Colorchecker Passport.*

4. *Captura de imágenes con el SVA.* Para la captura de las imágenes del objeto de estudio primero se seleccionaron las muestras de colores de manera aleatoria para en segundo término realizar su medición del color mediante el SVA. La medición del color por el SVA se dio en valores RGB mediante el procesamiento de la imagen, incrustando en cada una de las capturas el perfil DNG generado en el paso 3. Para obtener una medición del color en las muestras de pinturas valida en la industria se transformaron manualmente los valores RGB con las formulas (1, (2 y (3 al espacio de color XYZ.

5. *Validación de los resultados empleando un panel entrenado.* Panelistas expertos en el área del color realizaron una comparación visual entre la muestra real y la imagen capturada con el perfil DNG incrustado. La comparación se llevó a cabo mediante un cuestionario diseñado para obtener respuestas con una escala Likert. La comparación se realizó en un ambiente iluminado por lámparas incandescentes de luz blanca marca OSRAM.

RESULTADOS

1. Instalación del SVA en un ambiente adecuado. Con la finalidad de evitar la variación de iluminación por contaminación de luz del exterior, la cabina fue cubierta con paño negro. De acuerdo a la Norma para la apreciación visual de colores y diferencias de color de materiales opacos difusamente iluminados (ASTM D1729 96), la iluminación del ambiente del SVA debe estar entre 1080 y 1340 luxes. La distancia lámpara-lámpara, lámpara-objeto y cámara-objeto fueron modificadas con el fin de

cumplir con el requerimiento de la norma y lograr la mejor apreciación del color de la muestra. Las distancias seleccionadas fueron las que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Distancias establecidas en los elementos del SVA

Factor	Distancia en centímetros	Luxes
Altura de cámara	50	1214
Altura de lámparas	50	
Distancia entre lámparas	40	

Además, el comportamiento de la fuente luz fue monitoreada con el objetivo de evitar la variación de color de captura en consecuencia de la variación de la iluminación. Del estudio se detectó que el comportamiento de la fuente de luz en los primeros minutos es de forma descendente, hasta llegar al minuto 60 se estabiliza la emisión de luxes. Por lo que las mediciones se realizaron hasta que la iluminación se encontraba en su comportamiento estable.

2. *Caracterización de la cámara del SVA (Determinación de parámetros ideales para la captura).* Las imágenes recolectadas del diseño de experimentos fueron trasladadas al Software Adobe Photoshop, en donde se procesaron para identificar y seleccionar las que cubrieron un mayor porcentaje del rango dinámico, de ellas se obtuvieron datos estadísticos como desviación estándar (S) y la media ($\bar{X}$), además se calculó el coeficiente de variación (CV). El criterio de selección de los parámetros idóneos fue el menor coeficiente de variación, sin embargo, para corroborar la elección de los parámetros ideales de captura se realizó una prueba de comparación de medias (Fisher) de las imágenes seleccionadas con mayor amplitud de rango dinámico. En la tabla 2, se muestra un ejemplo de los resultados obtenidos con respecto a un matiz de color en tono claro y oscuro de las muestras de pintura según los parámetros usados en la cámara (columnas 2 a la 4).

Tabla 2. Parámetros empleados en la cámara y sus resultados con respecto al matiz morado.

Matiz	Parámetros			Rango dinámico	OSCURO			CLARO		
	Vel. Obturación	A. del diafragma	ISO		$\bar{X}$	S	CV	$\bar{X}$	S	CV
Morado	1/40	5	200	95%	166.71	20.45	0.1227	193.05	15.31	0.0793
	1/30	5	200	98%	181.34	20.38	0.1124	206.99	13.78	0.0666
	1/8	7.1	100	95%	192.18	19.95	0.1038	214.74	13.39	0.0624
	1/15	7.1	100	95%	191.53	20.03	0.1046	213.31	13.59	0.0637
	1/10	6.3	100	96%	188.23	20.18	0.1072	210.79	14.06	0.0667
	1/13	5.6	100	96%	191.99	20.1	0.1047	215.47	13.45	0.0624

3. *Calibración del SVA.* Una vez determinados los parámetros a utilizar en el SVA para obtener las capturas de imagen. Se realizó el balance de blancos personalizado conforme a las instrucciones del manual de uso de la cámara modelo Canon Eos Rebel T5, como referencia de blanco se utilizó el parche gris de la paleta de colores del Colorchecker Passport. Posteriormente, para realizar el ajuste de color capturado por la cámara se generó un Perfil DNG con el software denominado Colorchecker Passport. Y para finalizar, se importaron las imágenes al software Adobe Lightroom y se aplicó el perfil DNG (o corrección de color).

4. Captura de imágenes con el SVA. Se realizó la medición de muestras de colores de pinturas a través del SVA, las imágenes fueron procesadas mediante el *software Adobe Lightroom Photoshop*, en el que se les aplicó el ajuste de color o perfil DNG. De la imagen procesada se tomaron muestras para extraer las medidas de color en coordenadas RGB y finalmente fueron transformadas a XYZ. Las coordenadas que se muestran en la Tabla 3, en RGB y XYZ fueron sustraídas de la captura de las muestras de pinturas del color morado oscuro.

Tabla 3 Valores RGB lineales y XYZ de la muestra en tono morado oscuro.

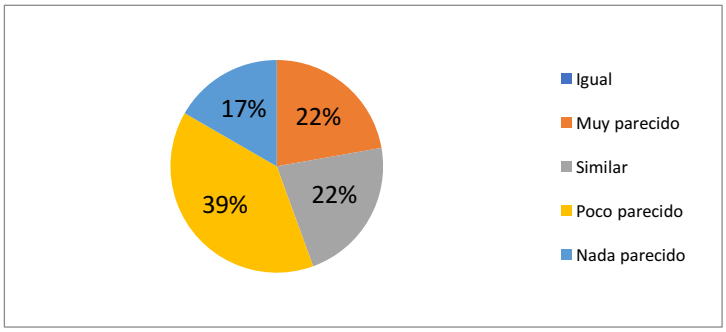
Rlin	Glin	Blin	X	Y	Z
0.0730449	0.0562949	0.0569634	59.422407	54.252181	34.298936
0.0744094	0.0576364	0.0581443	59.451416	54.305196	34.190918
0.077383	0.0569634	0.0571312	59.480457	54.234988	34.343712
0.074018	0.0571312	0.0571312	59.276112	54.157952	34.194095
0.0748019	0.0579747	0.0584843	59.477788	54.333716	34.174248

5. Validación de los resultados mediante un panel entrenado. Para validar los resultados de la calibración del SVA se reclutaron 3 jueces sensoriales expertos con al menos 7 años de experiencia en la comparación y discriminación del color en la industria. Se realizó una comparación entre la imagen capturada y la muestra real. Como instrumento de evaluación se desarrolló un cuestionario con respuestas en escala Likert, en dicho cuestionario se pedía a los jueces que indicarán el grado en el cual el color de la imagen mostrada (capturada por el SVA) era parecida al color de la imagen real, donde el valor de 5 significa que tanto el color de la imagen como la del objeto real son iguales y 1 que indica que los colores son totalmente diferentes, de la cual se obtuvieron resultados plasmados en la Tabla 4, los cuales se encuentran representados gráficamente en la figura 1.

Tabla 4. Resultados de la encuesta

	Frecuencia	%
Igual	0	0%
Muy parecido	4	22%
Similar	4	22%
Poco parecido	7	39%
Nada parecido	3	17%
Total	18	100 %

Figura 1. Resultados de la encuesta en porcentajes.



DISCUSIÓN

Los resultados del estudio no fueron los ideales, ya que a pesar de que se estudiaron las condiciones del ambiente para realizar las capturas, se calibró la cámara y se hizo uso de algunos software de ajuste de color el 39% de los panelistas asegura que los colores capturados tienen poco parecido con el color de las muestras físicas, sin embargo la evidencia indica que es posible realizar una captura de color adecuada para objetos coloreados pues existe indicio de que las imágenes y objetos mostraban

cierto grado de similitud (22%) mientras que el 39% de las muestras parecían muy similares o casi iguales, lo que indica que es posible obtener resultados aún mejores y desarrollar por tanto un SVA capaz de emular el sistema visual humano en lo que se refiere a la evaluación colorimétrica.

Como trabajo futuro se considera que para poder obtener mejores ajustes de color se empleará la aplicación de una red neuronal artificial (RNA) para realizar la transformación de color de RGB a XYZ y de esta manera, lograr que las coordenadas XYZ se igualen o se acerquen a las medidas del patrón que se generarán con un instrumento comercial para medir el color.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

León, K., Domingo, M., Franco, P., & León, J. (2006). Color measurement in L*a*b* units from RGB digital images. *Elsevier*, 1084-1091.

Aracena Pizarro, D., Campos, P., & Luis Tozzi, C. (2005). Comparación de Técnicas de calibración de cámaras digitales. *Revista Facultad de Ingeniería - Universidad de Tarapacá*, 57-67.

Azorín López, J. (2007). *Modelado de sistemas para visión de objetos espectaculares. Inspección visual automática en producción industrial Tesis doctoral.* Alicante: Universidad de Alicante.

Carranza Gallardo, J. (2002). Manejo de fórmulas de diferencias de color vs. Límites de aceptabilidad. *Manejo de fórmulas de diferencias de color vs. Límites de aceptabilidad.* Querétaro: CENAM.

Carrillo Aguado, J. L., & Bujdúd Pérez, J. M. (2003). El color en la vida del hombre. *Conversus, donde la ciencia se convierte en cultura*, 32-37.

Delmoro, J., Muñoz , D., Nadal, V., Clementz, A., & Pranzetti, V. (2010). El color en los alimentos: determinación de color en mieles. *Invenio*, 145-152.

Fermín, N., Venero, P., Conchado, D., García, J., & Alvárez, C. (2009). Entrenamiento sensorial para la evaluación de la calidad de un jamón endiablado . *Revista UDO Agrícola* , 640-652.

Girolami, A., Napolitano, F., Faraone, D., & Bragheri, A. (2013). Mesurement of meat color using a computer vision system. *Meat Science*, 93(1), 111(8).

González, C. L., Espitia, H. E., & Avendaño Prieto, G. (2015). Identificación de la posición y orientación de robots móviles en el espacio de trabajo. *IEEE*, 2.

Gutiérrez Rosas, P. T., Vázquez López, J. A., & López Juárez, I. (2015). Medición y discriminación del color de un producto cosmetico mediante un sístema de visión artificial. *IEEE*.

Johnston , W. M. (2009). Color measurement in dentistry. *Elsevier*, e2-e6.

Kumar Patel, K., Kar, A., Jha, S. N., & Khan, M. A. (2012). Machine vision system: a tool for quality inspection of food and agricultural products. *J Food Sci Technol*, 123-141.

Loaiza Quintana, A. F., Manzano Herrera, D. A., & Muñera Salazar, L. E. (2012). Sistema de visión artificial para conteo de objetos en movimiento. *El hombre y la máquina*, 87-101.

Martínez, L. (2006). Sensory evaluation based on linguistic decision analysis. *Elsevier*, 148-164.

Misimi, E., Mathiassen, J., & Erikson, U. (2007). Computer vision-based sorting of atlantic salmon (Salmo salar) fillets according to their color level. *Journal of food science*, s30-s35.

Montes Dorantes, P. N., Nieto González, J. P., Méndez, G. M., Praga Alejo, R., & Guajardo Cosio, K. L. (2014). Sistema inteligente para procesamiento de imágenes en control de calidad basado en el modelo difuso singleton tipo 1. *Research in Computing Science*, 117-130.

Padrón Pereira, C. A. (2009). Sistema de visión computarizada y herramientas de diseño grafico para la obtención de imagenes de muestras de alimentos segmentadas y promediadas en coordenadas Cie L*a*b*. *Agronomía Costarrecense*, 283-301.

Rodgers, J., Thibobeaux, D., Cu, X., Martin, V., Watson, M., & Knowlton, J. (2008). Textile Technology. Instrumental and Operational Impacts on Spectrophotometer Color Measurements. *The Journal of Cotton Science* , 12:287–297.

Saldaña, E., Siche, R., Rosmer , H., Luján, M., Castro, W., & Quevedo, R. (2013). Computer vision system in real-time for color determination on flat surface food. *Scientia agropecuaria*, 55-63.

Vural, G., & Sügüt, I. (2007). A Non-Contact Computer Visión Based Analysis of Color inFoods. *International Journal of Food Engineering*.

Zambrano Rey, G. M., Parra Rodríguez, C. A., Manríquez Torres, M. R., & Bustacona Medina, C. J. (2006). Estación de control de calidad por visión artificial integrada por computador (CIM)*. *Ingeniería y Universidad*, 34.

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS DESECHOS DE PLÁSTICOS PET EN CIUDAD DE FELIPE CARRILLO PUERTO

JESÚS ISLAY TZUC KAUIL[1], LUIS GERARDO CHABLÉ AKÉ[2], PEDRO PABLO CHÉ TUYUB[3]

RESUMEN

El trabajo se inició, debido a que cada año coinciden los estudios de consumo en relación a este desecho, pues cada mexicano genera 7 kilogramos de botellas vacías haciendo un total de 780 mil toneladas anuales generadas solo en México, de los cuales 722,000 son de PET degradándose entre 100-1000 años representando una problemática visual y ambiental.

El objeto de estudio es conocer la cantidad de PET generada en esta ciudad, el comportamiento de la población en relación a su buen o mal uso y la evaluación de las pérdidas monetarias que representa el no tener buenas prácticas. Siendo su falta de documentación la razón principal del estudio. Para ello se aplicó una investigación mixta por analizar datos numéricos y por recabar información directa. Resultado de ello es que el 35% de la población lo deposita en los botes o centros de almacenamiento, el 20% es indiferente al lugar en la que los deja, el 25% los quema y el 20% los entierra. Como conclusión, la mayor parte de la población no ve la excesiva acumulación de PET como una problemática real, siguiendo con el mal hábito de emplear malas técnicas aun sabiendo que es posible reutilizarlas.

Palabras claves: *desechos PET, reciclaje del PET, alternativas del uso PET.*

ABSTRACT

The work began, because each year coincide the studies of consumption in relation to this waste, as each Mexican generates 7 kilograms of empty bottles making a total of

[1] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto. 151k0208@itscarrillopuerto.edu.mx

[2] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto. 151k0185@itscarrillopuerto.edu.mx

[3] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto. 151k0187@itscarrillopuerto.edu.mx

780,000 tons annually generated only in Mexico, of which 722.000 are PET Degrading between 100-1000 years representing a visual and environmental problem.
The object of study is to know the amount of PET generated in this city, the behavior of the population in relation to its good or bad use and the evaluation of the monetary losses that represents the not having good practices. Its lack of documentation is the main reason for the study. For this purpose, a mixed investigation was applied to analyze numerical data and to collect direct information. As a result, 35% of the population deposits it in the boats or storage centres, 20% are indifferent to the place where they leave them, 25% burn them and 20% bury them. In conclusion, most of the population does not see the excessive accumulation of PET as a real problem, following the bad habit of using bad techniques even knowing that it is possible to reuse them.

INTRODUCCIÓN

Es un hecho que “Quintana Roo es conocido a nivel mundial como uno de los estados con mayor riquezas de recursos naturales, los cuales han sido impactados por la contaminación causada por diversos factores antropogénicos, entre los cuales está la contaminación por residuos sólidos, que día con día aumenta su cantidad y volumen generados, por el incremento de la población y de los servicios de turismo que ofrece la entidad” (SEDUMA, 2009). “El estado de Quintana Roo genera alrededor de 1,800 toneladas diarias de residuos sólidos, que en su mayoría son dispuestos en tiraderos a cielo abierto” (SEDUMA, 2009).

Si bien, (Polimers, 2014) asegura que el PET es el “Polietilentereftalato es un Poliéster, comúnmente llamado PET, que pertenece a la familia de los termoplásticos, es decir, aquellos materiales que pueden ser moldeados cuando se calientan, pudiendo repetir este ciclo infinitas veces”. De igual forma el (Horno3.ensi.com.mx, 2011) considera que el PET es la abreviatura de polietileno tereftalato, una resina plástica y una forma de poliéster. Es un tipo de materia prima plástica derivada del petróleo. El polietileno tereftalato, es un polímero formado por la combinación de dos monómeros, el glicol etileno modificado y el ácido teréftálico.

En la actualidad, tanto a nivel nacional y estatal se tiene muy poco conocimiento sobre la cantidad de desechos sólidos generados en todas las zonas, debido a la falta de sistemas de monitoreo constante de estos parámetros. Es un hecho que la generación de basura se ha convertido en un problema de difícil manejo para las autoridades trayendo consigo diversas problemáticas para la comunidad. Por ello muchos países empiezan a sentir la necesidad de disponer de zonas para llevar a cabo el vertido de esos residuos; sin embargo, muy pocos municipios acceden a ceder parte de su territorio para la acumulación de estos materiales que originan contaminación visual y ambiental.

El hombre desde su aparición se ha interesado en buscar diversas formas de satisfacer sus múltiples necesidades, uno de sus mayores logros fue la creación de los materiales plásticos que vino a revolucionar la vida misma, desde aspectos de ropa y cocina hasta el diseño de productos. Este fabuloso material compuesta por macromoléculas se ha convertido en una de las problemáticas más inquietantes, ya que; aunque solo ocupe el 11% del total de desechos sólidos generados en el mundo; sus características lo posicionan en una preocupación real, por su volumen, su fácil esparcimiento y su tiempo de descomposición. Pese a que muchos sepamos de las problemáticas ambientales ocasionadas por estos materiales hace falta acción e información para poder disminuirla ejemplo de ello es la ciudad de Felipe Carrillo Puerto, donde la población resulta ser indiferente en la cuestión. Este ha sido la principal razón de nuestra investigación, teniendo como objetivo general analizar si se le brinda información a la población de esta ciudad acerca de los desechos plásticos y en caso de su existencia evaluar su efectividad. Esto se logra al Identificar los planes, programas o prácticas implementadas por el gobierno municipal para fines de manejo del material PET y con la obtención de datos específicos que nos indiquen la cantidad de desechos de plásticos PET generados por día en la ciudad para fines de análisis estadísticos.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Entre los diversos estudios realizados con el fin de sustentar este trabajo de investigación, se realiza la mención del proyecto

- **Reciclaje de botellas de PET para obtener fibra de poliéster** por *Laura Mansilla Pérez y Marcos Ruiz Ruiz* quienes indican que “las botellas de tereftalato de polietileno (PET) pueden ser recuperadas y recicladas, con el fin de obtener nuevos productos”. Dado que los envases de bebidas gaseosas son elaborados mayoritariamente de este material. Afirmando que el proceso de reciclaje, que parte de la adecuada selección de las botellas para ser molidas, es mecánico y relativamente sencillo. Las hojuelas (flakes) de PET obtenidas se transforman en fibra corta de poliéster. Este insumo, combinado con otras fibras en proporciones pertinentes, puede usarse para la fabricación de ropa, relleno de cojines, alfombras, cortinas, etcétera. Además, reciclar el PET contribuye al cuidado de nuestro medioambiente.
- **Nuevas alternativas en la construcción: botellas PET con relleno de tierra** por Daniel Ruiz Valencia Cecilia López Pérez, Eliana Cortes y Andreas Froese indicando que “dos de los mayores problemas de la humanidad son la falta de vivienda y la acumulación de los residuos sólidos y basura que al final trae como consecuencia problemas ambientales” (Daniel Ruiz Valencia, 2012). Dentro de estos residuos sólidos están los plásticos como las botellas PET (envases de bebidas gaseosas). Partiendo de esta problemática los grupos GRIME y Estructuras y Construcción de la Pontificia Universidad Javeriana, en asocio con Eco-Tec Soluciones, documentaron el proceso constructivo y realizaron pruebas piloto para evaluar la resistencia mecánica a la compresión de botellas rellenas, los resultados fueron sobresalientes por sus diversas ventajas: **Duración:** Las botellas plásticas (PET) tienen un periodo de degradación en el medio ambiente calculado en 200 a 300 años. Con lo cual se puede garantizar, por ese periodo, la estabilidad del material que contiene la tierra. El **buen aislamiento térmico:** por tener como relleno tierra y un espesor mayor a 28 cms, resulta ser un buen aislamiento térmico, generando un diseño bioclimático. **Economía:** Permite un ahorro hasta de 50 % en materiales en comparación con la construcción tradicional**. 4. Autoconstrucción**: El proceso de construcción es realizado por la misma comunidad necesitada, sin necesidad de una capacitación particular**. 5.**

Botellas: No hay restricción por tamaño, forma o marca de las botellas para su uso en el sistema.

METODOLOGÍA

Se pretende alcanzar los objetivos de este proyecto de investigación a través de la realización de nuevas investigaciones en el sitio de investigación, para ello se optó por tres tipos de investigación, entre las cuales se encuentra la Investigación Documental, en el cual se busca resolver una situación que aqueja a la sociedad y con ello poder obtener recopilar, analizar e interpretar información de diversas fuentes documentadas como lo viene siendo investigaciones previas, narraciones de la población de dicha problemática;

Seguidamente de la Investigación de Campo, mediante este tipo de investigación se pretendió obtener información de primera mano, por medio de la herramienta de observación y de una encuesta presencial en la cual las personas explicarán su sentir y percepción de dicho suceso, para ello se realizó el diseño de una encuesta que posteriormente se podrá visualizar, de igual forma se realizó visitas en busca de obtención de datos al Palacio Municipal de la ciudad, sin embargo, nos comentan los encargados del área de Áreas Públicas y de Proyectos, que los únicos datos con los que cuentan es referido al total de desechos urbanos que la ciudad genera dicha cifra es de 15 toneladas diarias, pero no se cuenta con un dato preciso de cuanto le corresponde al plástico PET ni se cuenta con un programa de separación de desechos al momento de cargarlos al camión de basura ni en el relleno sanitario el mismo que se ubica en el “KM 9 de la carretera de Felipe Carrillo Puerto-Valladolid” (SEDUMA, 2009), puesto que se dio cita el día 22 de septiembre del 2018 para corroborar si se cuenta con algún separamiento de los desechos, pero es una realidad de que no existe un plan constituido, únicamente se logra la separación por medio de trabajadores que tienen un convenio con la Recicladora “Chan Santa Cruz” la cual les compra los desechos separados y en buen estado en los días sábados o cuando los mismos encargados de la separación de desechos del relleno sanitario les indican pasar por la carga. De igual manera al interactuar con los trabajadores, nos indicaron que no

cuentan con ningún programa de separación en sí, simplemente es el almacenamiento y la quema de los desechos en cantidades pequeñas.

También se optó por la Investigación Pura, la cual trata sobre el aspecto exploratorio, es decir, indagar y consultar sobre un tema que no se tenga suficiente información, además se busca entrelazar las variables con otras de donde se origina el problema. Es decir, la principal razón es dotar de información al ser humano y este podrá ser utilizado como referencia para próximas investigaciones si así se desea.

Investigación descriptiva, este tipo de investigación fue utilizado mediante la formulación de hipótesis los cuales son:

- "El desconocimiento del uso de PET por parte de la población carrilloportense impide su aprovechamiento".
- "La indiferencia de la población sobre los desechos sólidos trae como consecuencia su excesiva generación y por ende, imposibilita la implementación de mejores hábitos de consumo".

Con la finalidad de validar o no nuestra hipótesis se realizó la determinación de nuestra población muestral, tomando los últimos datos reflejados por el INEGI en "2010 la población total de Felipe Carrillo Puerto es de 25,744 personas dispersos en las diferentes colonias como se muestra en la tabla" (Microrregiones.gob.mx, 2013). Nuestra investigación se encuentra dirigida a los habitantes de 14 a 64 años debido a que a esa edad la población empieza a ser un poco más crítica y consiente de los problemas ambientales que hoy en día ocurren, esta comprende un total de 8033 personas, los cuales para poder determinar la distribución por ese rango de edad en las diferentes colonias multiplicamos los 31.203387 % con el número de habitantes por cada colonia. Para poder conocer nuestra muestra se aplicó la fórmula de población finita, con un nivel de confianza del 95% (1.96), con un margen de error de 6% (.06), con probabilidades de éxito del 70% y 30% de fracaso dándonos una población muestral de 218, dicha cifra representa la cantidad adecuada de encuestas que se deben aplicar para tener información válida y poder generalizar e inferir en los resultados.

COLONIAS	Habitantes por colonia.	% de la pob. De 14-64 años en relación al total.	Población de 15 a 64 años.	Distribución de cuerdo al % de rango de edad.	Encuestas a aplicar por colonia.
CENTRO	**2400**	**31.2**	**8033**	749	20
FRANCISCO MAY	4300			1342	36
JESUS MARTINEZ ROS	3100			967	26
LEONA VICARIO	2600			811	22
CECILIO CHI	2800			874	24
LAZARO CARDENAS	2240			699	19
ROJO GOMEZ	2704			844	23
JUAN BAUTISTA	2000			624	17
EMILIANO ZAPATA 1	1700			530	14
EMILIANO ZAPATA 2	1900			593	16
Total	**25744**			**8033**	**218**
Pob. 14-64 años	**8033**				
				N	**8033**
				P	0.7
				Q	0.3
				Z	1.96
				e	0.06
					MUESTRA **218**

Fuente: Fuente Propia

Por último, se implementó la Investigación Cuantitativa, debido a nuestra Hipótesis que corresponde a un promedio, es considerado estadístico, por lo cual se requiere encontrar cantidades en que las personas consumen o realizan el uso de plásticos PET y en qué porcentaje y destino terminan esos desechos después de su utilización.

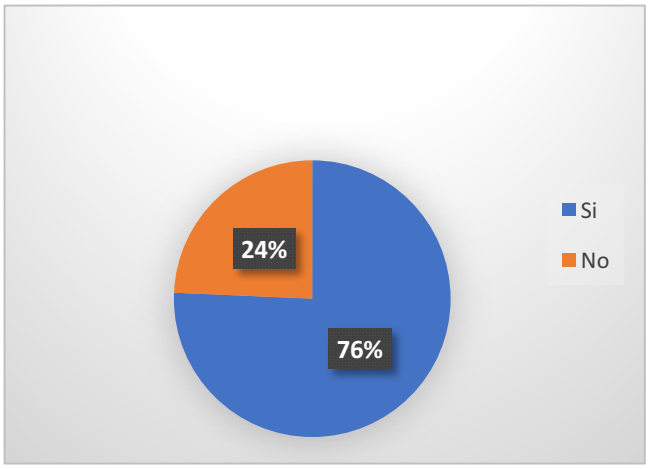
RESULTADOS

Para el presente trabajo de investigación se seleccionó y diseño la herramienta de recolección de información la encuesta, la cual proporciono los siguientes resultados.

Tabla 4

¿Usted conoce productos hechos de PET?

OPCIONES	RESPUESTA
a) SÍ.	165
b) NO.	53



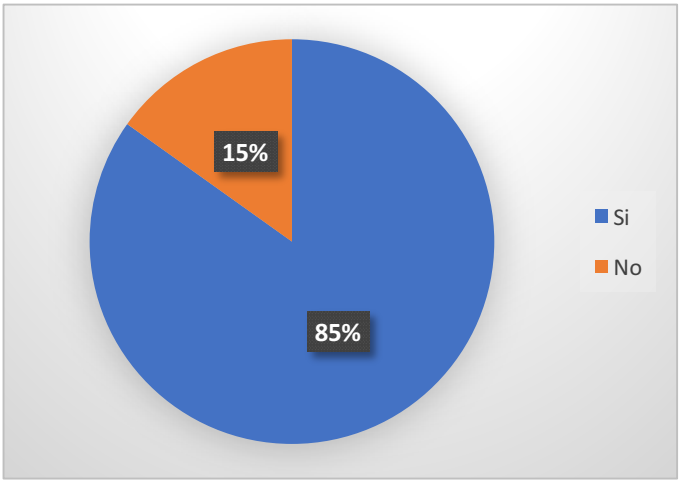
Fuente: Investigación propia

En base a la *Ilustración 1*, El 76% de las personas que participaron en la encuesta respondieron que Sí conocen productos hechos con material PET, sin embargo, el 24% restante negó conocer productos con este tipo de material en sí. Con esto podemos dar por hecho de que no es el desconocimiento de este material lo que origina su producción en exceso.

Tabla 5

¿Ha consumido refrescos embotellados de plásticos PET?

Concepto	Respuesta
a) Si	185
b)No	33



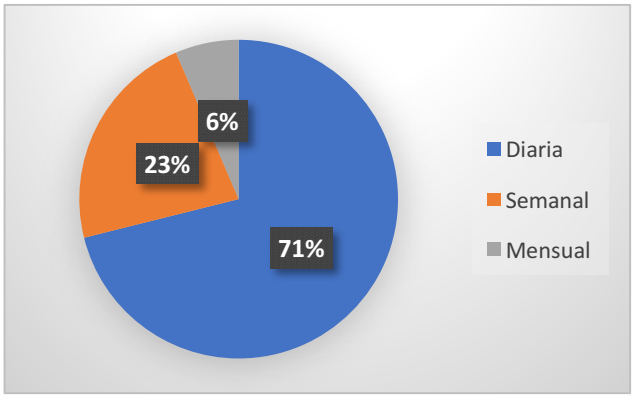
Fuente: Investigación propia

Según la Ilustración 2, el 15% (33 personas) no consumen refrescos embotellados de plástico actualmente, mientras que 185 personas que corresponde al 85% del total de los encuestados contestaron que si consumen refrescos embotellados de PET.

Tabla 6

¿Con que frecuencia los consume?

Concepto	Respuesta
a) Diaria.	155
b) Semanal.	49
c) Mensual.	14



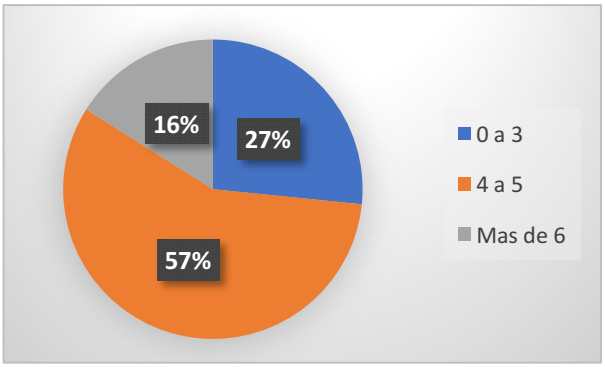
Fuente: Investigación propia

Como se visualiza en la Ilustración 3, el 71% respondió que tiene el hábito de consumir refrescos de plásticos PET diariamente, mientras que un 23% (49 personas) lo consume de manera semanal y el 6% restante únicamente lo consume de manera mensual.

Tabla 7

¿Qué cantidad de refrescos hechos de plástico consume diariamente?

Concepto	Respuesta
a) 0 a 3	58
b) 4 a 5.	125
c) Más de 6.	35



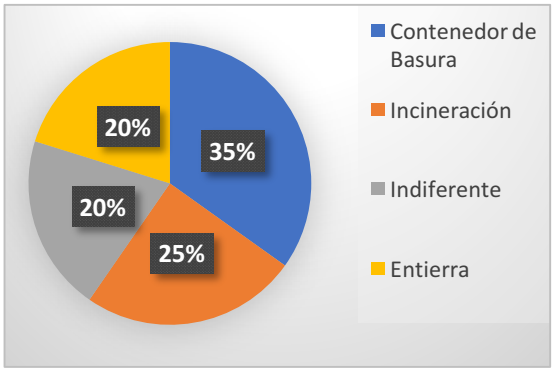
Fuente: Investigación propia

De acuerdo a la Ilustración 4, se observa que 125 personas el cual corresponde al 57% consumen diariamente alrededor de 4 a 5 de refrescos de plástico, mientras que el 27% corresponde a 58 personas las cuales consumen de 0 a 3 diariamente y por último, el 16% consume más de 6 refrescos embotelladas al día.

Tabla 8

¿Cuál es el destino del envase de plástico?

Concepto	Respuestas
a) Contenedor de Basura	124
b) Incineración	65
c) Indiferente	29



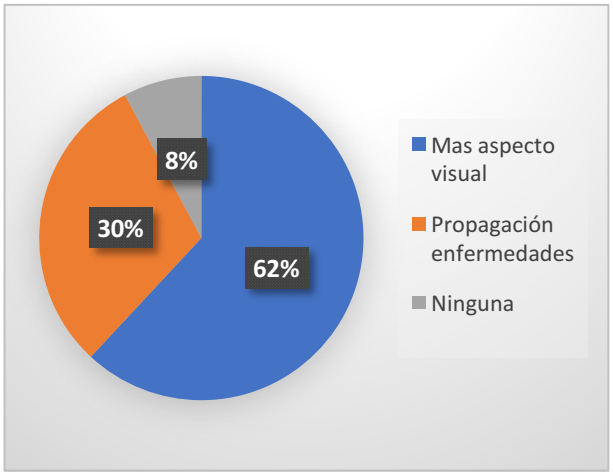
Fuente: Investigación propia

De acuerdo al análisis de la Ilustración 5, el 57% del total de la población encuestada respondió que posteriormente del uso del plástico de PET lo deposita en un contenedor de basura, mientras que el 30% recurre a la práctica de incineración de este tipo de material y por último el 13% contesto que no se preocupa por en donde termina este envase.

Tabla 9

Según su perspectiva ¿Cuál es el principal problema de plásticos PET en FCP?

Concepto	Respuestas
a) Mal aspecto Visual	135
b) Propagación de Enfermedades	66
c) Ninguna	17



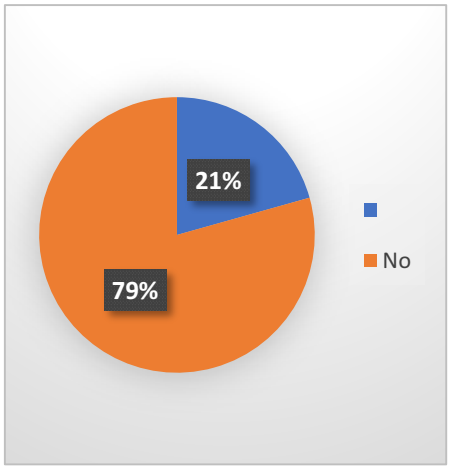
Fuente: Investigación propia

Tras visualizar la Ilustración 6, se dedujo que el 62% concuerda que la principal problemática se encuentra en el mal aspecto visual que el plástico PET ocasiona, mientras que el 30% se refirió como problemática a la propagación de enfermedades y el 8% restante no encuentra ninguna problemática con este tipo de material.

Tabla 10

¿Conoce de algún plan que implementa el gobierno sobre este material?

Concepto	Respuestas
a) Si	45
b) No	173



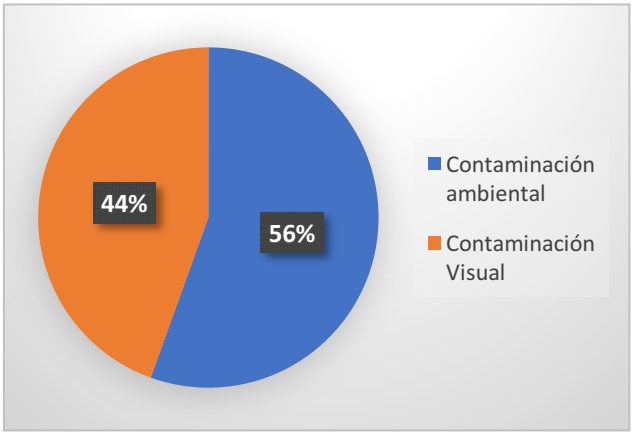
Fuente: Investigación propia

Tras realizar un análisis que se encuentra en la *Ilustración 7* se llegó a la conclusión que el 79% del total de los encuestados no tienen conocimiento alguno respecto a un plan o programa respecto al separamiento eficiente que lleva acabo el gobierno municipal, mientras que el 21% simplemente conoce los botes de basura específicos de cada material incluyendo el de PET.

Tabla 11

¿Considera que el plástico PET es un problema de suma importancia?

Concepto	Respuestas
a) Por supuesto que Sí	121
b) Claro que No	97



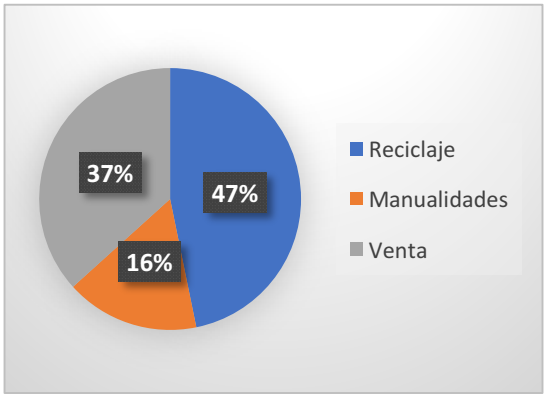
Fuente: Investigación propia

Si bien en la *Ilustración 8* se puede visualizar que las respuestas de los entrevistados el 56% concuerdan que el plástico PET en Felipe Carrillo Puerto si es un problema de gran relevancia actualmente, mientras que un 44% no lo considera como un problema que afecte de gran magnitud a la población de la ciudad.

Tabla 12

¿Qué acción tomaría para la reutilización o disminución de este material en la localidad?

Concepto	Respuestas
a) Reciclaje	102
b) Manualidades	36
c) Venta	80



Fuente: Investigación propia

En la *Ilustración 9* se puede visualizar que el 47% del total de los encuestados consideran como una posible solución el reciclaje del PET, mientras que el 37% recurriría a la venta de estos y el 16% restante lo ocuparía en manualidades como medio de reutilización.

RESULTADO GENERAL.

Si bien, tras finalizar con la obtención de los resultados de la encuesta realizada a un segmento de la población, arrojo que más del 50% de la población tiene conocimiento de productos realizados a base de plásticos PET, entre los resultados obtenidos arrojo que la población consume de manera diaria alrededor de 4 a 5 envases embotellados, de igual forma al término de la utilización del plástico únicamente el 35% de la población lo deposita en un contenedor de basura mientras que el 25% prefiere realizar la quema de estos y el 20% lo destina para venta y entierro de estas botellas correspondientemente, el 56% concuerda que la excesiva generación de PET es un problema de gran magnitud en la ciudad de Felipe Carrillo Puerto actualmente.

Según la percepción de la población la problemática más fuerte respecto a las botellas es la contaminación y abultamiento de estos en un espacio determinado, pero de igual forma con un 79% resaltaron que no tienen conocimiento de algún plan o programa que ejerza el gobierno, y si bien, según su criterio la manera de reducir o disminuir el impacto de este problema sería mediante el reciclaje con el 47% pero muy de cerca con un 37% la venta de estos a empresas que se encargan del almacenamiento de este tipo de material.

DISCUSIÓN

La acumulación de desechos plásticos se ha tornado en un problema difícil de manejar en muchos países, en especial el caso de los PET. Como afirma (Roncacio, 2016) en una investigación realizada como medio de evaluación de residuos sólidos en la ciudad de Manizales, específicamente en el país de Colombia, el epicentro de la propagación de problemáticas es la fase de disposición de los plásticos PET al termino de ser utilizados, sin embargo, en los resultados obtenidos en Tabla 5 en la ciudad de Felipe

Carrillo Puerto la gran parte de la sociedad deposita correctamente su desecho al contenedor de basura.

De igual forma, (Gonzalés, 2016) asegura que los modelos de recolección como planes de acción generan una mayor atención o interés de parte del gobierno, pero tomando en cuenta los resultados obtenidos de parte de los ciudadanos de esta ciudad, el panorama es distinto, pues en la Tabla 7 pues el 74% de los encuestados no conoce de algún programa implementado por el gobierno, esto se fundamenta además de la visita realizada al Palacio Municipal en busca de información sobre algún plan de separamiento de residuos sin embargo, no se cuente con este, de igual forma se decidió acudir al relleno sanitario no controlado la cual se localiza a afueras de la ciudad para corrobar si no cuentan con dicho plan, al llegar al punto antes mencionado, se observó que efectivamente no se cuenta con este en el lugar, ya que todos los residuos se encontraban amontonados de manera conjunta. Por lo tanto, concordamos con la investigación llevada a cabo en Facatativá, Cundinamarca la cual menciona que “es necesario desarrollar planes de contingencia en los que se incluya programas en publicidad y políticas informando lo que todos los ambientalistas dan a conocer sobre el daño y el impacto del plástico y botellas PET” (SERRATO, 2016).

Posteriormente de realizar la presente investigación, se estableció el impacto negativo que crea el uso del plástico PET sobre el medio ambiente. Un punto importante es reconocer que la contaminación por plástico en su mayoría envases, es una de las principales que se encuentran en la ciudad y es de carácter significativo, ya que una botella plástica tarda alrededor de 700 a 1000 años en degradarse (Escudero, 2015); siendo esto un factor de tiempo tardado para la recuperación de los daños causados al medio ambiente, también concordamos con la aportación de (SERRATO, 2016) la cual menciona que “las empresas y comunidades comparten la idea de enfrentar este problema por medio del reciclaje una forma sencilla y fácil de realizar”, lo cual indica en Tabla 9 el 47% de la población Carrilloportense optaría como una medida de reducción de esta problemática el reciclaje.

CONCLUSIONES

Es un hecho que el presente proyecto se enfocó a una problemática que aqueja con frecuencia el estilo de vida de los ciudadanos pertenecientes a Carrillo Puerto, Con la finalización de la investigación bibliográfica, se concluye que:

- La falta de programas para el manejo de los desechos PET por parte del gobierno local provocaba la excesiva acumulación de estos residuos en el relleno sanitario no controlado.
- Los resultados obtenidos en la investigación nos permiten conocer la forma en la que actúan las personas en relación a este material.
- Parte de las investigaciones mencionadas abren la puerta a nuevas estrategias de aprovechamiento del PET como por ejemplo ser utilizados como material de construcción que trae consigo un ahorro para los ocupantes, así como ser utilizadas para vestidos, cortinas, etc.
- Más del 50% población considera que la principal problemática de estos residuos es la contaminación visual, no concordamos con ello porque realmente la problemática es ambiental, no es posible que en la actualidad se continúe con hábitos tan comunes y erróneos que solamente contaminan, por ejemplo; el comprar diariamente refrescos y agua embotelladas desechables, cuando bien se pueden adquirir mediante envases retornables, inclusive hasta resultan más económicos.
- Además de poder generar conciencia sobre el daño que puede derivar o que está desencadenando la utilización del plástico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Daniel Ruiz Valencia, C. L. (2012). *Scielo*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/pdf/apun/v25n2/v25n2a11.pdf

Escudero, G. (05 de Julio de 2015). *El Heraldo*. Obtenido de https://www.elheraldo.co/local/el-peso-del-reciclaje-203886

Gonzalés, T. A. (2016). *Acopio Logistico Inteligente De Envases de Plástico PET, Para Su Trituración Esbelta y Marketing.* Ciudad de México.

Horno3.ensi.com.mx. (Marzo de 2011). *Horno3.ensi.com.mx*. Obtenido de http://horno3.ensi.com.mx/apps/newsletter/idem.php?module=Newsletter&action=ReadNewsletter&newsletter_id=4359

Microrregiones.gob.mx. (2013). *Microrregiones*. Obtenido de Microrregiones: microrregiones.gob.mx

Polimers, C. d. (2014). *Laseda.es*. Obtenido de http://www.laseda.es/data/publicaciones/2008/pet_dossier.pdf

Roncacio, K. M. (2016). *Evaluación de la Gestión de Residuos Plásticos En la Ciudad de Manizales*, 117.

SEDUMA, I. y. (Junio de 2009). Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Quintana Roo. 14.

SERRATO, J. G. (2016). *DIAGNÓSTICO DEL IMPACTO DEL PLÁSTICO - BOTELLAS SOBRE EL MEDIO.* FACATATIVÁ, CUNDINAMARCA .

CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN DEL ESTACIONAMIENTO DE UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL SUPERIOR UTILIZANDO SIMIO®

ANIBAL GAUDENICO LÓPEZ CABRERA[1],LILIANA FUENTES ROSAS[2], HILARY AZLIC FLORES ZARATE[3]

RESUMEN

Se construyó un modelo de simulación del estacionamiento de una institución educativa que permite probar alteralivas de mejora utilizando el simulador SIMIO®. La metodología utilizada durante el estudio fue la propuesta por los autores Law y Kelton (2001) que consta de 10 pasos. Se establecieron las variables de entrada y salida (medidas de desempeño) del modelo y durante 30 días se recolectaron datos en el sistema real para la alimentación del mismo; por medio de las pruebas de bondad de ajuste se determina a que distribución de probabilidad se ajusta el conjunto de datos recolectado de cada variable. Con la prueba estadística t-pareada se comprobó que los datos del modelo son estadísticamente iguales a los datos del sistema real aceptando que el modelo es válido, esto quiere decir que el modelo puede ser utilizado para probar alternativas y determinar cuál de ellas lo mejora.

Palabras clave: *Simulación, validación, SIMIO®, Institución.*

ABSTRACT

A simulation model of the parking lot of an educational institution that allows to test ways of improvement using the Simulator SIMIO® was built. The methodology used during the study was proposed by the authors Law and Kelton (2001) which consists of 10 steps. The input variables were established and output (performance measures) model and 30-day data were collected in the actual system for the feeding of the same; by means of tests of goodness of fit is determined to that probability distribution fits the data set collected for each variable. With the t-paired test found that the model data are statistically equal to the real system data accepting that the model is valid, this means

[1] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. anibalglopezc@outlook.es
[2] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. liliana.fuentes@itstb.edu.mx
[3] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. silvina6663@live.com.mx

that the model can be used to test alternatives and determine which of them the improves.

Key words: *Simulation, Validation, SIMIO®, Institution.*

INTRODUCCIÓN

Debido al incremento de la población en el Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, se presenta en el inmueble congestionamiento vehicular que provoca retrasos en la llegada del personal y del alumnado, además da lugar a la posibilidad de incidentes vehiculares puesto que la cantidad de vehículos que transitan excede la capacidad del área de estacionamiento. Es por estas razones que se realiza la construcción de un modelo de simulación en SIMIO® que representará el sistema mencionado (estacionamiento del personal) de la institución educativa de nivel superior.

Dicho modelo se realiza con la metodología de simulación propuesta por Law y Kelton (2001) que consta de 10 pasos; donde se recolecta información para alimentar el modelo, se realizan pruebas de bondad de ajuste y se valida, con el objetivo de crear un modelo de simulación que represente al sistema real y permita conocer su comportamiento, además de la evaluación de alternativas de mejora.

METODOLOGÍA

El análisis que se llevó a cabo comprende la entrada, permanencia y salida de los vehículos del área de estacionamiento del personal, aplicando la metodología de simulación propuesta por Law y Kelton (2001) que consiste de 10 pasos.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Desde hace unos semestres se observa que la matricula en el Instituto Superior de Tierra Blanca ha ido en crecimiento, lo que provoca que el flujo vehicular también aumente dentro del estacionamiento del Instituto. Esta área consiste en una ruta de un solo carril en “U” para alimentarla y desocuparla y tiene una capacidad máxima de 103 espacios utilizados en promedio 91. El área se ve afectada por el alto flujo vehicular en ciertas horas del día ya que como se menciono es de un solo carril y cuando un auto se

estaciona para que el personal descienda de él, hace que los autos que van detrás tengan que esperar, causando acumulamiento de vehículos y retraso en las llegadas.

RECOLECCIÓN DE DATOS Y DEFINICIÓN DEL MODELO

Las actividades realizadas en este paso fueron: definición de variables, determinación de horarios y puntos de muestreo, diseño del instrumento de recolección de datos, recolección de datos en el sistema y análisis estadístico de los datos.

Los datos recolectados corresponden a las variables representativas del sistema las cuales son; tiempo entre llegadas, tiempo para estacionarse y permanencia en el estacionamiento. El periodo de recolección de datos que se efectuó constó de 30 días y la unidad de tiempo utilizada fue el segundo para llegadas y horas para la permanencia.

Las variables de entrada y salida se enlistan en la tabla 1.

Tabla 13. Variables de entrada y salida del sistema

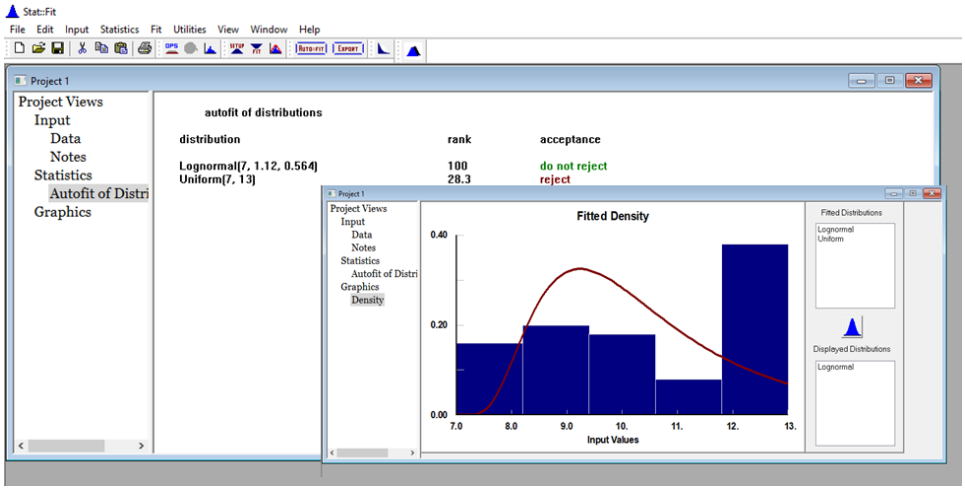
Entrada	Salida: (Medidas de desempeño)
Tiempo entre llegadas.	Tiempo total en el estacionamiento.
Tiempo para estacionarse.	Tiempo de espera en la fila.
Permanencia en el estacionamiento.	Número de unidades en fila y estacionadas.
	Porcentaje de ocupación de los espacios.

TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Se utilizó el paquete estadístico Stat:fit ®. Este paquete permite la realización de las pruebas de bondad de ajuste Chi-cuadrada, Kolmogorv - Smirnov y Anderson Darling a los conjuntos de datos de las variables bajo estudio, para determinar a qué distribución de probabilidad teórica conocida se ajustan.

La figura 1 muestra el tratamiento estadístico para la variable: tiempo de permanencia.

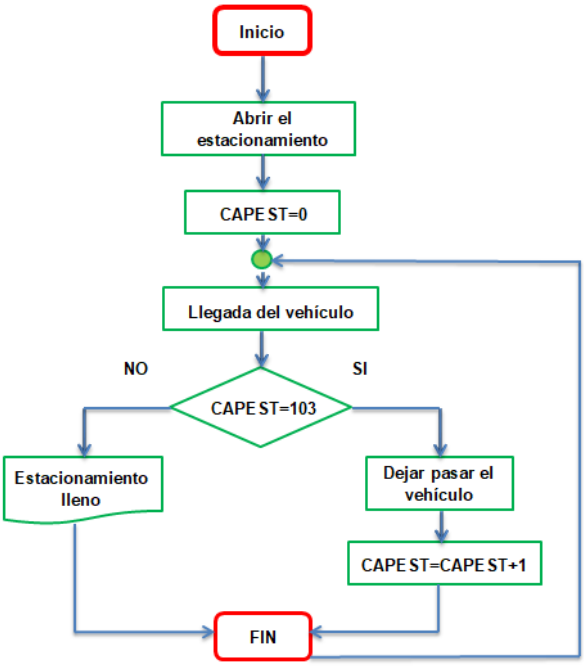
Figura 1. Resultados del análisis de la variable tiempo de permanencia



El análisis estadístico al resto de las variables arrojó como resultados que todas ellas se ajustaron a distribuciones teóricas conocidas.

La representación gráfica del proceso, mediante un modelo conceptual, se muestra en la figura 2.

Figura 2. Modelo conceptual del proceso en el estacionamiento



VERIFICACIÓN DEL MODELO

Construido el modelo conceptual éste fue verificado y aprobado por el responsable del proceso.

CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

Se utilizó el simulador SIMIO (Simulation Modeling Framework Based On Intelligent Objects) para la construcción del modelo. En la tabla 2 se muestra la relación de los objetos del simulador SIMIO con los elementos del sistema real.

Tabla 14. Objetos de SIMIO y su significado en el sistema real

Objeto de SIMIO	Significado en el sistema real
Source	Generador de llegadas para el sistema.
Server	Entrada de vehículos y estacionamiento.
Sink	Salida de los vehículos.
Path	Rutas a seguir por parte de los vehículos.

Las figuras 3 y 4 ilustran fases de la construcción del modelo.

Figura 3. Vista frontal del Instituto.

Figura4. Vista frontal del estacionamiento

PRUEBAS PILOTO

Se realizaron 10 corridas piloto (cambiando el generador de números pseudoaleatorios de cada uno de los objetos) que aseguraron la programación correcta y que recabaron información para el siguiente paso.

VALIDACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN

La validación de un modelo consiste en corroborar que los datos que arroje el modelo de simulación sean estadísticamente iguales a los del sistema real. Para realizar la validación del modelo se utilizó la prueba t-apareada, que compara los resultados de la simulación contra los resultados observados del sistema real. Mediante esta comparación se determina si el modelo es una representación valida del sistema si al construir un intervalo de confianza el cero está incluido dentro de él. La validación se realizó a cada una de las variables, a continuación se muestra solamente el procedimiento para una de ellas:

Tiempos promedio de permanencia en el estacionamiento.

X= tiempo promedio en minutos de permanencia en el estacionamiento del sistema real.

Y= tiempo promedio en minutos de permanencia en el estacionamiento del modelo.

Los resultados de 10 datos apareados, correspondientes a la variable descrita se muestran en la tabla 3.

Tabla 15. Datos apareados de la variable tiempo promedio de permanencia en el estacionamiento.

	DATOS			
	Reales (minutos)	Simulados (minutos)		
Corridas	X_j	Y_j	$Z_{j=}(X_j - Y_j)$	$\left(Z_j - \overline{Z}_{10}\right)^2$
1	2.09	1.02	1.07	0.081225
2	0.24	0.11	0.13	0.429025
3	0.58	0.09	0.49	0.087025
4	1.28	0.32	0.96	0.030625
5	6.48	0.06	6.42	31.753225
6	1.18	0.26	0.92	0.018225
7	0.05	0.06	-0.01	0.632025
8	0.31	0.09	0.22	0.319225
9	0.11	2.23	-2.12	8.439025
10	0.20	0.43	-0.23	1.030225
TOTAL			7.85	42.81985
PROMEDIO			**0.785**	

Se construyó un intervalo de confianza al 95% para Z, en donde $Z_i = X_i - Y_i$ resultando ser (-0.775, 2.345).

Cómo puede observarse, el intervalo de confianza resultante incluye al cero; por lo tanto, con un nivel de confianza del 95% se afirma que cualquier diferencia observada entre μ_x y μ_y no es estadísticamente significativa y puede explicarse por fluctuaciones aleatorias, aceptando que el modelo es válido.

DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Determinación del número óptimo de corridas.

Un grave error al momento de conducir estudios de simulación es el de basar las decisiones en la observación de una solo corrida; para evitar este error, es necesario determinar el número de corridas óptimo y así, con los resultados de varias corridas, las decisiones pueden tomarse de manera adecuada.

Es posible determinar n*(β) incrementando i en uno hasta que un valor de i se obtiene para el cual:

$$n^*(\beta) = \min\left\{ i \geq n : t_{i-1,1-\alpha/2}\sqrt{\frac{S^2(n)}{i}} \leq \beta \right\}$$

La tabla 4 muestra los resultados de 10 corridas piloto, independientes que se obtuvieron al correr el programa de simulación.

Tabla 16. Tiempo promedio permanencia en el estacionamiento.

Corridas	Tiempo promedio de permanencia en el estacionamiento (segundos)
1	1.02
2	0.11
3	0.09
4	0.32
5	0.06
6	0.26
7	0.06
8	0.09
9	2.23
10	0.43
Media	**0.467**
Varianza	**0.469201111**

Se estimó el tiempo promedio entre llegadas, con un error absoluto β de 0.654 segundos y un nivel de confianza del 95%. El procedimiento se muestra a continuación:

$\overline{X}$= 0.467

S^2 = 0.4692

β= 0.654

α= 0.05

$$n^*(0.654) = \min\left\{ i \geq 10 : t_{i-1,0.025}\sqrt{\frac{0.4692}{i}} \leq 0.654 \right\}$$

Al aplicar la formula, se obtuvo que el número de replicaciones óptimo es 40 corridas del programa.

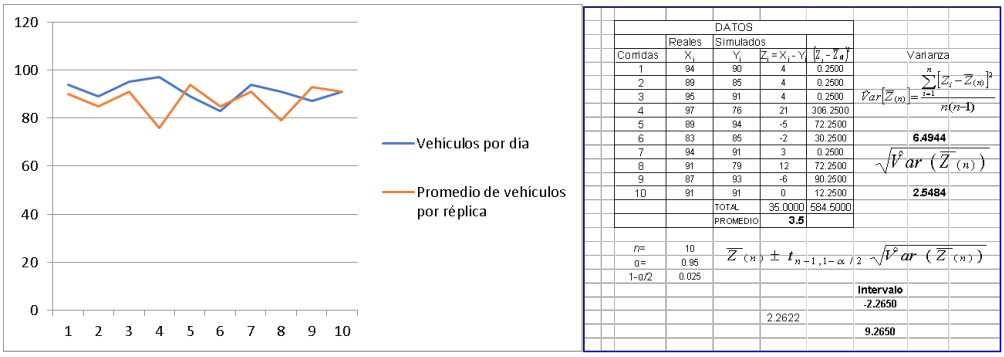
CORRIDA DEL MODELO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Una vez concluidas las 40 replicaciones del modelo se analizaron las siguientes variables de salida para validar al mismo: Número promedio de vehículos por día, tiempo entre llegadas, y tiempo promedio en el sistema.

Número promedio de vehículos por día en el sistema.

Los datos proporcionados por el modelo de simulación y los datos reales se representan en la figura 5.

Figura 5. Comparación del Número promedio de vehículos por día del modelo y del sistema original.



DATOS

	Reales	Simulados			
Corridas	X_i	Y_i	$Z_i = X_i - Y_i$	$[Z_i - \bar{Z}_n]^2$	Varianza
1	94	90	4	0.2500	
2	89	85	4	0.2500	$\hat{Var}[\bar{Z}_{(n)}] = \frac{\sum_{i=1}^{n}[Z_i - \bar{Z}_{(n)}]^2}{n(n-1)}$
3	95	91	4	0.2500	
4	97	76	21	306.2500	
5	89	94	-5	72.2500	
6	83	85	-2	30.2500	**6.4944**
7	94	91	3	0.2500	$\sqrt{\hat{Var}(\bar{Z}_{(n)})}$
8	91	79	12	72.2500	
9	87	93	-6	90.2500	
10	91	91	0	12.2500	**2.5484**
		TOTAL	35.0000	584.5000	
		PROMEDIO	**3.5**		

n=	10
α=	0.95
1-α/2	0.025

$\bar{Z}_{(n)} \pm t_{n-1,1-\alpha/2}\sqrt{\hat{Var}(\bar{Z}_{(n)})}$

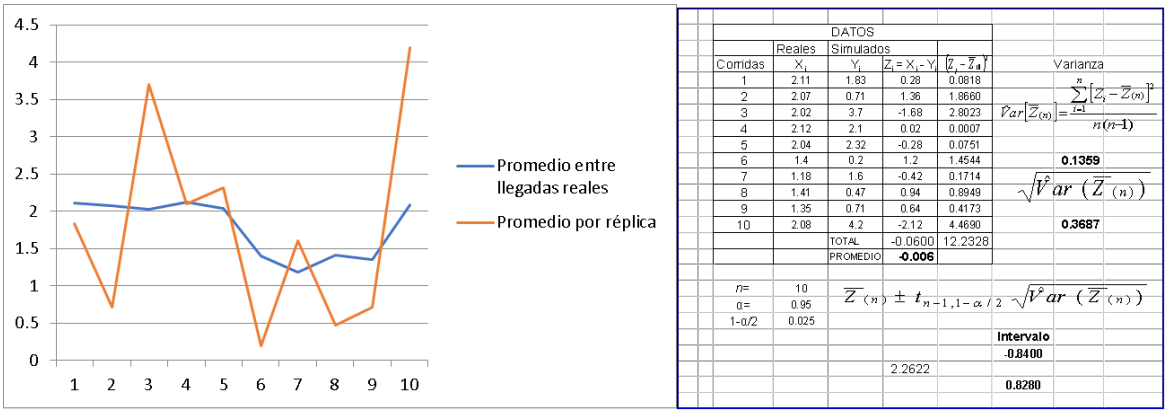
	Intervalo
	-2.2650
2.2622	
	9.2650

En la parte derecha de la pantalla se muestra la técnica estadística de validación en la que se destaca que el intervalo creado incluye al cero por lo que se concluye que el modelo es válido y que cualquier diferencia observada puede explicarse por fluctuaciones aleatorias.

Tiempo promedio entre llegadas.

La figura 6 muestra el tiempo promedio entre llegadas del modelo versus sistema real.

Figura 6. Comparación de los resultados de la variable tiempo entre llegadas del modelo con el sistema original.



DATOS

	Reales	Simulados			
Corridas	X_i	Y_i	$Z_i = X_i - Y_i$	$[Z_i - \bar{Z}_n]^2$	Varianza
1	2.11	1.83	0.28	0.0818	
2	2.07	0.71	1.36	1.8660	$\hat{Var}[\bar{Z}_{(n)}] = \frac{\sum_{i=1}^{n}[Z_i - \bar{Z}_{(n)}]^2}{n(n-1)}$
3	2.02	3.7	-1.68	2.8023	
4	2.12	2.1	0.02	0.0007	
5	2.04	2.32	-0.28	0.0751	
6	1.4	0.2	1.2	1.4544	**0.1359**
7	1.18	1.6	-0.42	0.1714	$\sqrt{\hat{Var}(\bar{Z}_{(n)})}$
8	1.41	0.47	0.94	0.8949	
9	1.35	0.71	0.64	0.4173	
10	2.08	4.2	-2.12	4.4690	**0.3687**
		TOTAL	-0.0600	12.2328	
		PROMEDIO	**-0.006**		

n=	10
α=	0.95
1-α/2	0.025

$\bar{Z}_{(n)} \pm t_{n-1,1-\alpha/2}\sqrt{\hat{Var}(\bar{Z}_{(n)})}$

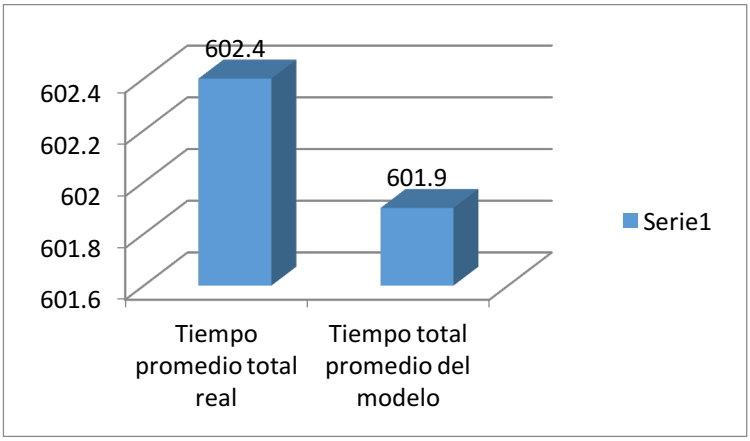
	Intervalo
	-0.8400
2.2622	
	0.8280

Al igual que con la variable anterior, en esta variable, el intervalo creado incluye al cero por lo que se concluye que el modelo es válido y que cualquier diferencia observada puede explicarse por fluctuaciones aleatorias.

Tiempo promedio total por día en el estacionamiento.

En la figura 7 se muestra el tiempo promedio que un automóvil pasa en el sistema.

Figura 7. Comparación del tiempo promedio que un vehículo pasa en el sistema original y en el modelo.



Obsérvese que los resultados son parecidos por lo que se concluye el modelo es válido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la aplicación de la metodología propuesta por Law y Kelton (2001) se construyó un modelo de simulación con SIMIO® representativo del estacionamiento de una institución superior el cual permite conocer el funcionamiento del sistema y deja la posibilidad de evaluar diferentes alternativas de mejora.

TRABAJO A FUTURO

Evaluar la redistribución de los espacios para estacionarse, así como, la ruta o rutas a seguir por parte de los vehículos para disminuir el número y por qué no evitar incidentes vehiculares. Con el modelo validado pueden probarse otras alternativas que se deseen.

CONCLUSIONES

Un estudio de simulación ayuda a imitar un sistema real mediante un modelo digital para poder conocer su comportamiento. El software SIMIO es un programa poderoso de simulación que permite realizar modelos realistas en poco tiempo. Por otro lado con la realización de la técnica t-pareada se pudo validar el modelo de simulación representativo del estacionamiento de la Institución superior.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cal y Mayor, Cárdenas. México, D.F.(1994) Ingeniería de transito. Alfaomega

Chase, R. B., F., R. J., & Aquilano, N. J. (2014). Administracion de Operaciones. Producción y cadenas de suministro. México, D. F.: McGrawHill.

Kelton, W. D., Smith, J. S., Sturrock, D. T., & Muñoz, D. F. (2012). Simio y Simulación: Modelado, análisis y aplicaciones. México D. F.: Simio LLC.

Law, A. M., & Kelton, W. D. (2000). Simulation Modelling and Analysis. Estados Unidos de America: McGraw-Hill.

López Cabrera, A. G. (2013). Aplicacion de simulación. Tierra Blanca, Veracruz: Sin Editorial.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTRUSIÓN DE ALIMENTOS COMO VENTAJA COMPARATIVA DE LAS PYMES ALIMENTARIAS DEL ESTADO DE DURANGO

GERARDO GRIJALVA AVILA[1], JOSÉ LUIS RODRIGUEZ ALVAREZ[2], JULIO CESAR GRIJALVA AVILA[3]

RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad establecer una estrategia para desarrollar oportunidades de mayor valor agregado en el sector de alimentos extrudidos, a través de un modelo integral de innovación tecnológica que permita el desarrollo de tecnologías autóctonas pertinentes al contexto nacional, para ello se analizan las tendencias de consumo alimentario en el mercado internacional, nacional y regional, a fin de identificar las oportunidades para el sector de alimentos extrudidos así como las capacidades locales en los nichos de alto valor detectados. En este trabajo se mapean y priorizan los nichos de mercado a partir de la identificación de oportunidades y capacidades de forma que se establezcan procesos para el aprovechamiento de las mismas, finalmente se pretende coadyuvar a la gestión del proceso productivo del o los productos identificados mediante el diseño de la tecnología de extrusión más adecuada.

Palabras clave: Extrusión, Alimentos, Transferencia, Innovación, Competitividad.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to establish a strategy to develop opportunities of greater added value in the extruded food sector, through an integral model of technological innovation that allows the development of own technologies pertinent to the national context, for this, the trends of food consumption in the international, national and regional markets are analyzed, in order to identify opportunities for the extruded food

[1] Universidad Politécnica de Durango. gerardo.grijalva@unipolidgo.edu.mx
[2] Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente. ng718130@iteso.mx
[3] Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango. jcgrijalva69@gmail.com

sector as well as local capacities in the high value niches detected. In this paper, market niches are mapped and prioritized based on the identification of opportunities and capacities so that processes are established to take advantage of them, finally, it is intended to contribute to the management of the productive process of the product (s) identified through the design of the most suitable extrusion technology.

KEYWORDS: *Adaptation, Innovation, Research, Sci Tech, Scientific, Technical, Technology.*

INTRODUCCIÓN

Ante un constante incremento en la población mundial pudiera pensarse que no hay más opción que intensificar la producción agrícola para lograr satisfacer la demanda alimenticia, no obstante aunque es importante contar con los volúmenes de producción que garanticen el abasto, también es necesario la valoración de una verdadera dimensión de las relaciones entre alimentación y salud, en este sentido un elemento esencial en la prevención y control de problemas de salud relacionados con la dieta es la educación alimentaria y nutricional. De gran interés resulta este tema para México puesto que ha sido catalogado como el país con la segunda tasa más alta de sobrepeso y obesidad entre los países de la OCDE (2014), en un análisis de algunos mecanismos que ha tomado el gobierno mexicano para atacar esta problemática titulado *"Impuestos en botanas. Su impacto en precio y consumo en México"* realizado por Aguilera Aburto y otros (2017), se detalla que el sobrepeso y la obesidad se han vuelto un problema de salud pública en el mundo, pero principalmente en México (OCDE, 2011; FAO, 2013; Barquera et al., 2012; INSP, 2012; García-García et al., 2008). Aproximadamente 70% de los mexicanos adultos está en esta condición; 34.5% de los niños entre cinco y 11 años y 34.9% de los adolescentes entre 12 y 19 años padecen obesidad (INSP, 2012).

Más sin embargo este planteamiento no es nuevo, aunque desde el inicio de los tiempos la humanidad ha sido consciente de qué es lo que necesitaba comer para sobrevivir, y de que algunos alimentos en determinadas circunstancias podían provocar enfermedades, no fue hasta la primera mitad del siglo XX cuando estudios nutricionales determinaron cuáles eran los nutrientes esenciales y las cantidades que de cada uno

de ellos se necesitaban, con ello comenzó una nueva era en la producción de alimentos con el consecuente incremento de las exigencias en la eficiencia, calidad y desarrollo tecnológico en los procesos productivos a través de la llamada *ingeniería de alimentos* (Maskan & Altan, 2012).

La ingeniería de alimentos es un campo multidisciplinario de las ciencias aplicadas en combinación con el conocimiento de las propiedades del producto alimenticio, el mayor impacto que se ha tenido a través de ésta es el empleo de nuevas herramientas y conocimientos, tales como ciencia computacional de materiales y nanotecnología, así como el diseño de nuevos productos y procesos. Esta constante búsqueda de tecnología en la obtención de determinados alimentos como bien pueden ser algunos productos de aperitivo, cereales para desayuno, golosinas e incluso algunos alimentos para animales ha dado como resultado un método de procesamiento conocido como extrusión (Maskan & Altan, 2012).

La extrusión se ha convertido en una importante herramienta para procesar alimentos y mejorar su digestibilidad y otros aspectos nutricionales. En este proceso es necesario contar indispensablemente con maquinaria especializada mediante la cual sea posible aplicar elevados niveles de presión y temperatura con el objetivo de que los constituyentes moleculares estén sujetos a una sucesión de tratamientos casi instantáneos. Las principales variaciones del proceso incluyen humedad, perfil de temperaturas, configuración del extrusor, velocidad de rotación de la hélice y acondicionamiento del material antes de la extrusión (Hu, Liu, Wang, Li, & Mao, 2015).

La complejidad en los equipos y procesos involucrados al procesamiento por extrusión ha derivado en un elevado costo de adquisición en nuestro País, así como de la necesidad de contar con personal especializado en la manipulación de la maquinaria y en el desarrollo de los productos. Empresas de talla internacional ofertan este tipo de equipos, siendo países como Alemania, Estados Unidos, Suiza y China los que presentan un avance significativo en esta materia favoreciendo así la generación de empleos especializados y el acaparamiento del mercado en base al “Saber-Hacer” en esta tecnología.

En México no se tiene registro de empresas dedicadas a la manufactura de extrusores de alimentos, no es así el caso para las empresas o particulares que han visto limitadas sus oportunidades de negocio al tratar de incursionar en los productos extrudidos.

SITUACIÓN ACTUAL DE LA TECNOLOGÍA DE EXTRUSIÓN EN NUESTRO PAÍS

Para impulsar la competitividad y modernización, las políticas gubernamentales comúnmente buscan apoyar a los sectores académicos, empresariales y de investigación en la detección de nuevas oportunidades de desarrollo económico, en donde la ciencia y la innovación juegan un papel importante. Uno de estos sectores es el de alimentos procesados, industria que está sufriendo transformaciones profundas y que demanda por lo mismo, nuevas soluciones tecnológicas que impacten en aspectos de salud y nutrición, al tiempo que abren nuevas oportunidades para las empresas nacionales.

Aunque en el pasado el principal énfasis se ha hecho sobre los aspectos económicos, la tendencia en la sociedad actual es hacia subrayar los problemas medioambientales. Los alimentos que no causan deterioro ambiental son no sólo más populares, sino que también son más demandados. Los objetivos actuales de la industria incluyen procesar los alimentos de forma que se maximice la eficacia de la producción animal, para liberar recursos hacia el consumo humano, se reduzca la producción de residuos contaminantes y se elimine la transmisión de enfermedades en la cadena alimentaria. Las nuevas tecnologías alimentarias buscan en el procesamiento de los alimentos un equilibrio entre seguridad, conveniencia y sabor, en este sentido los métodos de procesamiento se han diversificado e incluso se han adoptado tecnologías ya existentes aplicadas en su momento a otro tipo de procesos industriales.

La tecnología de extrusión, bien conocida en la industria del plástico, ha venido siendo utilizada ampliamente en la industria de procesamiento de agro-productos donde es llamada extrusión-cocción, y donde ha sido empleada para la producción de los llamados alimentos especiales, dentro de la ingeniería de alimentos. En términos generales, la extrusión-cocción del material alimenticio, como por ejemplo vegetales, se obtiene con la extrusión del material molido en crudo bajo ciertas condiciones baro-térmicas. Esto con la ayuda de la energía de cizalla, ejercida por un husillo giratorio

dentro de un barril al cual se le aplica una anergia térmica adicional, y que en conjunto provoca que el material expuesto a este proceso alcance un punto llamado de fusión o plastificación (Moscicki, 2011). Durante estos cambios de estado reológico, el alimento es transportado a una elevada presión a través de uno o varios troqueles, en donde por acción de la diferencia de presiones entre el interior del barril y el medio ambiente, el producto se expande hasta su forma final. Esto resulta en una amplia gama de propiedades físicas y químicas de los productos extrudidos dependiendo principalmente de las características iniciales del material primario empleado (Nieblas, 2015).

Los extrusores de alimentos pertenecen a la familia de los equipos HTST (alta temperatura en tiempos cortos), capaces de desarrollar tareas de cocción a muy altas presiones. Esto es ventajoso tanto para el alimento orientado al consumo humano como para los piensos para el consumo animal, ya que el exponer el alimento primario a dicho proceso evitará los efectos indeseables en la desnaturalización de proteínas, aminoácidos, vitaminas, almidones y enzimas, etc (Riaz & Rokey, 2012).

Los aspectos físico-tecnológicos tales como la transferencia de calor, de masa y momento, tiempo de residencia y la distribución del tiempo de residencia tienen un fuerte impacto en las propiedades del alimento y piensos durante la extrusión-cocción y pueden influir drásticamente en la calidad del producto final (Maskan & Altan, 2012). Un extrusor-cocedor es considerado como en reactor de proceso (Moscicki, 2011), en el cual el diseñador a definido los requisitos de operación considerando la presencia de cierta distribución de un husillo, el uso de elementos de mezclado, las tolerancias entre el husillo y el barril, la potencia del motor instalado, el calentamiento del barril y la capacidad de cocción así como el control de la reacción del alimento y piensos. El uso adecuado de estos factores permiten obtener la transformación del adecuada del producto debido al calentamiento, por ejemplo la desnaturalización de proteínas en presencia de agua y la ruptura de almidones, ambos afectados por los efectos combinados de calentamiento y cizalla (Miranda et al, 2014). Actualmente, la extrusión-cocción es usada para la manufactura de diversos productos alimenticios, que van desde los más simples como aperitivos, pasta y harinas pre-cocidas, cereal para desayuno, concentrados instantáneos, hasta los de mayor complejidad de

procesamiento como los análogos de carne, confitados, alimentos para animales, y productos para la industria farmacéutica (Paraman et al, 2015).

Aunque el proceso de extrusión tiene diversas aplicaciones en la industria alimenticia, su uso queda restringido en la mayoría de los casos a empresas con el capital suficiente como para absorber los elevados costos por la adquisición de los equipos asociados al proceso.

Tratándose de empresas innovadoras en búsqueda de alimentos funcionales a partir del proceso de extrusión, estos pueden resultar ser no valorizados por el consumidor al no contar con un estudio de las tendencias y oportunidades para el sector de los alimentos procesados.

OPORTUNIDADES DE NEGOCIO EN EL SECTOR DE PRODUCTOS EXTRUDIDOS

La tecnología de extrusión-cocción ha venido incrementando su popularidad en los procesos industriales agroalimentarios a nivel mundial, particularmente en los sectores de alimentación humana y animal puesto que permite implementar a escala industrial la manufactura de productos alimenticios aprovechando los materiales disponibles localmente y soportándose en detallados estudios económicos basados en condiciones domesticas (Moscicki, 2011).

Actualmente los métodos de extrusión-cocción son usados para procesar diversos productos alimenticios, que van desde los más simples como las botanas expandidas hasta los ya conocidos sustitutos cárnicos los cuales requieren de procesos más especializados.

De entre los productos extrudidos de mayor popularidad se pueden incluir los siguientes:

- Botanas extrudidas directamente (RTE, por sus siglas en ingles), Incluyen las hojuelas y una variedad de cereales para desayuno con una diversidad de formas, colores y sabores, además de ser fácilmente manejables en términos de producción.
- Botana Peletizada, productos intermedios destinados a ser freídos o a ser expandidos mediante aire caliente, las pastas pre-cocidas entran en esta categoría.

- Alimento pediátrico, harinas pre-cocidas, concentrados instantáneos, componentes funcionales.
- Proteína vegetal texturizada, como la soya y otras oleaginosas, que pueden ser usadas en la producción de sustitutos cárnicos.
- Productos de panificación, crutones, aprovechamiento de migajas de pan, purés y pastas.
- Productos procesados baro-térmicamente para la industria farmacéutica, química, papelera y de fabricación de cerveza.
- Confitería, diferentes tipos de dulces y chicles.

Recientemente ha tenido un auge importante el alimento para mascota y los alimentos especializados para la producción acuícola, en ambos casos es posible la implementación de la tecnología de extrusión, particularmente en el Estado de Durango existen estudios que sugieren una necesidad especifica en la disminución de los costos de producción acuícola derivados de la adquisición de alimentos balanceados (Mar et. al, 2012) así como del desarrollo de maquinaria y equipo para poder escalar a nivel industrial los paquetes tecnológicos donde se expone el aprovechamiento de frijol y de maíz a través de la “Elaboración de crutones de ajo y cebolla a partir de Mezclas de maíz-frijol extruído” (Velasco et al, 2012, p. 180) o el “Desarrollo de una bebida proteínica en polvo a partir de Mezcla de harinas de maíz y frijol extruídas” (Velasco et al, 2012,p. 187), solo por sitar algunos.

Es evidente que la cocción por extrusión ofrece la oportunidad de utilizar materias primas que no se han mostrado anteriormente como de gran importancia económica o incluso han sido consideradas como residuos. Esto hace que la cadena productiva exija por sí misma una armonía entre sus diferentes fases, a fin de lograr satisfacer las necesidades del cliente, en este sentido las tendencias a nivel global, si bien sirven como referencia para entender el comportamiento de la industria a futuro, también reflejan ideologías que adoptarán los mercados regionales y que en la actualidad apuntan a temas como los alimentos de conveniencia (slow food, fast food) y los funcionales (nutracéuticos, transgénicos, etc.) y todos aquellos bajo una perspectiva de consumo en el autocuidado y una alimentación personalizada (Micha, 2013).

Al ser un alimento procesado, los productos extrudidos se ubican en un sector complejo ya que se entrelazan con otras ramas como lo es la agricultura, la logística, la investigación y desarrollo, solo por mencionar algunas. De importancia práctica es el hecho de que el proceso en cuestión se puede implementar con un adecuado proyecto de innovación y desarrollo tecnológico, tal que permita además de una facilidad en su operación, el contar con la robustez adecuada como para garantizar la búsqueda de nuevos e innovadores productos a las empresas que incursionan en el uso de esta tecnología.

ASPECTOS INGENIERILES DE LA EXTRUSIÓN DE ALIMENTOS.

Existen dos categorías principales de factores que juegan un rol clave durante el proceso de extrusión-cocción; aquellos relacionados a los tipos de materiales procesados, y a los derivados de las características técnicas y operacionales del extrusor.

Los factores más importantes en la primer categoría son las mezclas, viscosidad y composición química de la materia prima, mientras que para la segunda son el índice de compresión y la configuración del husillo, su velocidad rotacional, temperatura del proceso y el nivel de presión aplicado en el barril. El alcance del ajuste de los factores de la segunda categoría incluye la densidad de flujo, la temperatura del proceso y el tamaño del dado de salida.

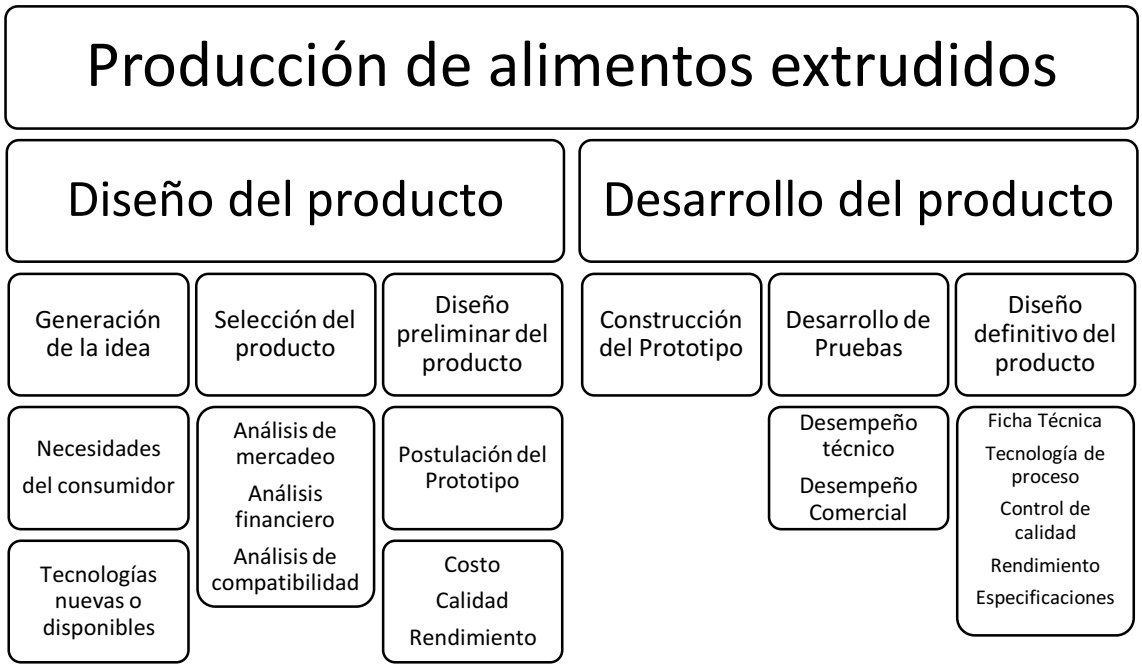
Todos estos factores están en estrecha correlación entre sí y tienen un impacto decisivo en la calidad del producto extrudido. Sus relaciones mutuas son el tema de varias deliberaciones teóricas, particularmente para el material vegetal donde comúnmente se presentan fluidos no newtonianos debido a la gran variedad de características reológicas de la materia prima.

METODOLOGÍA DE DISEÑO DE PRODUCTOS EXTRUDIDOS

El diseño del producto es un prerrequisito para la producción al igual que el pronóstico del volumen. El resultado de la decisión del diseño del producto permite la selección de la arquitectura del extrusor, potencia, balance de entrada y salida de materiales, nivel de automatización y periféricos complementarios. Las etapas del diseño y desarrollo

del producto extrudido se muestran en el mapa conceptual de la figura 1, según su orden de ejecución y articulación entre las mismas, es posible precisar que tanto en la fase de diseño y desarrollo productos extrudidos un elemento muy importante es contar con la tecnología de extrusión más adecuada para garantizar la o las corridas de validación tal que el nuevo producto junto con el nuevo proceso cumplan con su intensión de diseño.

Figura 1.- Metodología de diseño de un producto extrudido.



Fuente: adaptación propia.

PRODUCCIÓN PRIMARIA EN DURANGO VIABLE PARA LA GENERACIÓN DE VALOR MEDIANTE LA TECNOLOGÍA DE EXTRUSIÓN-COCCIÓN.

En el desarrollo de distintos productos alimenticios a base de cereales y oleaginosas, existe la tendencia de presentarlos en estado pre-cocido, para su consumo directo ó de fácil preparación (Cuggino, 2008). Si consideramos que el Estado de Durango es considerado como uno de los principales productores de frijol (Fira, 2016) ocupando el segundo lugar nacional solo después de zacatecas, al año 2017, se presenta como una oportunidad de negocio el procesamiento de este producto puesto que el consumo anual per cápita nacional se reporta al año 2017 de 9.9 kg. En la última década se ha incrementado notablemente la demanda de cereales pre-cocidos (Harper, 1992; Dos

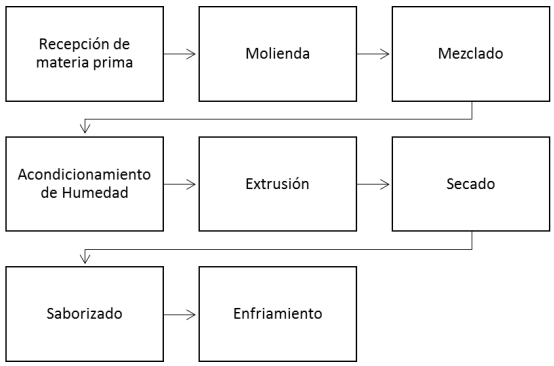
Santos Fernández, et al, 2002). Los cuales se consumen en forma de “snacks”, cereales para el desayuno, bases para sopas cremas, papillas, etc., siendo el maíz el cereal más utilizado para este tipo de productos, por lo que nuevamente nuestro estado cuenta con áreas de oportunidad al ocupar el XX nacional en producción de maíz, aunado a lo anterior existe el interés de incorporar legumbres para mejorar las propiedades nutricionales (Bouzaza, 1996; González, et al, 2000).

El notable cambio en el comportamiento del consumidor que lo induce a adquirir alimentos con mayor valor agregado. La comodidad de los productos pre-elaborados y el ahorro de tiempo conjuntamente con la novedad y la variedad en texturas, sabores, características nutricionales, y tamaños, que son posibles obtener con la tecnología de extrusión, son utilidades que el consumidor moderno reconoce como necesarias y está dispuesto a pagar el mayor valor que estos productos tienen respecto a los alimentos tradicionales a base de cereales (González et al, 2002).

PROCESO DE EXTRUSIÓN DE ALIMENTOS.

La extrusión es un proceso que involucra el transporte de un material, bajo ciertas condiciones controladas, forzándolo a pasar por una boquilla de una dada geometría y con un caudal masivo pre-establecido, durante este transporte se produce la cocción parcial o total de los componentes de la mezcla (González, et al 2002), el proceso propuesto es mostrado en la figura 2, aunque la mayoría de los extrusores comerciales integran en un mismo equipo las fases de mezclado, acondicionamiento de humedad y extrusión para efectos de reducción de costos y una mejor maniobrabilidad del equipo se optará por el desarrollo de dichos equipos por separado.

Figura 2.- Diagrama de flujo del proceso de extrusión propuesto.

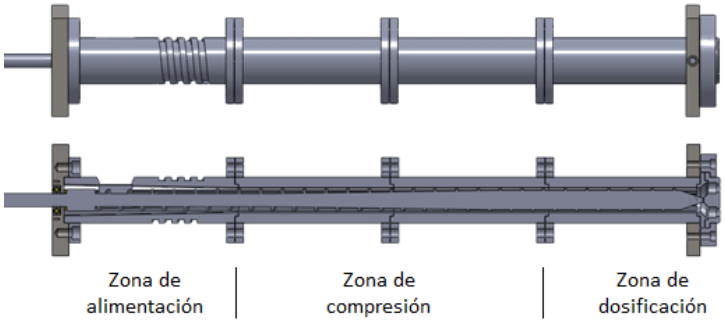


Fuente: adaptación propia.

ELEMENTOS BÁSICOS DEL TIPO DE EXTRUSOR PROPUESTO

Existe una amplia variedad de extrusores los cuales se caracterizan no solo por la complejidad de los diseños, sino también por el grado de sofisticación en los sistemas de control de la operación. Pueden destacarse, los de doble husillo y los mono-husillo particularmente llamados de bajo costo tal como el diseño “Brady” (Harper, 1981). En el extrusor mono-husillo que proponemos para operación normal de cocción se pueden encontrar tres secciones: alimentación, compresión y sección de bombeo, figura 3.

Figura 3.- Extrusor cocedor y corte transversal para mejor apreciación, está compuesto por un barril con tres zonas y un husillo cuya profundidad decrece gradualmente para lograr la compactación del material.



Los límites de estas zonas no son fijos, sino que dependen del diseño y de las condiciones operativas. El material, que debe poseer una granulometría adecuada y uniforme, y con humedades que varían entre 10 y 35%, entra en la zona de alimentación y es transportado por acción del husillo, para asegurar que este mecanismo se verifique, la superficie del cilindro del extrusor cocedor lleva estrías longitudinales, figura 4, mientras que la superficie del husillo esta pulida, en esta parte posee filetes más profundos para compensar el cambio de volumen que se produce en la zona o sección de compresión, figura 5, asegurando el caudal másico que sale a través de la boquilla.

El flujo sólido se va transformando hasta convertirse en flujo viscoso, mediante el cual la energía mecánica se disipa (Cuggino, 2008).

El grado de interacción y de modificación estructural dependerá de las variables de operación. Esta sección asegura un flujo uniforme a través de la boquilla.

Figura 4.- Detalle de las estrías internas de una de las secciones del barril.

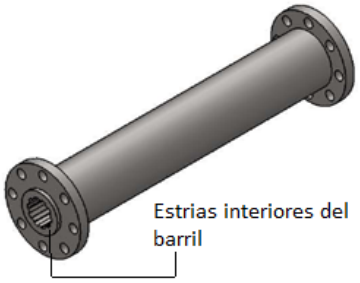


Figura 5.- Husillo de rosca completa, con profundidad del canal variable, de paso constante.

Cuando la masa la atraviesa, la presión es liberada súbitamente permitiendo que el agua, en estado líquido sobrecalentada, se evapore instantáneamente, produciendo la expansión del material y dándole la típica estructura porosa.

VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE EXTRUSIÓN

Para el caso de extrusores mono-husillo, las variables más importantes para determinar el grado de cocción del material son; la humedad, temperatura, diámetro de la boquilla, y la relación de compresión del tornillo. El control del proceso es complicado debido a la compleja relación entre la transferencia de energía térmica y la cantidad de movimiento, acopladas con las complejas transformaciones físico-químicas que gobiernan las propiedades del producto, por tal motivo se establece la forma en que se interrelacionan las variables más significativas, figura 6, con el proceso en una forma estática y/o dinámica, esto con el objeto de proporcionar un panorama más amplio para realizar los análisis correspondientes.

Figura 6.- Variables más importantes en el proceso de extrusión, fuente: adaptación propia.

CONCLUSIONES

La Figura 7 muestra el esquema del extrusor propuesto en este trabajo. Es un extrusor mono-husillo con relación largo-diámetro igual a 31. Está equipado con un sistema de control de revoluciones del husillo al tiempo que protege al equipo de posibles sobrecargas. Las temperaturas de las zonas del cañón extrusor se meden a través de sondas que envían la señal a una serie de controladores automáticos que regulan dicha variable al valor seleccionado por el usuario, de igual forma pueden activar sendos ventiladores centrífugos que evacuan rápidamente el calor en caso de sobrecalentamiento del sistema.

Se cuenta además de un centro de carga y distribución de potencia eléctrica el cual cumple con las normas aplicables en este ramo, el acomodo de los dispositivos de mando tales como botoneras, indicadores, selectores y paros de emergencia se hacen en función de un estudio ergonómico y de seguridad en maquinaria.

Se propone un sistema de dosificación externo, el cual consta de una tolva de alimentación de la materia prima de velocidad variable, que opera en forma solidaria con el control del husillo, de esta manera en caso de ocurrir un atasco en el interior del

cañón extrusor de forma automática dejara de alimentarse la materia prima a la zona de alimentación.

Figura 7.- Diseño final del extrusor, fuente: Diseño propio, realizado en software CAD/CAM

Se recomienda como fase final, realizar un análisis de evaluación de los parámetros de extrusión y de las características del expandido sin moler que incluya; la determinación del caudal másico, el consumo específico de energía y su relación con la expansión del producto, la densidad y la evaluación sensorial así como también la dureza mecánica del producto final. Si se tiene el interés de producir harinas pre-cocidas se deberá de determinar su solubilidad en agua y la viscosidad de la dispersión de harina como indicadores de calidad en la misma, por último y no menos importante es necesario contar con la evaluación de las características nutricionales abaladas por laboratorios certificados.

La correcta justificación en el uso de la tecnología de extrusión debe darse cuando se conocen todos los ingresos y egresos propios del proyecto. Se deben analizar los valores del VPN, TIR, PRI y RCB para determinar si el proyecto es viable económicamente para la empresa alimentaria que decida implementarla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilera Aburto, N., Rodríguez Aguilar, R., Sansores Martínez, D. N., & Gutiérrez Delgado, C. (2017). Impuestos en botanas. Su impacto en precio y consumo en México. *Trimestre Económico, 84(336)*, 773-803.

Barquera, S. I. (2012). *Evidencia para la política pública en salud. Obesidad en adultos:los retos de la cuesta abajo", Instituto Nacional de Salud Pública, Secretaría de Salud,* . Obtenido de http://ensanut.insp.mx/doctos/analiticos/ObesidadAdultos.pdf

Bouzaza, D., & Arhaliass, A. a. (1996). Die design and dough expansion in low moisture extrusion cooking process. *Journal of Food Engineering , 29(2)*, 139-152.

Cuggino, M. (2008). *Desarrollo de alimentos precocidos por extrusión a base de maíz-leguminosa.* Santa Fe: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA.

Dos Santos Fernandez, M., Wang, S., & Ascheri, M. C. (2002). Productos extrusados expandidos de misturas de canjiquinha e soja para uso como petiscos. *Pesq agropec bras Brasilia 37(10)*, 1495-1501.

FAO. (2013). *"The State of Food and Agriculture", Naciones Unidas, Roma.* Obtenido de http://www.fao.org/docrep/018/i3300e/i3300e.pdf

Fira. (2016). *Panorama Agroalimentario Frijol 2016.* México: Fideicomisos Instituidos en relacion a la agricultura.

García-García, E., Llata-Romero, M. D., Kaufer-Horwitz, M., M. T. Tusié-Luna, R., L. Orozco, D. V.-F., Rosas-Peralta, M., . . . Sotelo-Morales, J. (2008). La obesidad y el síndrome metabólico como problema de salud pública. Una reflexión. *Salud Pública de México, vol.50, núm. 6,* , 530-547.

González, R., Torres, R. L., & De Greef, D. (2002). Extrusión-Cocción de Cereales. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos 36(2)*, 104-115.

González, R., Torres, R., & Añón, M. (2000). Comparison of rice and corn cooking characteristic before and after extrusion. *Polish Journal of Food and Nutrition Science. 9(50),1*, 29-54.

Hu, M. L. (2015). Effects of extrusion parameters on physicochemical properties of flaxseed snack and process optimization. *International Journal Of Agricultural & Biological Engineering, 8(5),*, 121-131.

Hu, M., Liu, Y., Wang, L., Li, D., & Mao, Z. (2015). Effects of extrusion parameters on physicochemical properties of flaxseed snack and process optimization. *International Journal Of Agricultural & Biological Engineering, 8(5)*, 121-131.

INSP. (2012). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados nacionales*. Obtenido de http://ensanut.insp.mx/informes/ENSANUT2012ResultadosNacionales.pdf

Mar, C. L., Navarrete, C. S., Lopez, J. A., & Carreón, J. (2012). *Estrategias para lograr rentabilidad en granjas de trucha.* Durango, México.: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

Maskan, M. &. (2012). Advances in food extrusion technology. . .

Maskan, M., & Altan, A. (2012). *Advances in food extrusion technology. .* FL, E.U : CRC press Taylor & Francis Group. .

Micha, E. (2013). *ESTUDIO DE TENDENCIAS Y OPORTUNIDADES PARA EL SECTOR DE ALIMENTOS PROCESADOS DEL ESTADO DE MÉXICO.* Estado de México: Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología.

Miranda et al, R. j. (2014). Efecto de la concentración de harina de frijol (Phaseolus vulgaris L.), contenido de humedad y temperatura de extrusión sobre las propiedades funcionales de alimentos acuícolas. *Revista mexicana de ingeniería química, 13(3)*, 694-663.

Moscicki, L. (2011). *Extrusion-Cooking Techniques.* Weinheim, Germany: WILEY VCH Verlang & Co. KGaA.

Nieblas, D. e. (2015). Elaboration of functional snack foods using raw materials rich in carotenoids and dietary fiber: effects of extrusion processing. *Cyta: Journal Of Food, 13(1)*, 69-79.

OECD. (2011). *Health at a Glance 2011: OEDC Indicators*. Obtenido de http://www.oecd.org/els/health-systems/49105858.pdf

Paraman et al, I. (2015). Agro-food industry byproducts into value-added extruded foods. *. Food & Bioproducts Processing: Transactions Of The Institution Of Chemical Engineers Part C.*, 9678-85.

Riaz, M. N., & Rokey, G. J. (2012). *Extrusion Problems Solved: Food, Pet Food and Feed. .* Cambridge, UK: WoodHead Publishing.

Velasco González, O. H., Loera, L. L., Gómez, S., & Pajarito, A. (2012). ELABORACIÓN DE “CRUTONES” DE AJO Y CEBOLLA A PARTIR DE MEZCLAS DE MAÍZ-FRIJOL EXTRUÍDO. *Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química AMIDIQ*, 186.

IMPLEMENTACIÓN DE MATERIAL EN LA FABRICACIÓN DE FIGURAS ESTACIONALES EN LA EMPRESA "HERRERÍA BAUTISTA Y ADORNOS NAVIDEÑOS" PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN Y LAS VENTAS.

VÍCTOR ALFONSO BAUTISTA RUIZ[1], YAEL JORGE GARCÍA ABARCA[2], RUBÉN HURTADO GÓMEZ[3]

RESUMEN

El estudio hace referencia a las variaciones de las características del sistema de producción, revelando el cambio en el desarrollo dentro del ámbito productivo en las instalaciones como en organización y métodos de trabajo, permitiendo un enfoque a la resolución de los problemas que se generen en los procesos.

La implementación del cambio de materia prima es de suma importancia para el desarrollo de los procesos dentro del área de trabajo, los costos que implica el cambio de materia generando efectos en el precio de ventas del producto. Tomar en cuenta el comportamiento del mismo dentro de los procesos para ofrecer un producto de calidad al cliente que adquiere el producto.

La implementación de algunas filosofías del Kaizen mejora continua dentro del lugar de trabajo realizando un cambio en la actitud de trabajo logrando un beneficio tanto para el personal y la empresa logrando así un crecimiento notable durante los últimos años, eliminando actividades innecesarias o retrocesos en los procesos de fabricación del producto.

Aplicación y uso de las tecnologías para la creación de un sitio web, con la finalidad de dar a conocer el producto por medio de las estrategias comerciales digitales interactuando de una manera más rápida con los clientes que deseen conocer el producto, tomando en cuenta opiniones para la mejora de resultados.

Palabras clave: Implementación, Proceso, Optimización, Ventas, Tecnología.

[1] Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán. alfoncho.021@gmail.com
[2] Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán. rinnie_dio2@gmail.com
[3] Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán. rubenhg11@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El taller inicia en la fabricación de productos de alambrón en el año 2006 con una sola línea de productos con la finalidad de ser parte de un mercado de productos para uso comercial (productos navideños), tomando en cuenta la importancia de este tipo de productos en la temporada.

Los clientes se vuelven cada vez más exigentes y la competencia se hace notar por lo que fue necesario agregarle un diferenciador al producto ante la competencia, creando un marco en que la necesidad de mejorar el rendimiento operativo y el logro de la eficiencia se transforman en un imperativo estratégico.

Así Surgieron distintas ideas y enfoques, tales como la implementación del Kaizen beneficiando en los procesos de producción que se realizaban, observando también un desplazamiento del centro de interés de los sectores comerciales de las empresas, desde la promoción al Marketing de atención al cliente.

También la implementación de metodologías ha permitido definir estrategias de control y mejorar los procesos dentro de la empresa de forma complementaria o independiente. Dentro de las responsabilidades se encuentra el análisis de equipos, estimación de costos de mantenimiento y evaluación de alternativas, asegurar la optimización de la estructura de organización para el mantenimiento, aplicación de la programas y gestión de proyectos, previsión de piezas de repuesto, evaluación de las habilidades necesarias que se requieren para el personal de mantenimiento, evaluación de los riesgos de seguridad asociados con el mantenimiento de equipos, entre otros.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El taller durante 5 años consecutivos mantiene una venta constante de 500 piezas aproximadamente durante el mes de noviembre y diciembre con un solo diseño de alambrón de ¼, con una producción constante de 15 unidades por día contando con 3 personas laborando en el taller.

Como ya se mencionó la empresa se dedica a la fabricación de productos de estacionalidad para su uso comercial en la temporada de invierno la cual no solo cuenta con una sola línea de productos, haciendo desde diseños ya establecidos o

personalizados para la fabricación de nuevas ideas de los clientes que adquieren el producto durante la temporada.

El producto que se analizó fue el de mayor demanda durante la temporada el cual tiene más procesos de manufactura por lo que generaba más tiempo y costos (mano de obra) para su fabricación, anteriormente la materia prima para la elaboración de este producto era alambrón de ¼, el cual se adquiere en kilos o toneladas y su composición eran en rollos por lo que generaba un proceso más en una máquina para hacer tiras de 6 metros.

El análisis que se desarrollo es desde el momento de la adquisición de la materia prima así como su composición para el desarrollo de los procesos para su fabricación para el producto terminado, por otro tomaremos en cuenta el costo de la materia prima y el impacto que tiene para el precio de venta para el consumidor.

Por otra parte, hacer uso de la tecnología sitio web para promocionar su producto y con esto incrementar las ventas, como estrategia para la búsqueda de nuevos clientes y generar una mayor comercialización del producto, reforzando la presencia del mercado.

ALAMBRÓN DE ¼. PARA LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DEL PRODUCTO LLEVA LOS SIGUIENTES PASOS:

El proceso está dividido en varias etapas; requerimiento o pedido de la materia prima, entrega y almacenamiento de la materia prima, posicionamiento y colocación de la materia prima en máquina, cortes especificados de la materia prima, proceso de moldeado, soldadura, enderezado de las piezas, ensamble de las piezas, almacenamiento, pintura.

Requerimiento o pedido de la materia prima: el requerimiento de la materia prima se genera de 1 a 3 días hábiles para su compra con el proveedor, de esta manera se previene al proveedor para tener la cantidad de materia prima demandada que va desde 2 a 3 toneladas.

Almacenamiento de la materia prima: el almacenamiento de la materia prima es importante, pues el no otorgarle un lugar especificado genera su descomposición como oxidación, mal aspecto, deformidad de los rollos al momento de utilizarlos en la máquina.

Posicionamiento y colocación de la materia prima: para el proceso de enderezado de la materia prima requiere de dos operarios, pues los rollos que se colocan en la máquina son de aproximadamente de 150 kilos para el torno donde va a girar el rollo para desplazarse hacia la máquina colocando lo hacia los rodillos donde se va enderezando hasta su posicionamiento en la cuchilla para su corte.

Especificación del corte de la materia prima: uso de la máquina para el enderezado de la materia prima. Para la elaboración del producto requiere de 15 cortes especificados de acuerdo a las dimensiones del producto los cortes se realizan en serie, según sean las piezas a fabricar, durante el proceso, cada uno de los cortes se colocan en lugares especificados para no generar pérdidas de material durante el proceso de los cortes, de acuerdo a sus dimensiones.

Proceso de moldeado: el proceso de moldeado requiere de tiempo pues la materia prima utilizada (alambrón de ¼) generara dificultades para poder manipularlo durante el proceso, cada pieza que se corta lleva un proceso de moldeado de los 15 cortes cada uno se coloca en molde especificado, en este proceso el operario cuenta con (EPP) para su protección de las manos en el momento de moldear cada corte, este proceso de moldeado se realiza en serie, de acuerdo a la cantidad de cortes por molde durante el proceso.

Soldadura: cada una de las piezas que pasan por el molde deben ser soldadas para darle forma a la pieza que se necesitan para la composición del producto final, el operario de debe contar con (EPP) para reducir los riesgos en el proceso de soladura y o afecte a su físico, el proceso de soldadura se realiza en serie cada vez que acaban las piezas de cada molde, para reducir tiempos ociosos. (D., 2007)

Enderezado de las piezas: para que el producto terminado tenga un buen aspecto, esta etapa es muy importante para que cada pieza que fue moldeada lleve un proceso de enderezado para darle una mejor forma a la pieza y así evitar deformidades de cada uno de los componentes que lleve la pieza, para así brindar un producto de calidad.

Ensamble de las piezas: de los 15 cortes establecidos cada uno de ellos son fundamentales para la composición del producto, el ensamble se realiza por partes de acuerdo al moldeado de cada pieza, los ensambles se realizan en serie de acuerdo a

sus dimensiones o forma, para posteriormente la unión de todas las partes, y de esta manera obtener el producto terminado.

Almacenamiento: el almacenamiento del producto terminado es fundamental si es producción en serie, para evitar un mal posicionamiento, o acomodo del producto durante producción, tomando en cuenta que el lugar de almacenamiento no cuente con lugares húmedos.

Pintura: el proceso de pintado se hace cada vez que la cantidad de piezas almacenadas supera las 50 unidades, la pintura utilizada es de aceite, secado rápido para una mejor presentación del producto, el operador encargado de este proceso debería contar con (EPP) para reducir los riesgo de accidentes durante el pintado de cada pieza, para este proceso el tiempo y estado clima juega un papel importante.

CONSECUENCIAS DEL PROCESO

- Desperdicio de la materia prima
- Trabajo excesivo
- Reclamos de los clientes
- Retrasos en la operación
- Fuera de los objetivos de la producción
- Cortes fuera de especificación
- Demanda mayor a la productividad
- Reclamos de los clientes
- Mal control y organización de la MP y herramienta

Cambio de materia prima redondo pulido 3/16 y Optimización de operaciones en línea de producción para incrementar la productividad y disminuir desperdicios.

OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis de la materia prima utilizada en el proceso de elaboración, tomando como base sus costos e impacto en el precio de venta para sus consumidores, por otra parte tomar en cuenta condiciones actuales del taller, de esta manera Implementar la metodología para optimizar los procesos e incrementar

la productividad, para un mejor control y organización de los procesos con los que cuenta el taller, obteniendo una mejora continua.

INCREMENTO DE VENTAS POR OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS Y CAMBIO DE MATERIAL.

El analizar los componentes de la materia prima a utilizar redondo pulido 3/16 así como su costo del producto terminado deberá ser de suma importancia para brindar un producto de calidad, en la elaboración de los diferentes diseños, tomando en cuenta sus composiciones como acero pulido e inoxidable.

Posteriormente definir el comportamiento del mismo en proceso real de producción en cada moldeado de las piezas, así como manipulación dentro del proceso del doblado de cada una de las piezas para su ensamble en el producto terminado para su venta, posteriormente realizando estas pruebas en cada uno de los productos verificando la calidad de la materia prima dentro del proceso.

El implementar una metodología para la optimización de procesos para aumentar la productividad será de gran importancia ya que el taller no contaba con una organización en cuestión de equipo, herramientas, y materiales. Por lo que esto genera problemas laborales dentro del taller, con esto se pretende organizar los diferentes recursos con los que cuenta, tendrá un impacto en la productividad dado que cuando no hay libertad para moverse en el área de trabajo y habrá estandarización tanto de herramientas y productos que se elaboren en corto, medio y a largo plazo. Se identificarán zonas de acuerdo al requerimiento que tenga (almacén tanto de material, de productos y para trabajar).

IMPLEMENTACIÓN DEL KAIZEN EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN.

El significado de la palabra japonesa viene de dos partes muy importantes:

- **Kai:** Romper en partes e investigar.
- **Zen:** Mejorar la situación existente.

La palabra Kaizen se define como una mejora continua, obteniendo resultados positivos en los procesos de producción. Cambiando nuestra forma de pensar dirigir y planear al momento de diseñar los nuevos procesos de manufactura para así brindar un buen servicio a los clientes. (RAMOS G., DICIEMBRE 2001).

Figura 1 progreso y tiempo (mejora continua)

Aplicación de sistemas visuales para poder desarrollar una forma rápida para que el operario pueda localizar sus herramientas a utilizar en cada proceso, organizando de la misma manera los procesos de la producción de producto.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO SOCIAL

Una de las filosofías a comprender es el **TPM** para empezar revisar las situaciones en las que se encuentran cada máquina y el cumplimiento para lograr la producción, y así analizar para que la producción no se vea interrumpida, mediante la limpieza general, inspección, resolviendo los problemas de raíz brindando una solución más concreta corrigiendo desde raíz. (Máquina de soldar, dobladora de alambrón, careta eléctrica, cortadora de metal, etc). Características:

- Acción de mantenimiento
- Mejora en la efectividad en las operaciones
- Intervención significativa
- Utilización del conocimiento que posee personal sobre el equipo

FILOSOFÍAS DE KAIZEN APLICACIÓN DE LAS 5´S

Separar lo necesario con lo innecesario.

El concepto del origen japonés de las 5’S se refiere a la creación de metodologías para el mantenimiento de áreas de trabajo, lo cual nos llevará a tener áreas más limpias, seguras, visualmente serán más organizadas. El orden y la limpieza son principios necesarios para la implementación de estas herramientas para la mejora continua y formar entornos de trabajo más productivos. (NORMALIZACION, MAYO 2013)

Identificar elementos, herramientas o máquinas de acuerdo a su utilidad dentro de un área de trabajo, lo necesario con lo innecesario dentro de un sector de trabajo.

Analizar los pasos a seguir

- Concepto de las 5's
- Planeación y preparación del entorno.
- Implementación.
- Beneficios.
- Mejoras y evaluación. Ventajas de las 5`s
- Seguridad
- Calidad
- Eficiencia
- Eliminación de desperdicios

(Asesorias Industriales Sabala, septiembre -diciembre 2017)

CLASIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y MATERIALES.

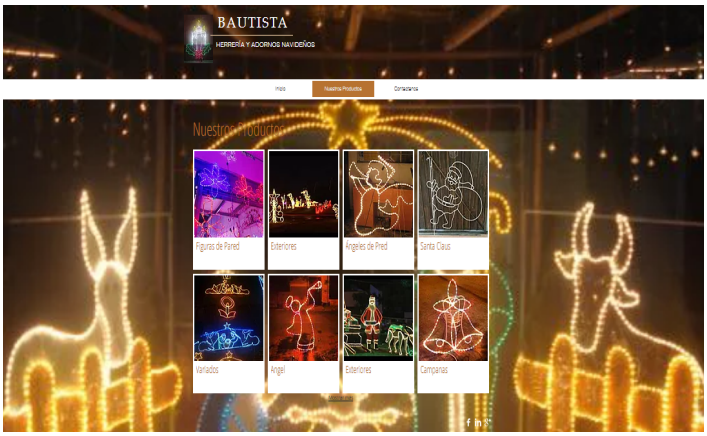
Figura 2 ciclo de herramientas, equipo y material

INCREMENTO DE VENTAS POR LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS.

El reducir los costos de producción es uno de los principales objetivos de la metodología, para un beneficio en el resultado económico, reduciendo estos costos en los altos niveles de producción, eliminando los desperdicios generados en los procesos de manufactura.

La creación de un sitio web contribuyó a la mejora de la competitividad dentro del mercado para un crecimiento considerable en las ventas, iniciando ventas en el año 2016 durante los meses de septiembre a diciembre incrementando sus ventas a 1500 piezas por la temporada.

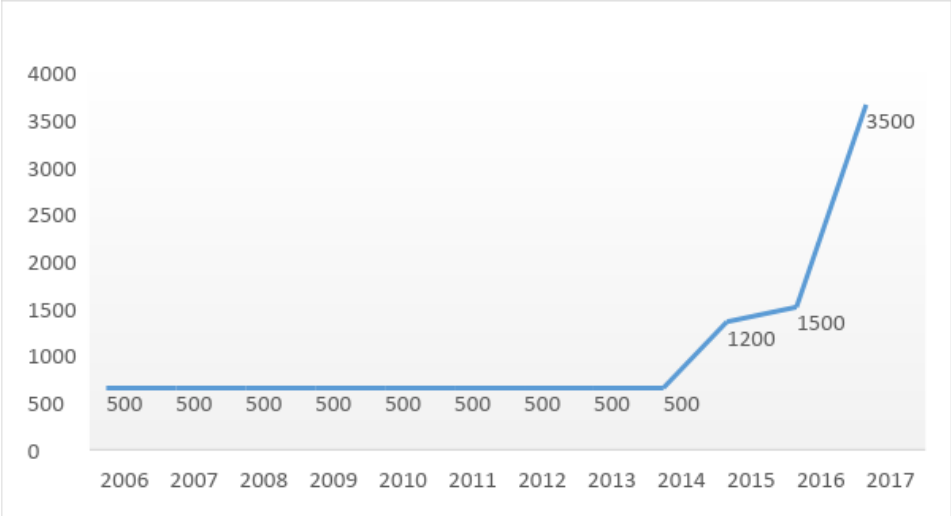
Figura 3.

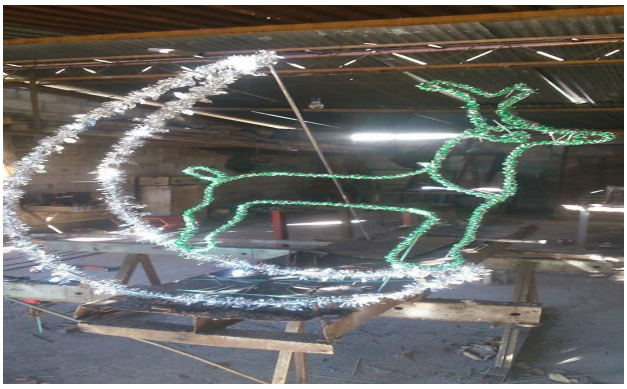


Fuente: página web http://namelessyosu.wixsite.com/herreriabautista/nuestros-productos.

RESULTADO DE VENTAS MAYOR A LO ESPERADO.

En el año 2017 da un incremento en las ventas a 3000 piezas por temporada, esto se logró gracias al uso de las estrategias de marketing comercial y digital.





Referencias Bibliográficas

Asesorias Industriales Sabala. (septiembre -diciembre 2017). Inovacion Competitiva Decalogo de Buenas Practicas. *Revista escuela administracion de negocios*, 3.

D., M. A. (2007). *EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL.* MEXICO: dchs.

Espinisa, R. (s.f.). Marketing Strategist. *Speaker habitual en eventos de marketing y empresa.*

NORMALIZACION, D. D. (MAYO 2013). *METODOLOGIA DE LAS 5`S.* CIUDAD DE MEXIXO: INSTITUTO POLITECNOCO NACIONAL.

RAMOS G., J. C. (DICIEMBRE 2001). *OPTIMIZACION DE OPERACIONES EN LINEAS DEPRODUCCION PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD Y DISMINUIR LOS DESPERDICIOS.* MONTERREY N.L: UNIVERCIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

ANEXOS

Figura 6 Tarjeta amarilla Objetos necesarios e inecesarios

- **Tarjeta para la clasificación de materiales (tarjeta roja para identificar objetos no necesarios).**

HERRERIA Y ADORNOS NAVIDEÑOS BAUTISTA

Formato de tarjeta roja para identificar elementos no necesarios.

Metodologia 5's

Tarjeta roja			
Fecha: _____		No.registro: _____	
Area: _____			
Descripcion de registro: _____			
Categoria			
Equipos		Producto terminado	
Herramientas		Material /empaque	
Maquinaria		En reparacion	
Equipos/medicion		Recipientes	
Libreia/papeleria		Otros especifique:	
Producto en proceso			
Razon			
Contaminate		No se necesita pronto	
Defectuoso		Uso desconocido	
Descompuesto		Otros especifique:	
Desperdicio			
No se necesita			
Datos generales			
Responsable:			
Cantidad:			
Destino final:			
Firma de autorizacion:			

Tarjeta para identificar fuentes de contaminación

Figura 7 Tajeta amarilla desperdicios

HERRERIA Y ADORNOS NAVIDEÑOS BAUTISTA

METODOLOGÍA 5S´s			
TARJETA AMARILLA			
Fecha:	**No. Registro**		
Área:			
Descripción del Objeto:			
Descripción del Problema:			
Categoría			
Agua		Acciones del personal	
Aire			
Aceite		Condición de las instalaciones	
Polvo			
Pintura o esmalte		Otro (especifique)	
Acciones del personal			
Soluciones			
Acción Correctiva Implementada:			
Solución Definitiva Propuesta:			
Responsable:			
Cantidad:			
Firma de autorización:			

Tarjeta para identificar fuentes de contaminacion y suciedad

ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD (R&R) POR VARIABLES PARA MEDIR LA VARIACION ENTRE OPERADORES, PARTES Y EQUIPO DE MEDICION

FRANCISCO GERARDO PONCE DEL ÁNGEL[1], JESÚS GUILLERMO RIVERA ZUMAYA[2], CESAR DAVID RIVERA TOSCANO[3]

INTRODUCCIÓN

Siempre que registramos o medimos los resultados de un proceso nos encontramos con cierta variación en los datos obtenidos. Esta variación puede provenir de dos fuentes distintas: por un lado, siempre habrá diferencias intrínsecas entre cualquier par de elementos que se pretendan medir (variación intrínseca); por otro, ningún método de medición es perfecto (i.e., si midiésemos el mismo elemento en repetidas ocasiones no obtendríamos siempre el mismo dato numérico). El Control Estadístico de Calidad (SPC) tiene como misión identificar las causas de variaciones intrínsecas en los procesos a fin de poder reducir dicha variación a niveles “tolerables”, pero antes de aplicar las técnicas del SPC es necesario asegurarnos de que la variación registrada no es debida, al menos en su mayor parte, a los sistemas de medición utilizados.

El objeto de este artículo será presentar herramientas que nos ayuden a precisar qué parte de la variación existente en los datos se debe al propio sistema de medida empleado. En concreto, estaremos interesados en:

- Estudios R&R y gráficos de rachas de medida: nos permitirán examinar la precisión del sistema.
- Medidas lineales y estudio de la exactitud

Los errores en los sistemas de medición pueden clasificarse en dos categorías: errores de exactitud y errores de precisión. La exactitud describe la diferencia entre el valor registrado y el real. La precisión describe la variación que se observa al medir el mismo elemento de forma repetida y usando el mismo método de medición. Podemos encontrarnos con sistemas de medición que se vean

[1] Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca.
[2] Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca.
[3] Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca.

afectados sólo por alguno de estos tipos de errores, y otros que sufran de falta de exactitud y de precisión:

Podemos descomponer la exactitud de un sistema de medida en tres componentes:

1. Linealidad: Indica cómo varía el nivel de exactitud obtenido en la medición en función del tamaño del objeto medido. Da una idea de cómo el tamaño del elemento a medir afecta a la exactitud del sistema de medida.

2. Exactitud: Es la diferencia entre la medición media observada y un "valor maestro". Da una idea de lo "centrado" o "ajustado" que está el sistema de medida.

3. Estabilidad: Es la variación total que se obtendría al medir el mismo elemento repetidas veces usando un mismo aparato de medición. Nos da una idea de cómo de exacto o estable es el sistema con el paso del tiempo.

Análogamente, podemos descomponer la precisión o medida de la variación en dos partes:

1. Repetibilidad: Es la variación observada cuando el mismo operario mide el mismo elemento de forma repetida usando el mismo aparato. Da una idea de la variación debida a dicho aparato de medida.

2. Reproductibilidad: Es la variación observada cuando distintos operarios miden el mismo elemento usando el mismo aparato. Nos da una idea de la variación debida al operario.

Los estudios de Repetibilidad y Reproductibilidad de las mediciones determinan qué parte de la variación observada en el proceso se debe al sistema de medición usado.

Minitab: proporciona dos métodos para realizar este tipo de estudios: el método X-barra/R descompone la variación total en tres categorías: elemento a elemento, repetibilidad, y reproductibilidad.

Al utilizar un proceso de control estadístico queremos determinar la cantidad de variación que es común o normal.

Con este fin monitorizamos el proceso de producción para asegurarnos que se mantiene dentro de un rango normal. La herramienta más utilizada para monitorizar el proceso de producción son los gráficos de control.

Las principales características que pueden medirse con las gráficas de control son por: variables y por atributos.

Como se mencionó, las 6M determinan de manera global cualquier proceso. Así, parte de la variabilidad observada en el producto se debe a la variabilidad de las mediciones y no a la variabilidad propia del producto. Esto se traduce en que la variabilidad total observada en unos datos es el resultado de la variación propia del producto más el error del proceso de medición.

En particular, las fuentes principales que contribuyen al error del proceso de medición son el equipo de medición (repetibilidad), los operadores (reproducibilidad) y a la variación dentro de la muestra.

En los estudios R&R se evalúa de modo experimental que parte de la variabilidad total observada en los datos es atribuible al error de medición, además, permite cuantificar si este error es mucho o poco en comparación con la variabilidad del producto y con las tolerancias de la característica de calidad (lo mayor es lo mejor, lo nominal es lo mejor y lo menor es lo mejor) que se mide.

MÉTODO

MATERIALES

Tuercas

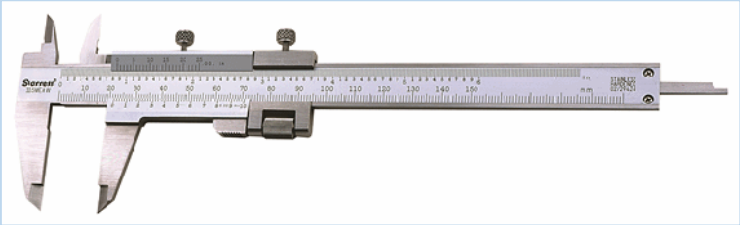
Se eligió medir tuercas de ¾ de pulgada. Se pretende medir el diámetro del interior de la tuerca (ver imagen 1):

Imagen 1. Tuercas de ¾ de pulgada

UNIDAD DE MEDIDA

En la imagen 2 se observa el equipo de medición Vernier convencional

Imagen 2 Instrumento vernier para realizar lecturas de precisión



TAMAÑO DE MUESTRA

n = 90 medidas

Inspectores= 3

Partes = 10 (tuercas)

ALEATORIZACIÓN

En la tabla No. 1 se cumple con la aleatorización utilizando el total de elementos que conformara la muestra.

Tabla 1 Elementos que conforman la aleatorización

Tuerca / Inspector	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
	11	*12*	*13*	*14*	*15*	*16*	*17*	*18*	*19*	*20*
	21	*22*	*23*	*24*	*25*	*26*	*27*	*28*	*29*	*30*
B	*31*	*32*	*33*	*34*	*35*	*36*	*37*	*38*	*39*	*40*
	41	*42*	*43*	*44*	*45*	*46*	*47*	*48*	*49*	*50*
	51	*52*	*53*	*54*	*55*	*56*	*57*	*58*	*59*	*60*
C	*61*	*62*	*63*	*64*	*65*	*66*	*67*	*68*	*69*	*70*
	71	*72*	*73*	*74*	*75*	*76*	*77*	*78*	*79*	*80*
	81	*82*	*83*	*84*	*85*	*86*	*87*	*88*	*89*	*90*

Posteriormente, para elegir que tuerca se medirá primero, se realizaron números en pequeños trozos de papel con los 90 números y se colocaron dentro de un recipiente y se removieron.

En la figura 3, se muestra como se ordenó la práctica.

Imagen 3 Obteniendo un numero para conformar el orden de las medidas

En la tabla No. 2 se obtuvieron la secuencia para el desarrollo de la practica:

Tabla 2. Resultados de la aleatorización

No.	OPERADOR	PARTE
1	A	8
2	B	10
3	B	6
4	A	2
5	B	9
6	C	9
7	B	8
8	B	4
9	B	2
10	A	4
11	A	6
12	C	8
13	B	3
14	A	9
15	B	4
16	A	1
17	A	2
18	B	1
19	C	2
20	A	5
21	A	10
22	A	10
23	B	10
24	B	1
25	B	7
26	B	6
27	A	7
28	A	9
29	A	1
30	C	10

31	A	7	41	A	5	51	A	7
32	A	4	42	C	3	52	C	1
33	B	8	43	B	8	53	A	3
34	C	4	44	B	3	54	C	7
35	C	8	45	C	8	55	B	7
36	B	9	46	B	5	56	C	10
37	A	6	47	C	3	57	A	10
38	A	3	48	B	3	58	C	6
39	A	8	49	B	1	59	A	6
40	C	7	50	B	7	60	A	1

61	B	2	71	A	4	81	C	2
62	C	9	72	C	1	82	B	4
63	B	5	73	A	3	83	C	3
64	C	9	74	C	4	84	C	5
65	B	9	75	B	6	85	C	6
66	B	10	76	A	8	86	C	5
67	B	2	77	B	5	87	C	7
68	C	1	78	C	4	88	C	6
69	A	5	79	A	2	89	C	5
70	C	10	80	A	9	90	C	2

En la imagen 4, se integran los tres inspectores para el desarrollo de la practica:

Imagen 4 Tres inspectores que realizaran las mediciones(A, B, C)

Las imágenes 5,6 y 7 se muestran los inspectores midiendo el interior de cada tuerca en el orden que lo marca el resultado de la aleatorización. Para ir registrando cada medida.

Imagen 5: Operador A

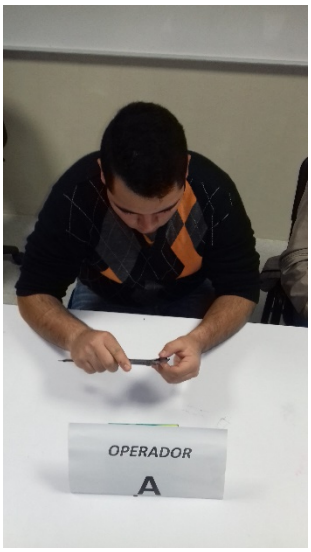


Imagen 5: Operador B

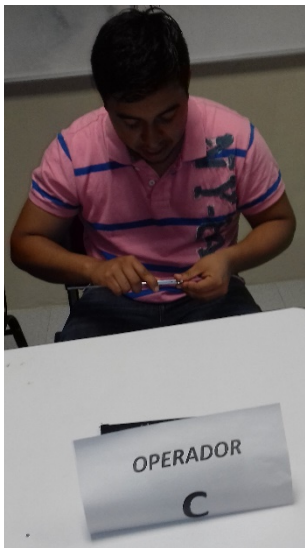


Imagen 7: Operador C

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

TABLAS DE ANÁLISIS DE VARIANZA

Minitab utiliza el procedimiento del análisis de varianza (ANOVA)para calcular los componentes de la varianza y, luego, utiliza esos componentes para estimar el porcentaje de variación causado por el sistema de medición. La variación porcentual aparece en la tabla R&R del sistema de medición.

La tabla de ANOVA de dos factores incluye términos para la parte, operador e interacción operador por parte.

Si el valor p para la interacción operador por parte es ≥ 0.25, Minitabgenera una segunda tabla de ANOVA que omite el término de interacción en el modelo.

Aquí, el valor p para parte ∗Operador es 0.279. Por lo tanto, Minitab elimina el término de interacción del modelo y genera una segunda tabla de ANOVA.

ESTUDIO R&R DEL SISTEMA DE MEDICIÓN - MÉTODO ANOVA

TABLA ANOVA DE DOS FACTORES CON INTERACCIÓN

Fuente	GL	SC	MC	F	P
PARTE	9	0.112889	0.0125432	1.30928	0.298
OPERADOR	2	0.000889	0.0004444	0.04639	0.955
PARTE * OPERADOR	18	0.172444	0.0095802	1.21440	0.279
Repetibilidad	60	0.473333	0.0078889		
Total	89	0.759556			

Alfa para eliminar el término de interacción = 0.25

TABLA ANOVA DOS FACTORES SIN INTERACCIÓN

Fuente	GL	SC	MC	F	P
PARTE	9	0.112889	0.0125432	1.51503	0.157
OPERADOR	2	0.000889	0.0004444	0.05368	0.948
Repetibilidad	78	0.645778	0.0082792		
Total	89	0.759556			

COMPONENTES DE LA VARIANZA

El cálculo de la columna de componentes de la varianza (VarComp) utiliza los valores para calcular el %R&R del sistema de medición mediante el método de ANOVA.

En la tabla de R&R del sistema de medición se desglosa las fuentes devariabilidad total:

En el estudio R&R del sistema de medición total consta de:

Repetibilidad—la variabilidad resultante de medicionesrepetidas por el mismo operador.

La reproducibilidad que es la variabilidad resultante cuando diferentesoperadores miden la misma parte. Y que esta se puede dividir aúnmás hasta llegar a los componentes de operador y operador por parte. Parte a parte la cual es la variabilidad en las mediciones entre partesdiferentes. En la práctica de medición se utilizaron componentes de varianza para determinar qué cantidad dela

variación total corresponde a cada fuente de error de medición y a las diferencias parte a parte. Lo más ideal es que las diferencias entre partes expliquen la mayoría de la variabilidad y que la variabilidad resultante de la repetibilidad y la reproducibilidad sea muy pequeña.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de las mediciones realizadas.

R&R DEL SISTEMA DE MEDICIÓN

%Contribución

Fuente	VarComp	(de VarComp)
R&R del sistema de medición total	0.0082792	94.59
Repetibilidad	0.0082792	94.59
Reproducibilidad	0.0000000	0.00
OPERADOR	0.0000000	0.00
Parte a parte	0.0004738	5.41
Variación total	0.0087530	100.00

Se muestra también columnas con porcentajes basados en ladesviación estándar (o raíz cuadrada de la varianza) de cada término. Estas columnas, identificadas %Var. de estudio y %Tolerancia, por logeneral no suman 100%. Debido a que la desviación estándar utiliza las mismas unidades que las mediciones de partes y la tolerancia, se puede realizar comparaciones significativas.

Desv.Est.

Fuente	(DE)	Var. de estudio (6 * SD)
R&R del sistema de medición total	0.0909901	0.545941
Repetibilidad	0.0909901	0.545941
Reproducibilidad	0.0000000	0.000000
OPERADOR	0.0000000	0.000000
Parte a parte	0.0217665	0.130599
Variación total	0.0935574	0.561344

NÚMERO DE CATEGORÍAS DISTINTAS

El valor de Número de categorías distintas estimas cuántos grupos separados de partes puede distinguir el sistema.

Aquí se muestra, el número de categorías distintas es de, que indica que el sistema no puede distinguir entre partes.

Fuente	%Var. de estudio (%SV)
R&R del sistema de medición total	97.26
Repetibilidad	97.26
Reproducibilidad	0.00
OPERADOR	0.00
Parte a parte	23.27
Variación total	100.00

Número de categorías distintas = 1

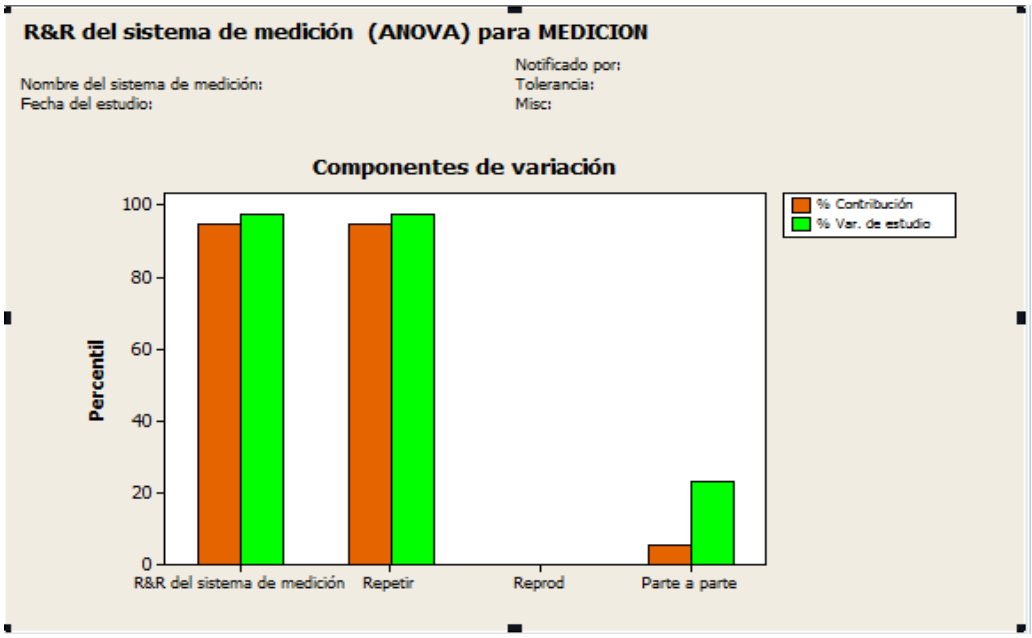
COMPONENTES DE LA VARIACIÓN

La siguiente gráfica Componentes de variación representa gráficamente la tabla del estudio R&R del sistema de medición en la salida de la ventana Sesión.

Cada conglomerado de barras representa una fuente de variación. Por opción predeterminada, cada conglomerado tiene dos barras, que corresponden al %Contribución y al %Var. de estudio.

En la imagen 8, muestra el sistema de medición adecuado, el componente de variación más grande es la variación parte a parte. En cambio, si la alta variación se atribuye al sistema de medición, como se ve en la gráfica entonces es posible que éste necesite correcciones.

Imagen 8: Imagen de la variación del sistema R&R.



GRÁFICA R

La gráfica R es una gráfica de control de rangos que muestra gráficamente la uniformidad de operadores.

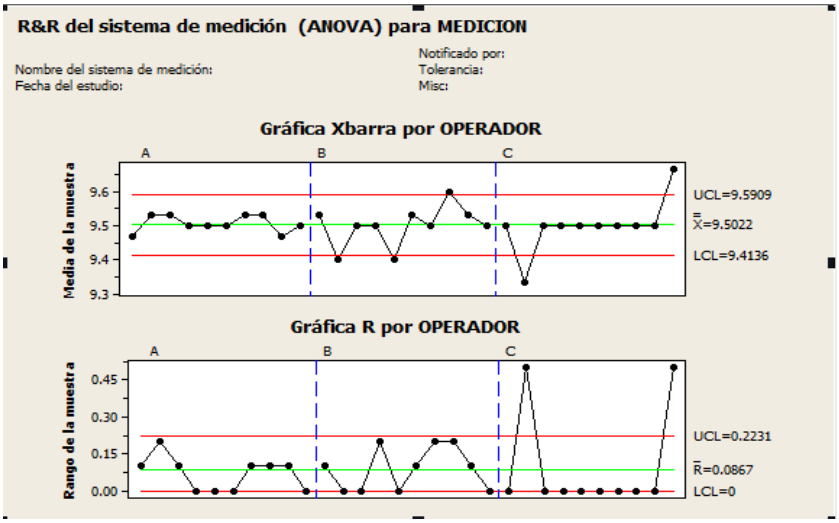
Los puntos graficados, los cuales representan, para cada operador, la diferencia entre las mediciones más grandes y las más pequeñas de cada parte. Si las mediciones son iguales, el rango = 0. En este caso el rango obtenido es de 0.086

Si cualquiera de los puntos en la gráfica R se encuentra por encima del límite de control superior (LCS), el operador no está midiendo las partes con uniformidad que es el caso de operador C que sobrepasa el límite superior.

La gráfica x compara la variación parte a parte con el componente de repetibilidad. En la gráfica muestra los puntos, que representan cada operador, la medición promedio de cada parte.

La imagen 9, muestra los límites de control (LCS y LCI), que se basan en el número de mediciones en cada promedio y en el estimado de repetibilidad. Se puede observar que el operador A es el que más realizo las mediciones eficientes ya que está dentro los límites establecidos.

Imagen 9: Gráficos de control Xbarra para el ANOVA

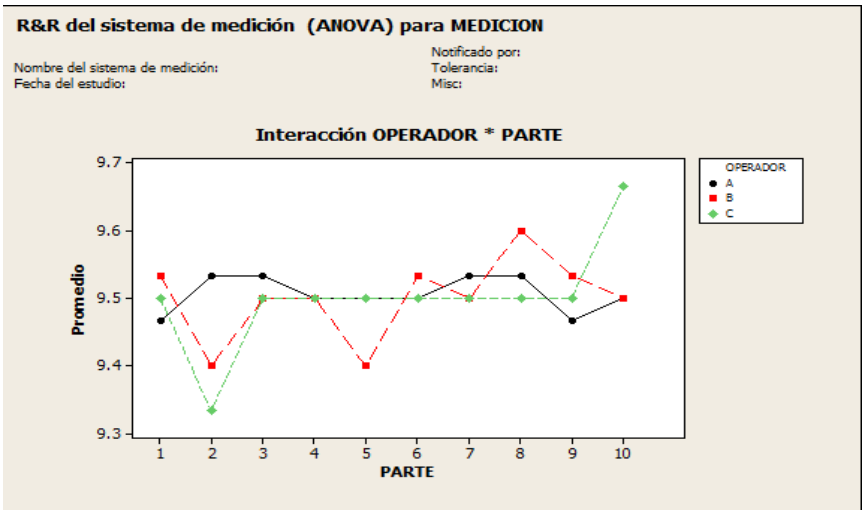


INTERACCIÓN OPERADOR POR PARTE

La gráfica de la interacción Operador∗ parte muestra las mediciones promedio por cada operador para cada parte. Cada línea conecta los promedios de un operador. Lo ideal sería que las líneas sean prácticamente idénticas y los promedios de partes varíen suficientemente para que las diferencias entre partes sean claras. En este patrón hay líneas uniformemente más altas o baja que las otras. Esto quiere decir que un operador está midiendo partes uniformemente más altas o bajas que el resto de los demás.

La imagen 10, se observa las líneas están muy dispersas una de la otra y las diferencias entre las partes es claras. La conclusión es que los operadores están midiendo las partes de forma diferente.

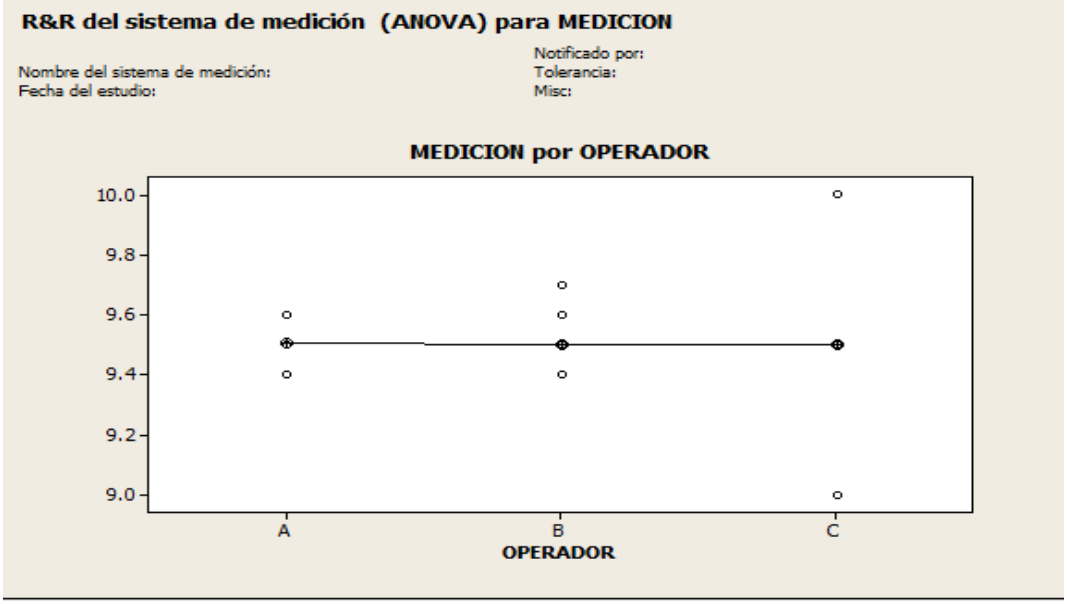
Imagen 10: Interacción Operador – Parte.



MEDICIONES POR OPERADOR

La gráfica o imagen 11 muestra la variación por operador puede ayudar a determinar si las mediciones y la variabilidad son uniformes entre los operadores. En grafica se muestra que los operadores están midiendo las partes de forma diferente, en promedio.

Imagen 11: Consistencia por operador.

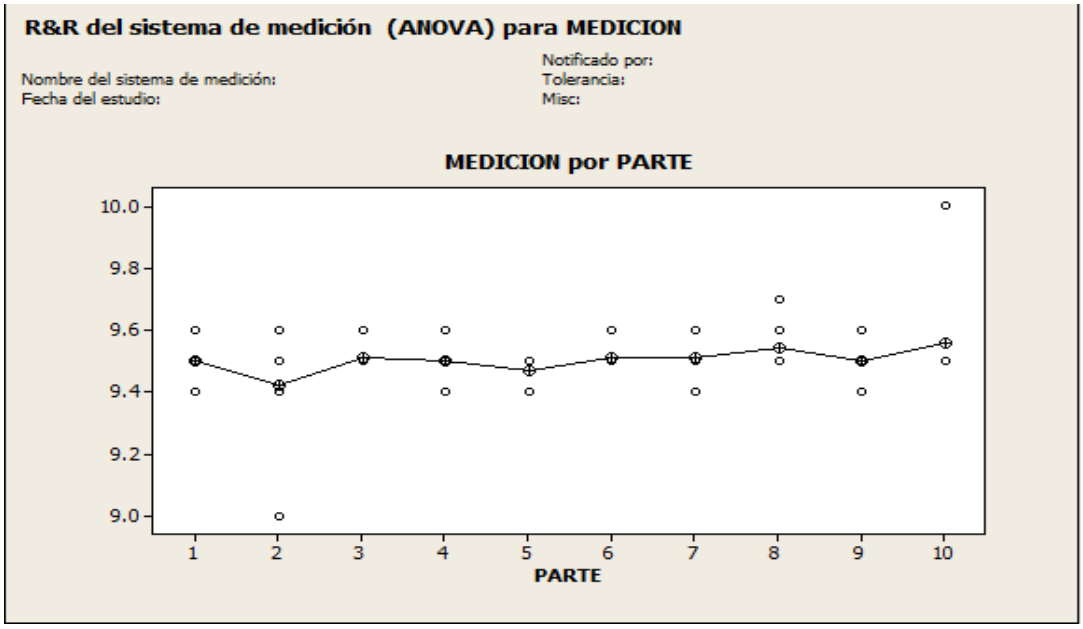


MEDICIONES POR PARTE

La gráfica No. 12 muestra todas las mediciones del estudio organizadas por parte, que se representa las mediciones con círculos vacíos y las medias con círculos sólidos. La línea conecta las mediciones promedio para cada parte.

Los resultados obtenidos no son ideales ya que presenta múltiples mediciones de cada parte y existe mucha variación, que se identifica observando los círculos vacíos de cada parte están muy alejados de la línea promedio.

Imagen 12: Mediciones por parte.



CONCLUSIONES

Una vez terminada la práctica deja como experiencia el "aprender hacer" donde todos aprenden de todos, los alumnos alcanzan la competencia de saber la importancia que tiene un sistema de medición en cualquier proceso de tipo cualitativo o cuantitativo y la contribución que arroja el equipo de medición, parte y parte y el ser humano en la variación de proceso.

CRÉDITOS:

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca
División de Estudios de Ingeniería Industrial
Red Iberoamericana de Academias de Investigación

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Eckes, G. (1993). El Six Sigma para todos, Editorial Norma, Colombia. Evans, J.R. y Lindsay, W.M. (2008).

Administración y control de calidad, Sétima edición, Cengage Learning, México D.F. Gitlow, H.S. (2005).

Six sigma for green belts and champions: foundations, DMAIC, tools, cases, and certification, Pearson Prentice Hall, New Jersey.

Tecnológico de Monterrey. (http://academia.gda.itesm.mx/~mdeluna/control/ryrmetodo.pdf).

Botero, M., Arbeláez, O. y Mendoza, J., 2007, Método ANOVA utilizado para realizar el estudio de repetibilidad y reproducibilidad dentro del control de calidad de un sistema de medición. Scientia et Technica de Universidad Tecnológica de Pereira.

OPTIMIZACIÓN Y MEJORA DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN UNA PYME DE LA REGIÓN, APLICANDO METODOLOGÍAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ILSE ALEJANDRA ESTÉVEZ GUTIÉRREZ[1], FRANCISCO GERARDO PONCE DEL ÁNGEL[2], JESÚS GUILLERMO RIVERA ZUMAYA[3]

RESUMEN

El mejoramiento y Optimización de los Sistemas de Manufactura dentro de una organización de cualquier sector productivo es importante desde el punto de vista económico y tecnológico, ya que permitirá a una organización generar y entregar productos de calidad, logrando la satisfacción del cliente.

Un sistema de producción es el proceso de diseño mediante el cual los elementos son transformados en productos útiles. Un proceso es un procedimiento organizado para lograr la conversión de insumos en productos. Todo sistema es un conjunto de componentes que interactúan. Cada componente podría ser en sí mismo un sistema, en orden descendente de simplicidad. (Los diferentes sistemas de producción).

El problema fundamental de las pequeñas y medianas empresas se debe al desconocimiento de métodos herramientas que pueden aplicar en sus sistemas de producción, para lograr el aumento de su productividad, planeación, control de las entradas y salidas del sistema, para que de ellos se obtenga un mejor posicionamiento en el mercado con respecto a su competencia, lo que conllevaría al aumento de sus ingresos.

Palabras clave: Sistema de Producción, Optimización, Mejora, Valor Agregado.

[1] Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca.
[2] Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca.
[3] Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca.

ABSTRACT

The improvement and optimization of manufacturing systems within an organization of any productive sector is important from the economic and technological point of view, as a network of quality suppliers, achieving customer satisfaction.

A production system is the design process by which the elements are transformed into useful products. A process is an organized procedure to achieve the conversion of inputs into products. Every system is a set of interacting components. Each component could be in itself a system, in descending order of simplicity. (The different production systems).

The fundamental problem of small and medium enterprises is due to ignorance of methods tools that can be applied in their production systems, to achieve the increase of their productivity, planning, control of the inputs and outputs of the system, so that they can be obtained better positioning in the market with respect to its competition, which entails to increase their income.

Keywords: Production System, Optimization, Improvement, Value Added

INTRODUCCIÓN

En el sentido económico, los sistemas de producción y especialmente en sus métodos de manufactura deben de cumplir con la transformación de los materiales en artículos de valor mayor por medio de uno o más operaciones de procesamiento o ensamblado (P. Groover, 2007).

La clave de los sistemas de producción aplicados en los métodos de manufactura es generar valor o Manufactura con Valor Agregado, es hacer un cambio en la tecnología que aplica un proceso mediante el uso intensivo de la automatización y un enfoque flexible en la manufactura (Hernández López & Mendoza Valencia, 2015).

La presente investigación, se desarrolló en una microempresa de la región de Tempoal, Veracruz que se dedica a producir queso en diferentes presentaciones y crema, para esto se analizó, diagnóstico y evalúo el sistema de producción de esta

PyME, para con ello desarrollar las herramientas o métodos que ayudaran a esta empresa e impacten directamente en su producción, productividad, ingresos, etc.

METODOLOGÍA

1. Análisis y diagnostico de la situación de la empresa.

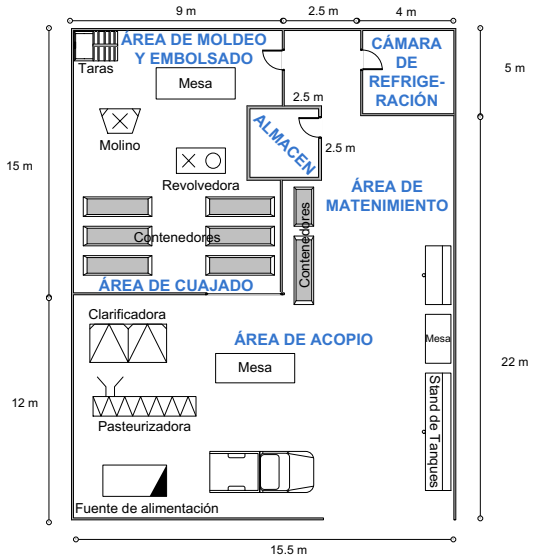
Antecedentes de la empresa: La empresa "*Quesos los Rosales"* cuenta con 25 años de experiencia en la elaboración de productos lácteos y derivados (crema, requesón y principalmente quesos en diversas presentaciones y tipos), comenzando con la visión de este negocio, fue a mediados del año 1990 cuando la familia Rosales, decide incursionar en este ámbito de negocios colocando una pequeña empresa en la colonia la quinta colon la cual fue de agrado para sus propósitos.

Actualmente cuenta con una capacidad promedio de producción de 1600 Kg de queso diarios en sus diversas presentaciones (queso molido (de aro), queso asadero, queso de grano y queso panela), la empresa trabaja durante todo el año con 14 personas laborando en sus procesos de producción, los meses de mayor demanda son diciembre, enero y un periodo de mayo a junio con pedidos frecuentes, la principal fuente de demanda de la empresa es hacia el municipio de Huejutla, Hidalgo.

Los procesos de la empresa son los siguientes: inicio de la jornada con las rutas de traslado de leche al establecimiento, siguiendo las actividades de bombeo de leche a clarificadora y a tinas de cuajado, posterior a ello se realiza el proceso de quebrado y enfriamiento de la mezcla para que consecutivamente se escurra y se prepare el cuajado con sal, posteriormente la mezcla se procesa en la revolvedora para eliminar residuos de suero y pase al área de molido para dar consistencia, se da forma al queso en la fase de moldeo y por último se empaqueta y se refrigera.

La distribución de planta de la quesería puede ser visualizada en la Ilustración 1 en donde se pueden apreciar los distintos departamentos, áreas y/o zonas que tiene la empresa en base a las entradas, procesos y salidas de los productos lácteos mencionados.

Ilustración 1. Distribución de la planta de la empresa. Fuente: Diseño Propio en el software Visio.



Identificación de los procesos de fabricación; Los procesos de fabricación que están presentes en la empresa para la obtención del bien (Queso) han sido identificados de acuerdo con las características de la materia prima principal, la leche, la cual tiene sus principales procesos de fabricación enfocadas a sus propiedades, los cuales se pueden observar en la Tabla 1.

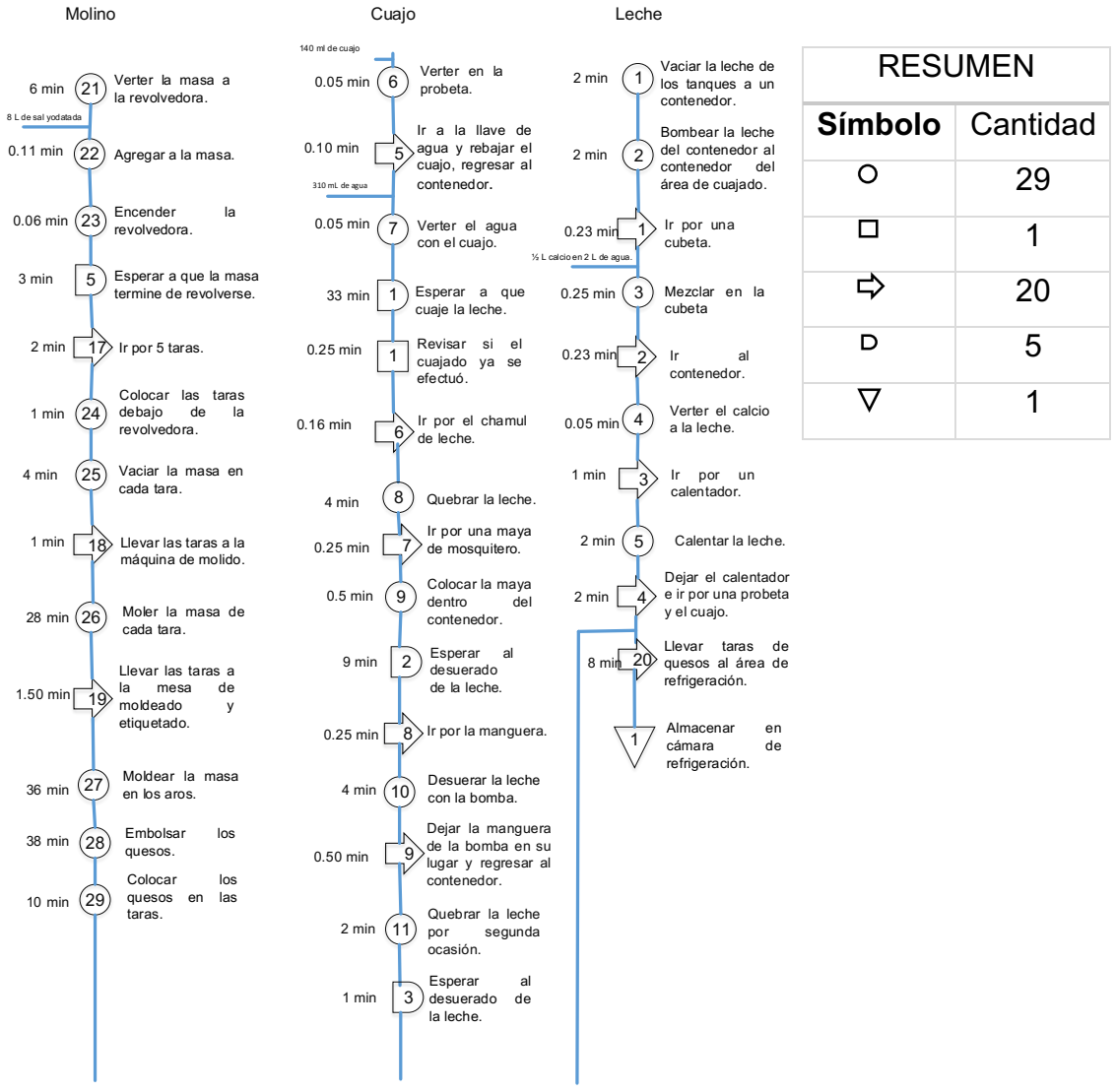
Tabla 1. Procesos de fabricación identificados en el producto

MATERIA PRIMA	PROPIEDAD	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN
LECHE	Química	Presenta esta propiedad cuando es mezclada con calcio más agua, y cuajo más agua debido a que la leche comienza a tener cambios en su estructura molecular, logrando así el cumplimiento de una etapa del proceso de fabricación.
	Física	Presenta cambios en sus propiedades físicas una vez que se ha vertido a ella el cuajo, debido a que este altera su ordenamiento molecular y lo hace pasar de un estado líquido a un sólido blando (masa).
	Térmica	Se presenta esta propiedad cuando la leche es contenida en un contenedor y en ella es incorporado un calentador, afectando su temperatura normal, para el cumplimiento de una etapa del proceso de fabricación.

Los diagramas del proceso de la operación difieren ampliamente entre sí a consecuencia de las diferencias entre los procesos que representan. Por lo tanto, es práctico utilizar sólo formularios impresos que faciliten escribir la información de identificación. Los diagramas del proceso de la operación se hacen sobre papel blanco, de tamaño suficiente para este propósito. Cualquier diagrama debe

reconocerse por medio de la información escrita en la parte superior del mismo. Si el papel tiene que doblarse para ser archivado, la información necesaria debe también colocarse como mejor convenga a su localización. Es práctica común encabezar la información que distingue a estos diagramas con la frase diagrama del proceso de operación. (De Cervantes S. Miguel, Septiembre, 2010). En la Ilustración la Ilustración 2, se muestra de los procesos para la elaboración de sus productos, plasmado en un diagrama de flujo de las operaciones.

Ilustración 2. Diagrama de Flujo de operaciones de los procesos de fabricación.



RESUMEN	
Símbolo	Cantidad
○	29
□	1
⇨	20
D	5
▽	1

Fuente. Propio.

Esquematización y estructura del sistema de producción; La esquematización y estructura de la empresa va enfocada a los proveedores, las entradas (insumos), los procesos, las salidas (bienes terminados, quesos), y por último los clientes que conforman el mercado de la empresa “Quesos los Rosales” de Tempoal, Ver. El diagrama siguiente elaborado en un software (iGrafx), permite visualizar todos estos elementos mencionados, que van desde el ruteo de la leche a las rancherías señaladas, hasta la distribución del queso terminado a los mercados de menudeo y mayoreo que se muestran de igual forma en el diagrama representativo en la Tabla 2.

Tabla 2. Diagrama SIPOC (Supplier (Proveedores), Inputs (Entradas), Process (Proceso), Outputs (Salida) y Customer (Clientes), de la quesería los rosales.

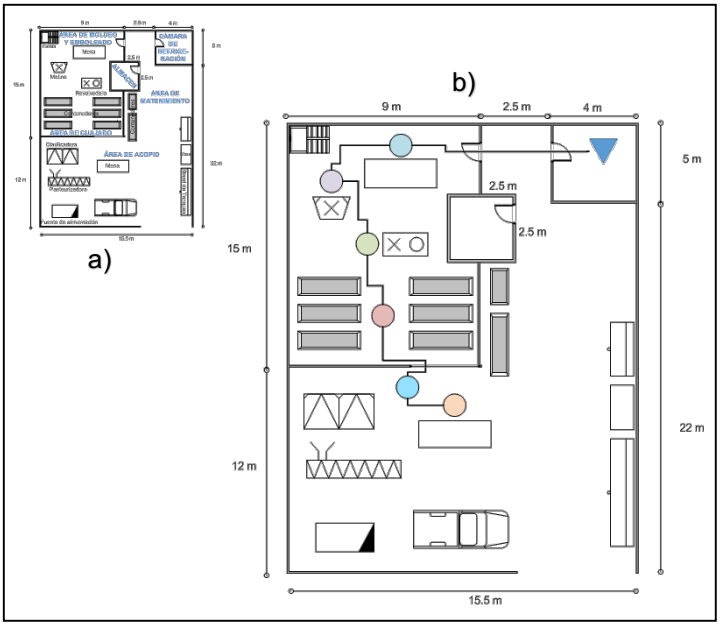
Proveedores	Entradas / Req	Proceso	Salidas / Requisitos	Clientes
• Los Olivos • La Calzada • Santa Rosa • Ojite • Aguacate • Higo • Hule • Carolina • Oxton • La Paleta • Las Hormiga • Los Puentes • Zapotal • Tamemas • Zocohuital • Los Danieles • 2 Caminos • B. Aires • Pastoras • Bomba • Campana • P. Higo • Lima 1 • Lima 2 • Lima 3 • Los Guzman • La Lima • San Sebastian	Leche	Una vez que es recibida la leche, comienza el proceso de pasteurizaciÓn, cuajado, salado, mezclado, molido, moldeado y empaquetado.	Queso 250 gr 350 gr 450 gr 600 gr 900 gr	Por discreciÓn y seguridad de la empresa no fue proporcionado este dato, los principales clientes que tiene la queserìa "ROSALES" son: Tempoal y Tantoyuca, Ver.
Tampico Tamaulipas	Cuajo	Es diluido en agua para ser vertido a la leche		
Tampico Tamaulipas	Sal	Se agrega a la cuajada (semiprocesada)		
Poza Rica Veracruz	Aros	Son acomodados en la mesa de moldeo de acuerdo a su contenido.		
Xalapa Veracruz	Bolsas	Son colocadas en la mesas de moldeo, para el empaquetado del queso.		

De acuerdo con las metodologías implementadas y descritas en los puntos anteriores podemos definir, que la empresa “Quesos Rosales” requiere de una nueva distribución, ya que existen demasiados recorridos innecesarios para efectuar las operaciones, uno de los principios fundamentales de los sistemas de producción, es que estos deben ser de flujo continuo o también llamado One piece Flow, además de que existen variabilidad en el Kilo gramaje de los quesos.

2. Propuestas e Implementación de las mejoras al sistema de producción.

Distribución actual y propuesta; La distribución actual de la empresa "Quesos los Rosales" puede ser observada en la ilustración 3, en donde se puede detectar que existe un amplio espacio de las estaciones o áreas de trabajo, como lo son, principalmente el área de acopiado, el de cuajado, quebrado y desuerado, así mismo se menciona que el flujo del proceso que ocurre en la empresa, se realiza en forma ordenada, ya que los procesos además de ser secuenciales siguen un solo sentido en la empresa, lo cual repercute en cruces inexistentes en el proceso.

Ilustración 3. Distribución anterior (A) en comparativa a propuesta e implementación de la nueva distribución (B).



En la Tabla 3 se presentan las operaciones características que fueron señaladas en la ilustración 3, se pretende demostrar que el flujo de los procesos en la empresa, tienen una buena secuencia, ya que los movimientos (traslados/trasportes) del producto en proceso son muy cortos y el personal usualmente permanece en el lugar que le corresponde.

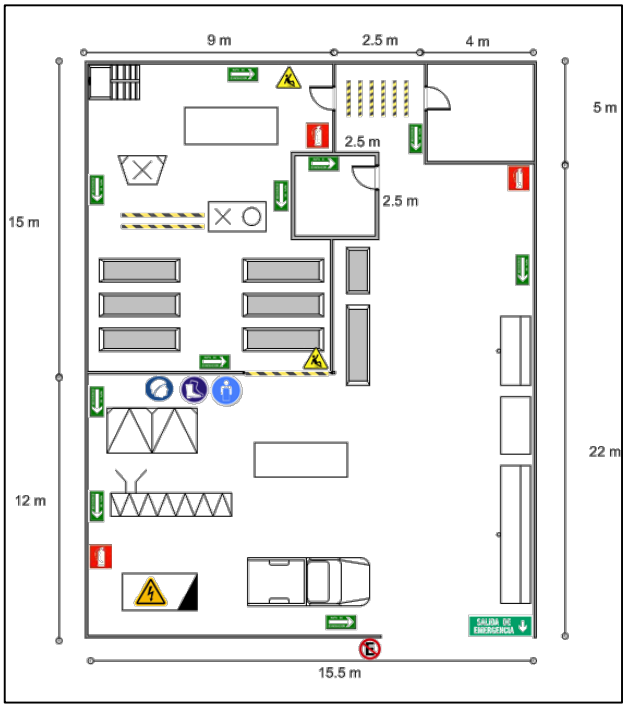
Tabla 17 Descripciones de las operaciones en la distribución actual de la empresa

OPERACIÓN (SÍMBOLO)	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	TIEMPO (min)
	Acopiado de la materia prima (Leche)	2
	Clarificación y Pasteurización	2
	Cuajado, Quebrado y desuerado del producto semi terminado	45
	Salado y mezclado	4
	Molido	28
	Moldeado y empaquetado	36
	Almacenado	- - -

Nota; Los tiempos respectivos de la tabla son determinados en base a un ciclo de producción de la empresa, es decir, solamente el de un contenedor o bien el equivalente a 1 ruta de materia prima (Leche).

Debido al no identificar un problema que afecte e impacte al proceso productivo de la empresa, se deriva el siguiente diagrama propuesto con relación a medidas de seguridad, ya que diagnostican personales del proceso que en repetidas ocasiones se sufren de caídas en las áreas de trabajo afines a su actividad, por lo tanto tomando en cuenta todas las unidades de emergencia y de prevención disponibles a la empresa se tiene lo siguiente (ver Ilustración 4), en donde se establecen que sean colocadas cintas anti-derrapantes, el uso preventivo de señales de piso mojado en áreas de trabajo (principalmente en cuajado, quebrado y desuerado), además de indicar a los trabajadores el uso obligatorio de delantal/mandil, cofia y botas de hule, y de la misma forma el señalamiento ante cualquier contingencia y desastre natural (rutas de evacuación, salidas de emergencia y extintores).

Ilustración 4. Señalamientos y delimitación de las áreas en el área de producción.



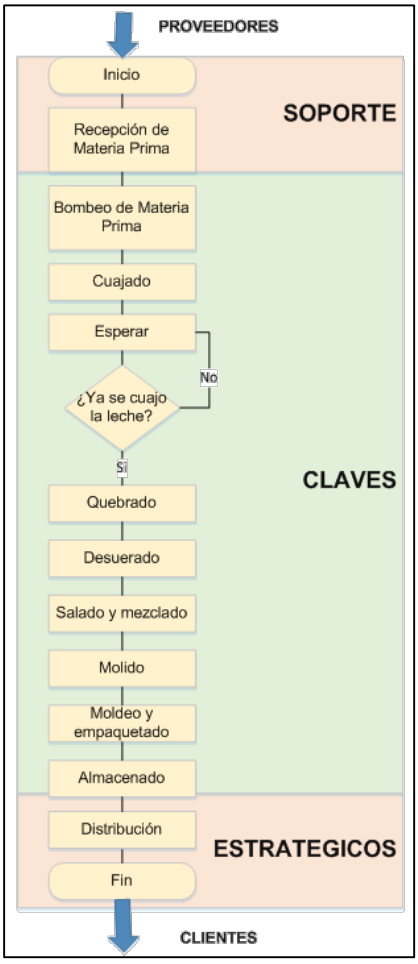
Mapeo de procesos: Las organizaciones deben identificar posibles mejoras o correcciones estandarizando su trabajo y definiendo claramente las responsabilidades de cada uno de los roles claves de la organización, esto con la finalidad de cumplir a tiempo y en forma las diferentes funciones. En términos generales nos sirve para: Identificar y entender necesidades presentes y futuras de nuestros clientes, Para proveer una unidad de propósito y dirección, Involucramiento de la gente y que estas conozcan sus funciones, Administrar los recursos y las actividades como procesos y Detectar ventajas competitivas (Vázquez Pool , 2014).

El mapeo de procesos de la quesería se muestra en la Ilustración, en donde por medio de un diagrama de flujo se identifican los procesos de soporte, los procesos claves y estratégicos de la empresa, en donde se tiene que;

- Los procesos de soporte son; los que les abastecen todo tipo de materias primas, como lo son, la leche, el cuajo, la sal, el calcio, los aros y las bolsas principalmente.

- Los procesos claves, tiene que ver principalmente con todo el proceso del queso para que pueda ser un producto terminado.
- Los procesos estratégicos, son aquellos en donde la empresa utiliza sus medios de difusión para llegar a nuevos (posibles) clientes, podría denominarse estrategias de marketing.

Ilustración 5. Mapeo del proceso de el sistema de producción de Quesos los Rosales.

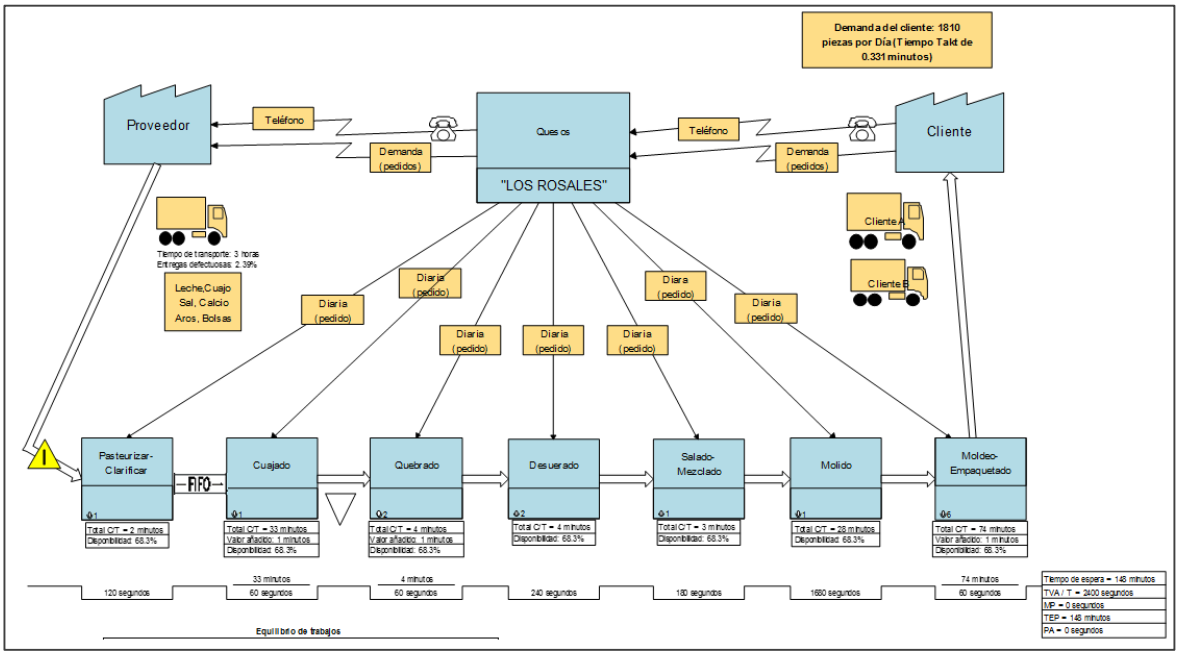


Mapeo de Flujo de la Cadena de Valor; Los mapas de flujo de valor son un método de diagrama de flujo para ilustrar, analizar y mejorar los pasos necesarios para entregar un producto o prestar un servicio. Como pieza clave de la metodología esbelta "lean", los VSM verifican el flujo de los pasos del proceso y la información desde su origen hasta la entrega al cliente. Al igual que otros tipos de diagramas de flujo, usan un sistema de símbolos para representar diversas actividades de

trabajo y flujos de información. Los VSM son particularmente útiles para encontrar y eliminar desperdicios. Los elementos se representan en un mapa en función de si agregan o no valor desde el punto de vista del cliente, con el objetivo de eliminar aquellos que no agregan valor (lucidchart, 2018).

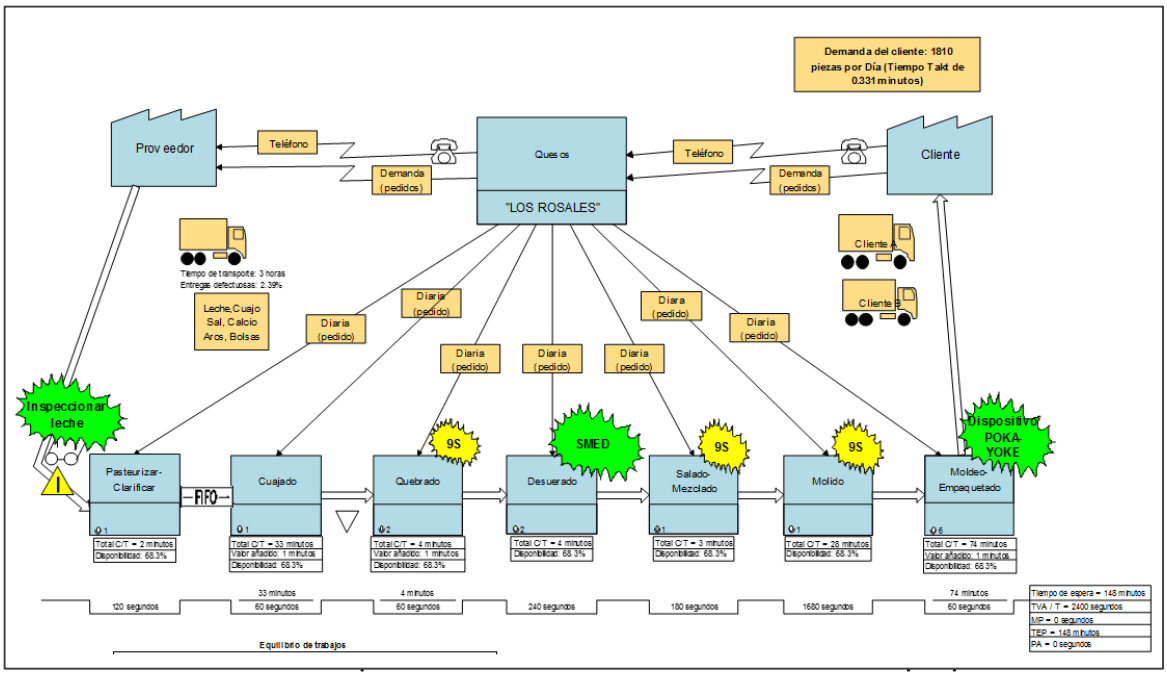
En el diagrama del mapeo de flujo de valor actual de la empresa representado en la Ilustración 6, se pueden notar que la producción del queso se encuentra con un tiempo de 10 horas laborales de las cuales sólo 7 horas son productivas en el proceso de la elaboración del queso, ya que las 3 horas restantes están programadas para el mantenimiento y limpieza de las taras y aros.

En la elaboración de un queso se estima que el Time Tak es de 0.331 minutos, los que debería de tardarse para la fabricación de este, y cumplir con la calidad para el cliente, teniendo proveedores de mayoreo y menudeo diarios, cumpliendo con pedidos de 1810 kilogramos de queso diarias con 14 trabajadores.



En base a lo analizado en el VSM actual (Ver Ilustración 7), se plantea el siguiente VSM de la producción del queso (propuesto), identificando en los procesos, las problemáticas a resolver con metodologías conocidas como el SMED, POKA-YOKE y las 9'S, aplicados desde que llega la materia prima a la empresa,

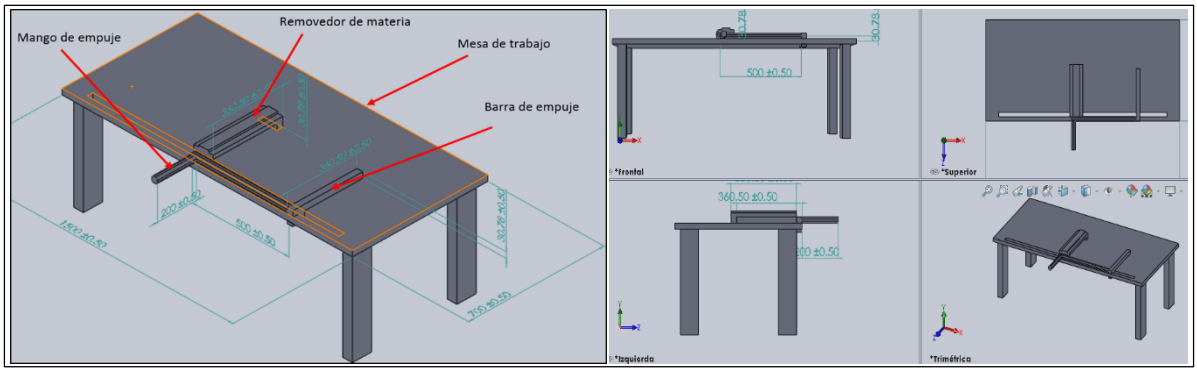
inspeccionando la leche de acuerdo a su densidad, acidez y temperatura para el comienzo del proceso adecuadamente, en las área de quebrado, salado-mezclado y molido se propone las 9'S para mantener clasificado, organizado, limpio, estandarizado (cómodo y productivo) y disciplinado a todo el personal de la empresa así como los materiales utilizados en los procesos mencionados, en desuerado un SMED para mejorar la bomba para la extracción del suero de la masa, con la ganancia de tener mejor aprovechamiento del tiempo disminuido, en el área de moldeo-empaquetado, se propondrá un POKA-YOKE, permitiendo mitigar la máxima cantidad de queso desperdiciada entre queso y queso moldeado.



Dispositivo Poka Yoke: es una herramienta procedente de Japón que significa "a prueba de errores". Lo que se busca con esta forma de diseñar los procesos es eliminar o evitar equivocaciones, ya sean de origen humano o automatizado. Este sistema se puede implantar también para facilitar la detección de errores (González González & Jimeno Bernal, 2012).

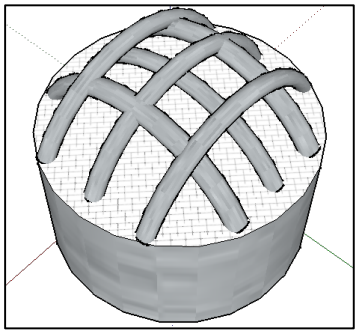
El dispositivo POKA YOKE (Ver Ilustración 8) esta empleada al área de moldeo, debido a que se presenta la mayor cantidad de errores al no tener un estándar en la cantidad de queso colocada en el aro, es por ello que al proponer este dispositivo de mejora a una mesa, se desea reducir y eliminar las diferencias de contenido que presenten los quesos moldeados. El dispositivo es una mesa de 1.5 metros de largo y 0.70 metros de ancho, en la parte central de la mesa se encuentra un removedor, que cumple la función de retirar el excedente de queso que haya sido colocado en la parte de arriba, el principio de funcionamiento es manual, ya que una vez que han sido moldeados los quesos simplemente se hace un movimiento con la mano hacia la derecha para deslizar los quesos moldeados hacia el removedor y de esta forma quitar el excedente de queso. El removedor puede ser ajustado dependiendo del queso que se vaya a moldear.

Ilustración 8. Dispositivo Poka Yoke para el proceso de moldeo del queso.



SMED: es el acrónimo en lengua inglesa de Single Minute Exchange of Die (ilustración 9) , que en español significa “cambio de matriz en menos de 10 minutos”. sirve para reducir el tiempo de cambio y para aumentar la fiabilidad del proceso de cambio, lo que reduce el riesgo de defectos y averías. El dispositivo SMED cumplirá la función de filtrar la cantidad de masa que pueda ser absorbida cuando se comienza a desuerar, ya que impedirá que la masa pase por el conducto de la bomba generando pérdidas a la empresa. El filtro es una tapa que se coloca en la punta de la bomba, la cual cuenta con un diámetro de 10 cm y una altura de 5 cm.

Ilustración 9. Filtro para bomba desueradora, Dispositivo SMED.



CONCLUSIÓN

El sistema de manufactura implica la fabricación de productos que satisfagan a los clientes, en las fechas y términos estipulados con la calidad requerida y bajo principios de racionalización, de minimización de costos y maximización de utilidades. Además, la manufactura es un subsistema de la empresa u organización, que para alcanzar su objetivo requiere de estudios, análisis y toma de decisiones acordes a racionalizar los recursos para lograr ser productivo.

En la administración de manufactura se debe prever la demanda de productos y factores de producción, ajustar la programación del trabajo, determinar los mecanismos de control, llevar a cabo el análisis y administración de las adquisiciones y del control de inventarios, determinar la localización de la planta, llevar a cabo métodos de trabajo y determinar los medios de medición, así como llevar a cabo el análisis y el control de costos. (Contreras Camarena, 2015).

El presente trabajo representado por dos partes de estudio (análisis y propuesta), dio a conocer el panorama existente en la empresa seleccionada, dando a favor una determinación de metodologías y herramientas de manufactura a utilizar para la propuesta y mejora de los procesos de fabricación que han sido examinados, permitiendo así desarrollar dispositivos para la minimización de mudas ante la empresa “Quesos los Rosales de Tempoal, Ver, en donde se tiene que el principal afectante directo, es el área de moldeo debido a que no existe una buena estandarización del contenido neto del queso que se moldea, accediendo a una posible implantación del dispositivo recomendado y propuesto para esta área específica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Contreras Camarena, J. A. (28 de Septiembre de 2015). *Sistema de manufactura*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2016, de Sistema de manufactura: http://www.joseacontreras.net/manuf/page.htm

De Cervantes S. Miguel. (Septiembre, 2010). *diagrama de operaciones de proceso.* Recuperado el 24 de Octubre de 2016, de https://referencias111.wikispaces.com/file/view/DiagramasdeProcesos.pdf

González González, R., & Jimeno Bernal, J. (12 de Septiembre de 2012). *POKA YOKE – Diseño a prueba de errores*. Obtenido de ¿Qué es Poka-Yoke?: https://www.pdcahome.com/poka-yoke/

Hernández López , G., & Mendoza Valencia, J. (2015). *Fundamentos y Planeación de la Manufactura Automatizada un Enfoque de los Sistemas Integrados de la Manufactura.* México: Pearson Educación.

López, W. (2005). *Gráfica de Control para data continua .* Recuperado el 04 de Noviembre de 2015, de http://www.uprh.edu/wlopez/GEOP4318/para%20el%20curso/Graficas%20de%20control%20xr.ppt

lucidchart. (14 de Junio de 2018). *www.lucidchart.com*. Obtenido de Qué son los mapas de flujo de valor: https://www.lucidchart.com/pages/es/qu%C3%A9-son-los-mapas-de-flujo-de-valor

P. Groover, M. (2007). *Fundamentos de Manufactura Moderna, Materiales, procesos y sistemas.* Mexico: McGRAW-HILL.

(s.f.). *Planeación y Control de la Producción I.* Recuperado el 22 de Octubre de 2016, de http://fcqi.tij.uabc.mx/usuarios/cgaxiola/pcp1_u1.pdf

Vázquez Pool , Y. (6 de Junio de 2014). *Columna Universitaria*. Obtenido de ¿Qué es y para qué sirve un mapeo de procesos?: http://yeux.com.mx/ColumnaUniversitaria/que-es-y-para-que-sirve-un-mapeo-de-procesos/

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PROCESO DE MANUFACTURA DE PIEZAS MEDIANTE LA FUNDICIÓN DE MATERIALES

SINUHÉ DE JESÚS ABURTO SANTOS[1], ALICIA ZÚÑIGA SÁNCHEZ[2], EDIGAR BENÍTEZ BARRÓN[3]

RESUMEN

El contenido del presente artículo muestra la importancia de transmitir al estudiante el contexto real del proceso de producción mediante equipos didácticos que fortalezcan el aprendizaje. La investigación inicia con la revisión de la literatura en lo referente a los procesos de fundición, así mismo, se presenta la propuesta del diseño de un sistema de producción de metales, bajo el proceso de fundición y la forma en que impactará en la formación dentro de la carrera de Ingeniería Industria en el Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale el cual se encuentra acreditado por el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería A. C. (CACEI), el cual evalúa el impacto que tiene la carrera en la formación del estudiante así como otros aspectos.

En el desarrollo de la investigación se visualiza el proceso de construcción del horno eléctrico, el componente principal del sistema, la aplicación de una herramienta para la distribución de planta de la nave, como las condiciones de seguridad que deben prevalecer al momento de realizar una práctica, así mismo se incluyen algunas asignaturas y su objetivo en las cuales el sistema en mención puede impactar para el desarrollo de las competencias en el estudiante.

Palabras clave: Proceso, Fundición, Sistema de Producción, CACEI.

[1] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale. sinuhe.001@tectamazunchale.edu.mx

[2] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale. alicia.107@tectamazunchale.edu.mx

[3] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale. alicia.107@tectamazunchale.edu.mx

ABSTRACT

The content of this article shows the importance of transmitting to the student the real context of the production process through didactic equipment that strengthens learning. The research begins with the review of the literature in relation to the foundry processes, likewise, the proposal for the design of a metal production system is presented, under the foundry process and how it will impact the training within of the Industrial Engineering career at the Higher Technological Institute of Tamazunchale, which is accredited by the Accreditation Council of the Engineering Education AC (CACEI), which evaluates the impact of the career in the student's training as well as other aspects.

In the development of the research, the process of construction of the electric furnace, the main component of the system, the application of a tool for the distribution of the ship's floor, as well as the safety conditions that should prevail when carrying out a practice are visualized, likewise some subjects are included and their objective in which the mentioned system can impact for the development of the competences in the student.

Keywords: Process, Foundry, Production System, CACEI

INTRODUCCIÓN

Con el advenimiento de las nuevas tecnologías y la competitividad que prevalece en el sector industrial, donde los procesos de fabricación son sofisticados gracias a sus aplicaciones tecnológicas y que de ello resulta una gran cantidad de productos con la calidad específica que requiere el cliente, se hace trascendente mencionar, que esto ha sido derivado de innumerable aportaciones en el transcurso de la historia, de personajes con los conocimientos teóricos, que se vieron en la necesidad de experimentar en la realidad, tal es el caso de Henry Ford, el cual interviene en el mejoramiento de sus sistema de fabricación de automóviles, el ya conocido Sistema de Producción Ford, pero que previo a esto indagó en cómo poder mover un vehículo sin la necesidad de utilizar animales de carga para el arrastre de estos. Por lo que podemos considerar que las experimentaciones de Ford son con base al empirismo, pero que se vieron

fortalecidas a la práctica que tuvo con algunos sistemas de combustión interna y con la aplicación de los Principios de la Administración Científica de Frederick Wislow Taylor.

Con lo expuesto anteriormente en todo núcleo educativo, el fortalecimiento de los contenidos temáticos debe ser con la aplicación práctica de la misma, aun así, si la asignatura no lo permite, se debe promover la búsqueda de las metodologías que aporten a las y los estudiantes un mejor panorama de la literatura. El Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale, trasciende por estar a la vanguardia con sus laboratorios para llevar a la práctica los contenidos de las asignaturas, ya que este alberga equipos con tecnología que provee a los y las estudiantes a una mejor reflexión de la teoría y su vez, a desarrollar habilidades en el manejo de los equipos en mención.

En la carrera de Ingeniería Industrial, se genera un alto impacto en el aprendizaje de los y las estudiantes, ya que existen laboratorios que presentan una gran oportunidad de innovar en los contenidos de las asignaturas y que el desarrollo de las mismas pueda resultar un estudiante con las competencias necesarias para adaptarse y desenvolverse en el campo laboral. Así mismo se impulsa el desarrollo tecnológico a través de sus investigaciones, de la cual, esta propone el diseño de un sistema de manufactura que permita visualizar un proceso de fundición de materiales metálicos o de resinas, cuya intención también es la de fortalecer el acervo de los equipos con los que cuenta disponibles la carrera. Cabe resaltar, que la carrera de Ingeniería Industrial se encuentra Acreditada por el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A.C.(CACEI), por lo tanto, se debe estar en constante actualización en varios puntos que evalúa el mencionado consejo.

DESARROLLO

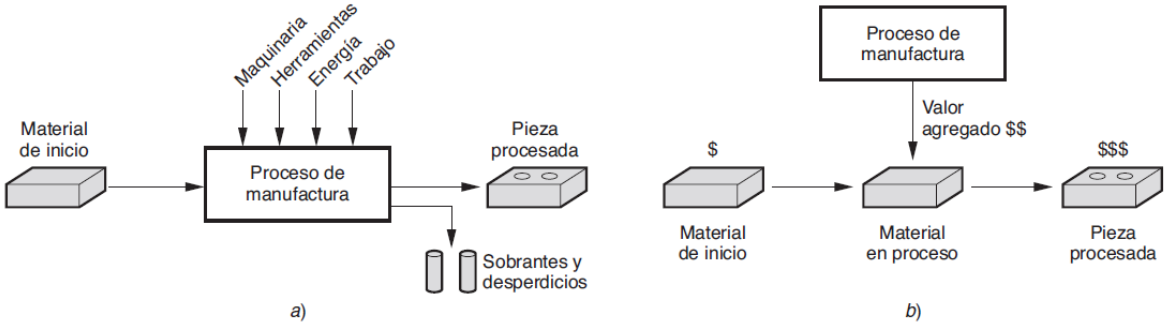
Contextualización teórica

Manufactura

La manufactura es todo proceso que transforma materias primas en producto terminado, mediante operaciones manuales o mecánicas, en un sentido

tecnológico, es la aplicación de procesos físicos y químicos para alterar la geometría, propiedades o apariencia de un material de inicio dado para fabricar piezas o productos. Hablando de forma económica, la manufactura es el medio de convertir materias primas en productos terminados cuyo valor puede ser alto gracias a las operaciones de procesamiento y ensamblado, (Groover, 2007:2-4), lo cual se muestra en la figura 1:

Figura 1: representación de la manufactura: a) como proceso técnico y b) como proceso económico. Fuente: Fundamentos de Manufactura Moderna (3ed.) Editorial McGrawHill. México. p4



Fundición

La fundición nace en la edad de cobre debido a la necesidad de desarrollar elementos para la supervivencia y para la guerra. Esta etapa es decisiva porque en ella se inicia un cambio importante en la metalurgia: esta se ve desarrollada por que los metales en uso se deforman fácilmente y por lo tanto se inician pruebas para generar herramientas que hicieron más fácil la vida del hombre. Por consiguiente, se deja de lado el uso de la piedra como materia prima principal de herramientas. En esta búsqueda el hombre se vio en la necesidad de generar mezclas de metales o para dar diferentes formas a los metales. Las primeras formas se dieron al finalizar la edad de piedra y al iniciar la edad de cobre dando paso al nacimiento de la metalurgia.

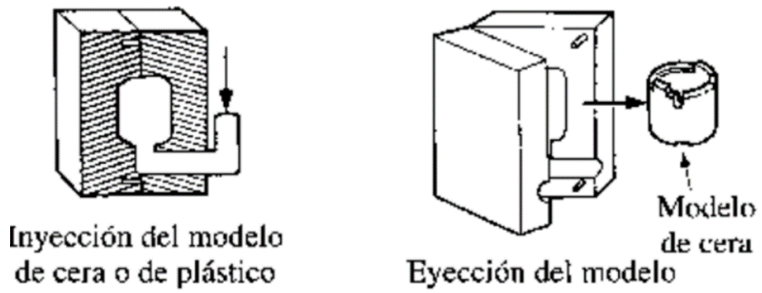
Estas formas se dieron martillando las placas de cobre, este proceso recibió el nombre de forjado. Luego se buscó la fusión de metales en hornos rudimentarios para lograr temperaturas elevadas, y los moldes siempre fueron manufacturados en piedra blanda y en esta tallaron la cavidad de la pieza a fabricar. Con el descubrimiento de esta fusión de metales para armas, utensilios, monedas, en

algunas poblaciones se inició el proceso metalúrgico de fabricar objetos con aleaciones de cobre con estaño, aluminio, magnesio, manganeso, oro y plata. Al principio se usaron moldes abiertos y el vaciado del metal no necesitaba ningún canal de alimentación, pero con la tecnificación del proceso y con la producción de herramientas y armas cada vez más complejas se inventaron los moldes cerrados y con estos los canales de alimentación para su llenado (Garavito, 2008:14).

Fundición a la cera perdida

El proceso de fundición "a la cera perdida" tiene sus orígenes en culturas milenarias que ya conocían sus ventajas y rendimiento debido al poco desperdicio de metal cuando se usa cera perdida. Este método ya era utilizado por los sumerios del valle del Tigris y el Éufrates, alrededor del año 3000 a.C.; posteriormente se extendió por el Oriente Medio y llegó a China alrededor del año 1500 a.C. Todas las grandes civilizaciones de la Antigüedad, Egipto, Grecia, Roma., se beneficiaron de sus excelencias y eficacia. El punto de partida es la pieza original realizada en cera. A partir de dicho modelo, se elabora un molde en cerámica en el que quedan impresos, con toda exactitud, los rasgos de la pieza. Los pasos que seguir son los siguientes: Un molde, con la forma de la pieza a ejecutar, se rellena con cera líquida, al endurecerse la cera se obtiene una reproducción en este material del modelo primitivo. Ver figura 2.

Figura 2: Molde para hacer el moldeo



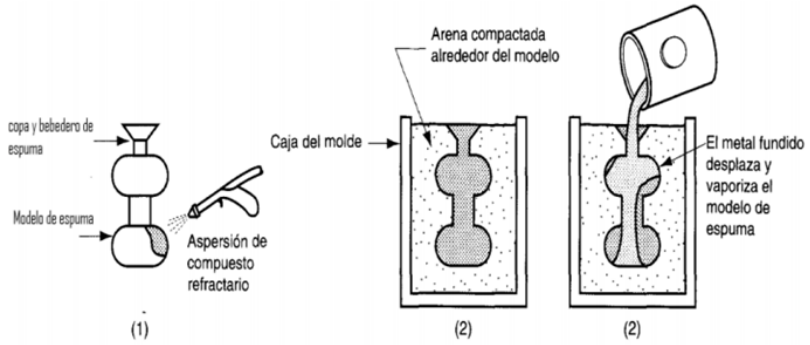
Proceso con poliestireno expandido

El poliestireno expandido es un material plástico espumado, derivado del poliestireno y utilizado en el sector de los empaques, puesto que este material no se pudre. En los supermercados, lo encontramos fácilmente en forma de bandeja en las secciones de heladería, pescadería, carnicería, frutas y verduras.

El proceso de fundición con poliestireno expandido utiliza un molde en arena que recubre el patrón en poliestireno. Luego de estar recubierto el modelo se procede a vaciar el metal dentro del molde en arena y de esta forma el poliestireno se vaporiza.

Como es un proceso con molde de arena, usa mazarotas y bebederos. Este molde no necesita aglutinantes por el patrón usado, por lo que la arena podrá ser reciclada. Ver figura 3.

Figura 3: Proceso de fundición con poliestireno expandido



Fuente: Fundamentos de Manufactura Moderna (3ed.) Editorial McGrawHill. México. p222.

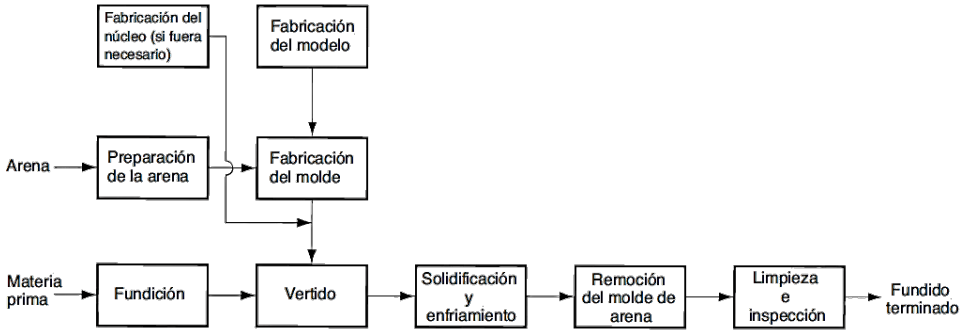
Los pasos que seguir en el proceso de fundición con poliestireno expandido serán: (1) el modelo de poliestireno se cubre con un compuesto refractario; (2) el modelo de espuma se coloca en la caja del molde y la arena se compacta alrededor de éste y (3) se vacía el metal fundido en la parte del patrón que forma la copa de vaciado y el bebedero. Al entrar el metal en el molde la espuma de poliestireno se vaporiza y deja que el metal llene su lugar en la cavidad.

Distribución de Planta

La distribución de planta, es la disposición fisica de las áreas, equipos y oficinas de tal forma que se visualice una seuencia armomica entre los procesos que existan en una empresa o industrial.

En la figura 4, se describen las etapas del proceso de fundición con arena, así como la fabricación del modelo como la del molde (Groove, 2007:216):

Figura 4. Proceso de fundición de arena.



Fuente: Fundamentos de Manufactura Moderna (3ed.) Editorial McGrawHill. México. p216.

METODOLOGÍA

Tipo de investigación

De acuerdo a su aplicación el tipo de investigación que se desarrolla es de tipo aplicada y de acuerdo a su fin es exploratoria.

Tabla 1 Descripción de la metodología para la investigación

Identificación la problemática de la investigación.	La necesidad de afrontar los retos de este mundo competitivo lleva a realizar investigaciones para desarrollar las soluciones a las problemáticas que surgen día con día y que se necesitan contrarrestar. Es por esta causa que la idea de elaborar un prototipo de manufactura que funja como equipo didáctico es para apoyar los contenidos temáticos que necesiten fortalecerse con la práctica.
Planteamiento del objetivo de la investigación.	El objetivo debe tener relación mutua con el nombre del proyecto, y deberá justificarse con el desarrollo del mismo.
Búsqueda de los fundamentos del proyecto.	Para reforzar la investigación, se debe realizar una búsqueda profunda y análisis de la literatura de investigaciones previas o relativas al tema del proyecto planteado, que fortalezcan el fundamento teórico del proyecto, ya sea de fuentes primarias (libros, revistas científicas y de entretenimiento, periódicos, diarios, documentos oficiales de instituciones públicas, informes técnicos y de investigación de instituciones públicas o privadas, patentes, normas técnicas) y secundarias (enciclopedias, antologías, directorios, libros o artículos que interpretan otros trabajos o investigaciones).
Identificación del tipo de horno adecuado.	Se tendrá en cuenta la búsqueda de los tipos de hornos que existen y definir el adecuado que apoye el desarrollar de las prácticas de los contenidos temáticos, así como también el material de construcción que se requiere.
Diseño del proceso de manufactura	Este es el punto principal de la investigación, mediante la aplicación de herramientas de distribución de planta, se buscará la mejor disposición de las áreas que compondrán el proceso, definiendo previamente estas.

Búsqueda de los materiales para la elaboración del horno.	Para desarrollar la elaboración del horno, después de saber cuál será el adecuado, se indagará en los tipos de materiales necesarios para construir el prototipo.
Identificación de los contenidos temáticos del programa de ingeniería industrial a impactar con la elaboración del prototipo.	Uno de los objetivos al desarrollarse el proyecto, es ser parte del acervo del equipamiento de los laboratorios, esto con la para apoyar a los temarios de las materias que necesitaran del prototipo para fortalecer a estos.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.

Para este punto, se procedio a lo siguiente:

- Busqueda y recopilación de información teorica en diversas fuentes como libros, articulos científicos y paginas web,
- Selección de la información adecuada en función al proyecto.
- Se redacto la informacion comprendida de la fuente.
- Se corrigio la redacción, utilizando lenguaje apropiado.
- Se cito y se referencio a los autores de la información.

RESULTADOS

Proceso de construcción del horno

El área principal del proceso es el de fundición, para ello se requiere tener un horno el cual se construira con los materiales enunciados en la tabla 2:

Tabla 2 Lista de materiales para elaborar un horno eléctrico.

No.	Lista de Materiales
1	1 tubo de 1 m. de chapa galvanizada de 1 mm x 175 mm de diámetro
2	28 ladrillos refractarios de 22 x 11 x 5 cm.
3	1 saco de 20 Kg. de cemento refractario.
4	1 saco de 20 Kg. de cemento de perlita.
5	2 tubos de masilla refractaria.
6	Resistencia de hilo de Kanthal de 1,5 mm
7	Regleta y aisladores cerámicos para conexiones eléctricas.
8	Chapa galvanizada de 0,8 mm para las asas
9	1 m. de ángulo de 20 mm para los soportes
10	6 tablas para molde.
11	10 tornillos de 2 1/2"
12	1/2 kg. de alambre.

Fuente: Recuperado de http://foro.metalaficion.com

Procedimiento de construcción

Tabla 3 Procedimiento de elaboración del horno eléctrico.

Construcción del cuerpo del horno

El cuerpo del horno se construye con ladrillos refractarios, cada uno de los cuales tendrá un bisel para que embonen uno con otro, así mismo servirá para que la resistencia pueda ser colocada de manera horizontal. Una vez colocados los ladrillos se unen con alambre y se sellan en la parte externa con masilla refractaria.

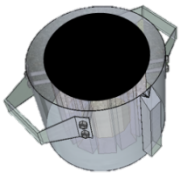
Cuerpo del horno

Cubierta del cuerpo

El cuerpo del horno se cubre con lámina galvanizada con una altura de 58 centímetros y un diámetro exterior de 35 centímetros, para unirla se necesitan chapas galvanizadas.

Cuando se tenga listo el cuerpo del horno se fijan las asas y la base realizada con un entramado de alambre en las solapas, la base debe de contar con patas de ángulo con tornillos largos, para que puedan aferrarse al cemento.

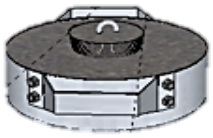
La unión de las asas, el cuerpo y la base se realiza con el uso de las chapas galvanizadas.



Cubierta del horno

Elaboración de la tapa

Su elaboración se requiere la utilización de cemento refractario revuelto con perlita. La tapa debe de poseer un agujero en la parte superior con un anillo metálico, esto con la intención de que se pueda meter una varilla que servirá para poder levantarlo. La tapadera debe contar con un par de asas de metal que servirán para levantarla; en el centro debe tener un orificio de $10\ cm$ de diámetro.

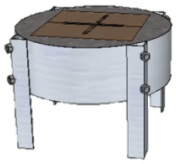


Tapa del horno

Elaboración de la base

La base se elabora con 4 ladrillos refractarios 2 en el centro entero y dos que se cortan a la mitad formando un arco, tomando como base la circunferencia interna del barril.

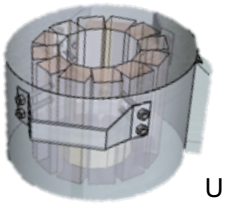
En los ladrillos de la base, antes de ponerlos con cemento se han tallado unas ranuras y se ha dejado un agujero que sirve de sumidero por si alguna vez tenemos un percance o se rompe un crisol.



Base del horno con ranuras

Unión de la cubierta del horno y cuerpo del horno.

Se coloca la cubierta realizada de lámina galvanizada alrededor del cuerpo del horno hecho de ladrillos, para ello la resistencia debe de estar colocada previamente, la colocación de la resistencia se realiza con la ayuda de una cuerda, primeramente, se toma la medida de lo largo total de las ranuras de los ladrillos. Posteriormente los extremos de la resistencia se deben de dejar en la caja de conexiones que se encuentra en el exterior.

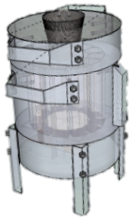


Unión de la cubierta del horno y cuerpo del horno

Horno concluido

Cabe destacar que junto al horno eléctrico se debe de realizar un agujero para lograr pasar un regulador con termopar y un relé de estado sólido con un radiador y un ventilador. El diámetro externo del horno y la tapadera deben medir de $36\ cm$ y el espesor de las paredes del cuerpo $6\ cm$. Debe coincidir con un barril metálico de esas medidas.

La cámara de combustión del horno es el espacio cilíndrico que forman los ladrillos, este debe medir $24\ cm$ de diámetro y puede contener un crisol con un máximo de $18\ cm$ de diámetro. Las paredes y la solera deben medir $6\ cm$ de espesor; y el conducto de entrada de gas un diámetro de $6\ cm$.



Horno concluido

Elaboración Propia.

Propuesta de distribución de planta

Las areas requeridas para el proceso de manufactura son las que se muestran en la tabla 4 que se presenta a continuación:

Tabla 4 Áreas principales para el procesos de manufactura.

Áreas
1.- Almacén de materia prima.
2.- Preparación y fabricación del molde.
3.- Área de fundición.
4.- Vertido y enfriamiento.
5.- Remoción, limpieza e inspección.
6.- Almacen de producto terminado.

Elaboración Propia

Para poder realizar la distribución de planta se procede a determinar los grados de importancia entre las areas que constituyen la nave, mediante el diagrama de relaciones. Con el apoyo del software Corelap 1.0 cuyo procedimiento de vaciado de datos se presenta en la figura 5, se obtuvo la distribución propuesta que se muestra en la figura 6, así como tambien se representa el flujo del proceso que se muestra en la figura .

Figura 5: Procedimiento de vaciado de datos. Fuente Corelap 1.0

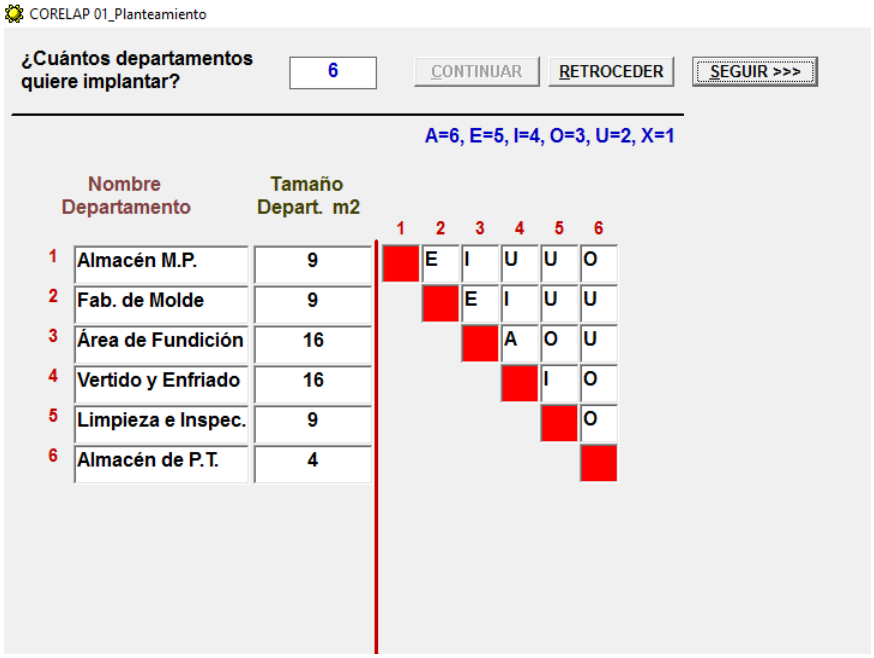


Figura 6: Distribución propuesta. Fuente Corelap 1.0

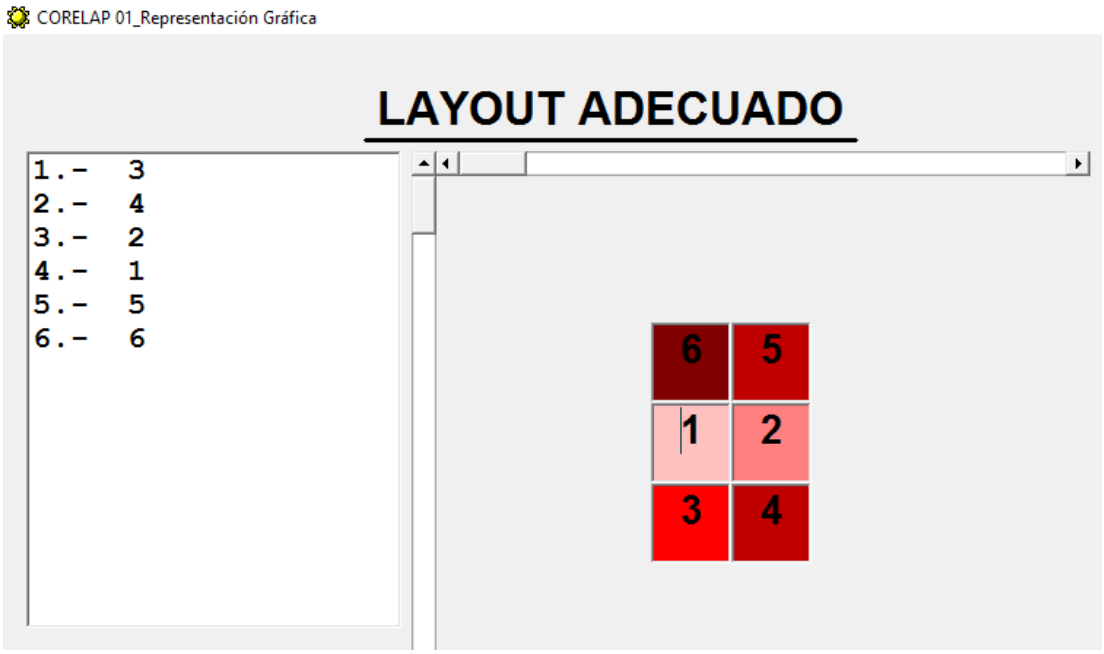
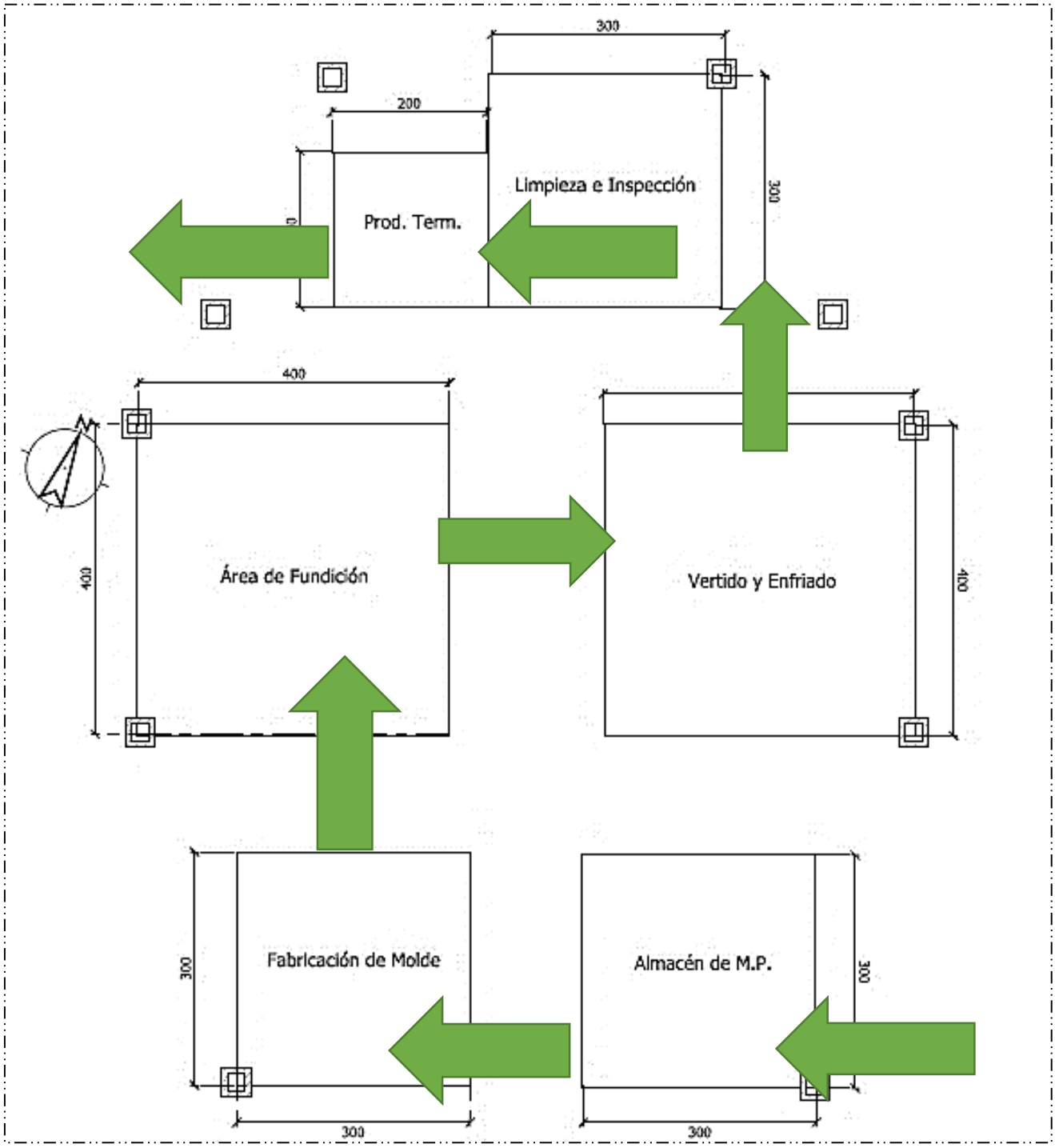


Figura 7: Distribución de planta y flujo del proceso. Fuente: Corelap 1.0



Condiciones de seguridad

Dentro de la instalación del proceso de manufactura tambien debera prevalecer la seguridad de los usuarios. Con la ayuda del Asistente de Autogestión de Seguridad que se encuentra en la pagina web de la Secretaria del Trabajo y

Previsión Social, se obtuvieron las normas que se deben aplicar a mencionada instalación, las cuales se muestran en la tabla 5.

Tabla 5 Normas aplicables al centro de trabajo.

Normas de seguridad
NOM-002 Prevención y protección contra incendios
NOM-004 Sistemas y dispositivos de seguridad en maquinaria
NOM-020 Recipientes sujetos a presión y calderas
NOM-022 Electricidad estática
NOM-029 Mantenimiento de instalaciones eléctricas
Normas de salud
NOM-011 Ruido
NOM-015 Condiciones térmicas elevadas o abatidas
Normas de organización
NOM-017 Equipo de protección personal
NOM-019 Comisiones de seguridad e higiene
NOM-026 Colores y señales de seguridad
NOM-030 Servicios preventivos de seguridad y salud

Fuente: Elaboración Propia (2016).

Impacto de la investigación

Para este apartado se puede retomar lo ya descrito en otras secciones, que el impacto primordial es en los y las estudiantes, identificando que competencias deben lograr al desarrollar practicas en un laboratorio, para este en especifico, se realizó un analisis de las posibles materias que en un momento pueden hacer uso de un proceso de manufatura de piezas mediante la fundición, las cuales se muestra en la tabla 6.

Tabla 6 Contenidos tematicos a impactar

Materia Principal
Materia: Procesos de Fabricación
Objetivo de la materia: Analizar e Interpretar el funcionamiento de los hornos así como las materias primas utilizados para la obtención del hierro y acero; conocer y optimizar los procesos empleados y conocer los tratamientos térmicos aplicados a los materiales ferrosos y no ferrosos, los procesos que cambian la forma de los materiales, la composición, el uso de los materiales plásticos y cerámicos de los procesos.
Otras Materias
Materia: Sistemas de Manufactura
Objetivo de la materia: Evaluar y optimizar los sistemas de manufactura empleados en la generación de bienes y servicios, mediante el uso de técnicas y herramientas de vanguardia.
Materia: Propiedad de los materiales
Objetivo de la materia: Aplicar los materiales adecuados en los diferentes procesos industriales de acuerdo a sus características y propiedades para obtener productos de calidad y bajo costo con conciencia de protección del medio ambiente.
Materia: Estudio del Trabajo I
Objetivo de la materia: Aplicar técnicas de estudio de tiempos y movimientos para optimizar un sistema productivo.
Materia: Control Estadistico de la Calidad
Objetivo de la materia: Diseñar e Implantar el Control estadístico de Calidad en procesos para alcanzar la mejora continua.

CONCLUSIÓN

El artículo presenta la propuesta del diseño de un sistema de producción de piezas mediante fundición y a su vez, ser parte del equipo de un laboratorio para el fortalecimiento en la evaluación del sistema acreditador CACEI, así mismo, se identifica la relevancia que las instituciones educativas de nivel superior le dan a las estrategias didácticas que se implementan para desarrollar las competencias en sus educandos, apoyando así al quehacer en el mundo laboral. Dado lo anterior los modelos educativos hoy en día impulsan el desarrollo del estudiante para superar las barreras del grado académico y ser visto como un agente de cambio en el sector en el cual se ubique.

REFERENCIAS

Autogestión de Seguridad de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Recuperado el 8 de febrero de 2017 de asinom.stps.gob.mx:8145/Centro/CentroBienvenida.aspx

Avendaño Garrido , H. M., De La Luz Hernández, M., León Domínguez, E. S., & Ramos Flores, R. (s.f.). *Diseño y fabricación de modelos para fundición.* México: Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

Garavito, J. (2008). *Curso de procesos de manufactura.* Colombia: Escuela Colombiana de ingeniería, facultad de ingeniería Industrial.

Groove M., P. (2007) *Fundamentos de Manufactura Moderna*. (3ed). Editorial McGrawHill. Mexico.

Moldeo en arena, Recuperado de: www.es.wilpedia.org/wiki/Ciencia de materiales (Consultado el 13 de noviembre de 2016).

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO RANURADOR DE PAREDES PARA INSTALACIONES OCULTAS, EN CASAS-HABITACIÓN

RAFAEL ARCOS MORALES[1], PEDRO DARÍO BARRADAS DOMÍNGUEZ[2], RAÚL LÓPEZ LEAL[3]

RESUMEN

En la industria de la construcción la tecnología ha avanzado en menor proporción que en otros sectores industriales, haciendo palpable la necesidad de modernizar ciertos procesos en la construcción, para lo cual, este artículo tiene el propósito de dar a conocer una propuesta para subsanar una problemática derivada de los quehaceres de la construcción, a través del diseño de una nueva tecnología, para el ranurado en paredes para instalaciones ocultas en casas-habitación.

Palabras Claves: Industria de la construcción, Ranurar, Ranurador, Instalaciones ocultas, Precisión, Verificación de medidas, fisuras, Sistema eléctrico.

Abstract: In the construction industry, technology has advanced to a lesser extent than in other industrial sectors making palpable the need to modernize certain processes in the development of construction, for which, this article has the purpose of giving to know about a proposal to solve a problem derived from the construction industry, through the design of a new and capable technology, for grooving in walls for hidden installations room-in-habitation.

ANTECEDENTES

Hay algunas formas de ranurar muros, y entre la más tradicional, se encuentra la que se lleva a cabo con marro y el cincel. Para hacerlo más ligero se cambia el marro por un martillo de bola y se procura que el cincel a utilizar sea de buen tamaño y bien afilado, lo demás es sólo golpear hasta abrir la ranura del tamaño requerido. Primero, se marca el ancho de la ranura con el filo del cincel, para

[1] Instituto Tecnológico Superior de Xalapa. ramsemsis@hotmail.com
[2] Instituto Tecnológico Superior de Xalapa. pbarrada@hotmail.com
[3] Instituto Tecnológico Superior de Xalapa. rlopezleal@gmail.com

posteriormente meter de lleno el cincel en forma perpendicular a la ranura con golpes firmes y fuertes, que pueden fracturar o fisurar las paredes.

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La problemática se deriva en que los tiempos empleados en realización de las ranuras, son tardados genera costos en el pago de mano de obra, así como, la falta de precisión en las medidas requeridas por la persona encargada de la obra, al igual que aumento de costo y tiempo en la corrección del trabajo.

Normalmente, las ranuras se realizan con las herramientas conocidas como maceta y cincel, y al momento de hacer la grieta, no se cuenta con ningún equipo que pueda autentificar la verificación de las medidas requeridas.

Figura 8: Ranurado de forma tradicional.

(Fuente propia)

OBJETIVO

Diseñar e implementar un prototipo de un sistema ranurador de muros para las instalaciones ocultas, ubicados por los planos de construcciones de una casa-habitación.

JUSTIFICACIÓN

Después de haber realizado la investigación del tema, se desarrolla la presente con la intención de que es necesario contar con una alternativa de solución para lograr que en la industria de la construcción. Se cuente con un instrumento que sea capaz de realizar ranuras en las paredes de las casas-habitación para instalaciones ocultas (eléctricas,

telefonía, internet, tv, sistema de audio e hidráulico), para lo cual, se ha pensado en el diseño e implementación de un sistema.

Los beneficios de la investigación se centrarán principalmente en las constructoras, quienes realizarán sus obras en menor tiempo y con mayor precisión y, también con las personas que adquieran una vivienda, al no sufrir con el paso del tiempo, fisuras causadas por la mala elaboración de los ductos, teniendo como consecuencia un impacto positivo, al no tener que estar invirtiendo continuamente en el resanado de las paredes.

Al efectuar esta investigación, se pretende que ayude no sólo a una determinada constructora, sino que supla las necesidades dentro de la industria de la construcción, al requerir ranuras para colocar ductos de sistema eléctrico.

¿Cómo se puede lograr en menor tiempo y con mayor precisión las ranuras en las paredes de una casa-habitación en obra negra?

El sistema ranurador de paredes para la instalación de ductos del sistema de cableado eléctrico, será capaz de realizar ranuras en las paredes de las casas-habitación en obra negra, garantizando la precisión de ranurado requerido por los planos de construcción eléctricos.

Así mismo, una vez logrado lo anterior, se minimizará el costo y el tiempo empleado en la corrección del trabajo, al sufrir fisuras en las paredes con el paso del tiempo.

El sector de la construcción se ha caracterizado por ser uno de los más tradicionales y reacios a la innovación. Sin embargo, el estallido de la burbuja inmobiliaria, a finales de 2007 y, la transformación de los hábitos y expectativas de los consumidores le obliga a reinventarse al amparo de las nuevas tecnologías. (Las 6 tecnologías que revolucionan la construcción, 2016)

Fresas Macroza:

El elemento de corte es una fresa con dientes de metal duro (Carburo de Tungsteno) afilables de diseño exclusivo. Hay 7 medidas diferentes para diferentes medidas de corte, dependiendo de cada modelo.

Figura 9: Rosadora macroza m95, y ejemplo de su uso [2].

Dentro de la investigación de equipos semejantes también se encontró la rozadora china Mainland que cuenta con varios discos de corte que se ensamblan en el mismo balero como se muestra en la imagen:

Figura 10: Sierra Eléctrica Rozadora Mainland.[3]

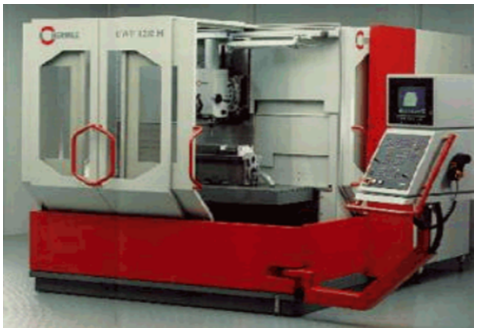
Las primeras fresadoras verticales aparecieron en la década de los Años 1860. Esta fresadora tiene más semejanza al taladro vertical que a la fresadora de husillo horizontal. La diferencia básica entre los taladros y las primeras fresadoras verticales, radica en que el conjunto entero del husillo con poleas y todo, se movía verticalmente.

Han surgido sistemas de control, no limitados a fresadoras verticales, que activan los movimientos de control de la máquina a partir de información almacenada en cinta magnética a los que se conoce como control numérico

NC, o

a partir de control numérico con computadora (CNC).

Figura 11: Fresadora CNC[3].



METODOLOGÍA

Investigación aplicada: Su principal objetivo se basa en resolver problemas prácticos, con un margen de generalización limitado.

- Diseño del sistema de soporte.
- Diseño del sistema de ranurado.
- Diseño del sistema de corte.
- Ensamblado del sistema mecánico.
- Diseño del algoritmo de control.
- Desarrollo del programa de control.
- Conjuntar y desarrollo del sistema Mecánico – Software.

El prototipo que se muestra en la figura es una propuesta para solucionar el problema del ranurado para los ductos del cableado eléctrico, dicho prototipo contará en su base de la estructura con una planta de luz generadora de 3000 Watts 110/220v en el interior del cuerpo principal del proyecto, para brindar energía a los motores y sensores que componen a éste, se adaptará dentro del sistema con un armazón hecho de acero inoxidable que contendrá dentro, los motores principales de desplazamiento horizontal tanto del eje horizontal y el sistema de tracción tipo oruga.

SISTEMA DE TRACCIÓN TIPO ORUGA

Las orugas permiten aumentar la eficiencia en el uso de la relación peso-potencia aprovechando más eficientemente el peso de la máquina para traducirla en tracción. Según la disposición de los rodamientos de la oruga puede dividirse en 4

grandes grupos: A) Orugas triangulares, B) Orugas rectangulares, C) Orugas trapezoidales isósceles y D) Orugas trapezoidales escalenos.

A y B) Las orugas triangulares y rectangulares son las de uso más frecuente se caracterizan por presentar una distribución perfecta de la masa de la máquina en toda la superficie de apoyo de la banda de rodamiento dándole una alta eficiencia tractiva y reducida compactación de suelo se logra reducir los esfuerzos de rodadura normales de la transitabilidad y permite atravesar perfectamente micro relieves de suelo sin dañar.

SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE OBSTÁCULOS

El sistema de eliminación funciona igual que un sistema de Cuñas quita obstáculos transformables de ángulo variable. Las cuñas rascadoras están construidas en acero de alta resistencia y son fácilmente adaptables al armazón frontal.

El diseño de los alerones de las cuñas, permite a las mismas una mejor penetración en los escombros y una transferencia óptima de la cuña a lo largo de toda su superficie, traduciéndose todo ello en una perfecta evacuación. El ángulo es perfecto para evitar que salte cualquier tipo de escombro hacia el armazón del sistema. El acero utilizado en su fabricación es acero laminado al calor de alta elasticidad, lo cual resulta muy fiable para realizar los esfuerzos que se necesitan para la limpieza de la superficie.

Se implementarán las dos cuñas de acero al frente del cuerpo principal del sistema, para evitar la obstrucción de obstáculos comunes dentro de una construcción. Éstos serán soldados de manera frontal del cuerpo con sus requeridos soportes para darle firmeza al mismo y elevado a 0,5 cm del suelo altura aproximada de cada teja de la cadena del tractor tipo oruga.

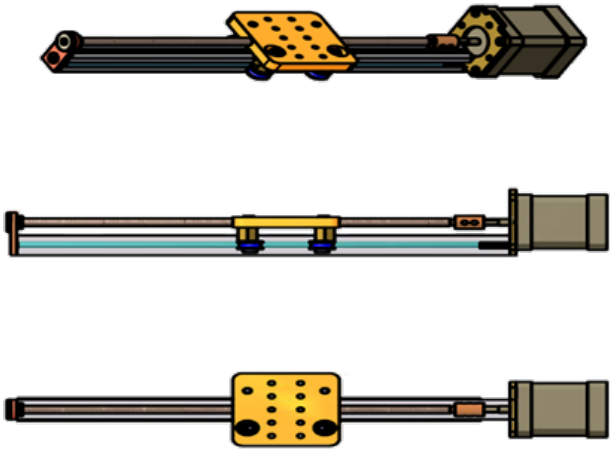
Figura 12: Sistema de eliminación de obstáculos.[8]

DESPLAZAMIENTO EN EJE HORIZONTAL

Desplazamiento lineal de un eje a husillo y placa con rodamientos horizontal Esta es una solución simple y efectiva para la transmisión del movimiento. Su diseño permite un rápido montaje gracias a los pocos elementos que la componen.

Este sistema de desplazamiento a husillos, dispone de una placa de deslizamiento de gran superficie y de un sistema de rodamientos autoajustables que le confieren gran precisión y ausencia de juego. Se puede emplear sola o combinándola con ella misma para formar movimientos en dos ejes.

Figura 13: Desplazamiento lineal de una eje a husillo y placa con rodamientos horizontales.[6]

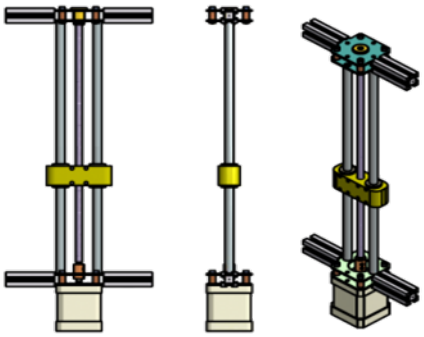


Desplazamiento lineal de un eje a cadena y dos columnas al igual que el eje horizontal este será para el desplazamiento de altura y carga del sistema de barrenado. Esta solución está pensada para realizar columnas de elevación que no requieran un desplazamiento muy rápido y para los casos que se requiera de una gran estabilidad sin que se tenga que recurrir a añadir refuerzos en la estructura algo muy similar al desplazamiento lineal con correa, pero sin el exceso

de velocidad que esta genera. Las propias barras de deslizamiento hacen las veces de columnas de sustentación, quedando un conjunto robusto y estéticamente agradable a base de un juego de cadenas, guiado por un motor de cadena, en el que las guías de desplazamiento sus placas serán elaboradas a base de acero, se agregarán a estas dos el uso de rodamientos para su optimo desplazamiento.

El modelo y diseño del sistema vertical su elaboración será en forma similar como se muestra la figura 10:

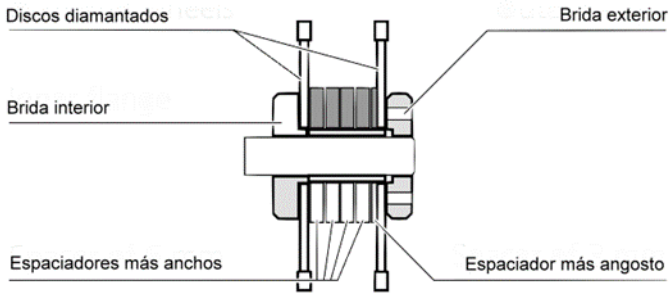
Figura 14: Modelo de diseño de sistema vertical.[6]



SISTEMA DE FRESA Y DISCOS PARA RANURADO

Para la elaboración del proyecto Este sería uno de los diseños que se podría implementar; En el proceso de barrenado, se le dará uso a una fresa diamantada, esta será de una medida promedio para el ranurado en pared de 1 ½ pulgadas, también se implementarán los discos de corte para darle guía a la fresa en el proceso de barrenado el cual está equipado con un sistema de corte diferente, que permite el montaje simultáneo de dos discos, generalmente con un número variable de separadores entre ellos, para crear un par de hendiduras paralelas entre sí y espaciadas para dar lugar dentro a la fresa que hará el barrenado en general como se muestra en la figura 11.

Figura 15: Sistema de fresa y discos para ranurado.[5]



Etapas de la ingeniería Para el desarrollo de software

Se lleva a cabo una serie de etapas que se denominan ciclo de vida, donde en cada etapa se definen actividades y tareas a desarrollar.

Análisis de requisitos. En esta primera etapa de desarrollo de software, la identificación de requerimientos del sistema requiere. Las cuales son una gran precisión y funcionabilidad, las cuales se originaron de una necesidad o problema, la definición, análisis y especificación correcta de requisitos conducirán al logro de los objetivos finales.

El software a construir, se torna de forma detallada, sin perder de vista que debe ser entendible y que se van refinando para aplicaciones ya desarrolladas. Las especificaciones son el soporte para desarrollar las interfaces externas. Diseño y arquitectura. Dentro de las actividades que se llevan a cabo en esta etapa están, el diseño de datos, el arquitectónico, procedimental, el diseño de interfaces y algoritmos, estas actividades comprenden lo que se denomina el diseño preliminar hasta el diseño detallado. También se incluyen la estructura jerárquica en módulos, estructura de los datos, procedimientos por capas funcionales, encriptación y la aplicación de métodos sistemáticos entre otros.

RIESGOS Y CONSIDERACIONES ÉTICAS

La ética puede definirse como la rama de la filosofía que se ocupa del estudio racional de la moral, la virtud, el deber, la felicidad y el buen vivir, es el conjunto de las acciones del bien y el mal. Por esto se plantea que esta investigación es comprobable con el uso de métodos científicos y la tecnología que se emplea que se menciona en esta propuesta, misma que está dentro de conjuntos técnicos que

permitieron diseñar y crear de manera correcta, que facilitaran la adaptación y satisfacción de necesidades de trabajo y deseos de mejorar la labor. En este estudio se combinó la ética, ciencia y la tecnología para obtener un numero amplio de posibilidades.

ANÁLISIS DE LAS DOS TARJETAS PROGRAMADORAS QUE SE PRETENDEN USAR PARA EL DESARROLLO DEL ALGORITMO:

Arduino tiene la capacidad 'analógica y en 'tiempo real' que la Pi no: Esta flexibilidad le permite trabajar con casi cualquier tipo de sensor o chip.

La raspberry Pi no es tan flexible; por ejemplo, la lectura de los sensores analógicos requiere la asistencia de hardware adicional. También hay cientos de sensores y módulos para conectar un Arduino a casi todo tipo de parte o sistema.

El Arduino IDE es mucho más fácil de usar que Linux. Por ejemplo, si se quiere escribir un programa simple para control de un LED con la Raspberry Pi, necesitarás instalar un sistema operativo y algunas librerías de código y eso es sólo para empezar. En Arduino, puedes obtener una luz LED parpadeando con tan sólo ocho líneas de código.

El Arduino es más simple, más difícil de 'dañar' y tiene muchos más recursos de aprendizaje Con la raspberry Pi se tiene que aprender un poco de Linux, así como programación por ejemplo Python. El Arduino funciona con cualquier computadora y puede funcionar con una batería. También puedes encenderlo y apagarlo de forma segura en cualquier momento. La configuración del Pi se puede dañar por desconectarlo sin un apagado adecuado.

REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS:

Macroza, Rozadoras Wall Chasers. (2013). Rozadoras de fresa. Fecha de consulta: 7 de febrero de 2017.

http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/fresadoras-y-taladradoras/fresadoras-y-taladradoras.shtml

AliExpress. (2016). Sierra Eléctrica Rozadora 4800 w para cemento corte de ranura de corte decoración del hogar calidad Gs Passed. Fecha de consulta: 7 de febrero de 2017.

http://www.macroza.com/es/rozadoras-de-fresa/descripcion.php

https://es.aliexpress.com/item/1-Vaccum-Brazed-diamond-burrs-Rotary-tool-for-stone-concrete-10x20MM-cylinder-flat-end-Grinding/32649034043.html

Baltodano Aguirre, Mayno. Fresado y Taladrado. Ingeniería Electromécanica.

http://culturacion.com/raspberry-pi-que-es-caracteristicas-y-precios/

http://panamahitek.com/arduino-mega-caracteristicas-capacidades-y-donde-conseguirlo-en-panama/

EMPLEO DE LA METODOLOGÍA TRIZ PARA EL DISEÑO DE MÁQUINA PORTÁTIL EN MOLER MATERIAL PLÁSTICO

ISRAEL ROBLES HERNÁNDEZ[1], VICTOR GÓMEZ VICTOR[2] , GUSTAVO ZAMORANO GRANDA[3]

RESUMEN

En la investigación de nuevos productos y la optimización de procesos industriales utilizamos herramientas de inventiva para hacer innovación o investigación o prototipos en todas las áreas de la ciencia; una de estas es la teoría de la solución de problemas de inventiva “TRIZ”. Una herramienta teórica que aprovecha del proceso de pensamiento sistemático (Cordova-Ames, 2008). El cual consiste en realizar 40 pasos científicos y tecnológicos necesarios para llegar a una nueva invención o innovación de un prototipo existente. La innovación se aplica a desechos plásticos derivados de envases utilizados cotidianamente. Son residuos sólidos urbanos generados por toneladas en la zona de en Veracruz-bocadelrío-medellín. Se pretende utilizar esta metodología TRIZ para el diseño de una máquina para trituración (moler) material plástico con la ventaja de ser compacta, móvil y funcionamiento practico. Será de bajo costo por los materiales que utilizaría, de fácil movilidad y ahorro de energía eléctrica.

Palabras clave: Trituración, material plástico, TRIZ, innovación,portable.

ABSRACT

In the investigation of new products and the optimization of industrial processes we use inventive tools to make innovation or research or prototypes in all areas of science; One of these is the theory of solving problems of inventiveness "TRIZ". A theoretical tool that takes advantage of the systematic thought process (Cordova-Ames, 2008). Which consists of performing 40 scientific and technological steps

[1] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Alvarado. *israelrobles2013@gmail.com*
[2] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Alvarado. gzamorano_g@hotmail.com
[3] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Alvarado. victorgomez@gmail.com

necessary to arrive at a new invention or innovation of an existing prototype. The innovation applies to plastic waste derived from containers used on a daily basis. They are urban solid waste generated by tons in the zone of Veracruz-bocadelrío-medellín. It is intended to use this TRIZ methodology for the design of a machine for grinding (milling) plastic material with the advantage of being compact, mobile and practical operation. It will be inexpensive for the materials you would use, easy to move and save electricity

INTRODUCCIÓN

La herramienta TRIZ, consiste en un conjunto de herramientas basadas en el conocimiento científico y tecnológico. El autor Altshuller definió problema inventivo como aquel en el cual “La solución natural crea otro problema”. Esto permite a cualquier investigador, ingeniero u otro a desarrollar significativamente sus habilidades de pensamiento crítico y fomentar sus capacidades tanto inventiva como creativa para la resolución a problemas. La metodología TRIZ consiste en un conjunto de herramientas basadas en el conocimiento. Según (Chamorro, 2011) dice que, Ampliando el conocimiento, la primera consecuencia de utilizar el TRIZ es que nos amplía el campo de la comprensión. Existen muchos campos del discernimiento, por ejemplo: Química, electricidad, mecánica, electromagnetismo, medicina, etc. Podemos hablar de descubrimiento cuando aparece algo que se sale radicalmente de paradigmas actuales. En el área de ingeniería industrial (Gestiopolis 2007), lo define como un método sistemático para incrementar la creatividad, basado en el estudio de los modelos de evolución de patentes y en otros tipos de soluciones. Por lo anterior, se planeó el objetivo de usar el método TRIZ. Para diseñar un prototipo para utilizarlo en la innovación de un triturador portátil en material plástico como bebidas diferentes líquidos hasta una capacidad de 1.5 litros.

Se sabe que existen diferentes tipos de recicladoras con tecnología aplicadas a las trituradoras para la obtención de plástico (molido) PET, para determinar la eficiencia de estos, es necesario contar con máquinas de grandes dimensiones,

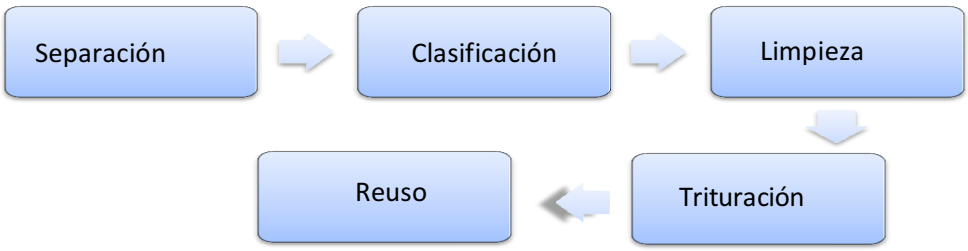
costosas y de complejo funcionamiento en vario casos, es donde vamos a innovar aplicado esta herramienta tecnológica industrial.

En trituración de pet, se debe observar y controlar distintos parámetros, los cuales se establecen en el documento. En este proyecto se diseñará y se implementará un control de arranque y paro para el prototipo de trituración con un alto factor de eficiencia. De acuerdo a datos oficiales, apenas el 40% de los productos plásticos se recicla en el México, anualmente se reciclan aproximadamente 80.000 toneladas de materiales elaborados con polietileno y PET. En el reciclaje de PET existen unas 50.000 personas, tomando en cuenta desde recogedores hasta fábricas que procesan este material.

Hay que tener en cuenta que solo el 46% del PET son botellas que se reciclan y que cuando se trata de otras resinas el porcentaje de reciclaje se reduce hasta el 15%, por lo que el sobrante va a la contaminación del ambiente. Para fomentar la conciencia ambiental hay que tener presente que sí se llega a incrementar solo un 1% del reciclaje habrá un ahorro de 4 millones de dólares en la importación de materia prima, ahí radica la importancia del crecimiento de la industria del reciclaje (análisis, 2011).

Existe varias maneras de reciclar PET, en la que nos vamos a utilizar con esta herramienta es el reciclaje mecánico, el cual es el proceso de reciclaje más utilizado que consiste en varias etapas que son la de separación, limpieza, trituración y extrusión como se muestra en la Figura 1

Figura No. 1 Proceso de reutilizar el material plástico.



METODOLOGÍA

Etapa 1. Conocer sobre la Técnica de Innovación para el Rediseño de Prototipos (TRIZ):

1. Realizar una búsqueda bibliográfica sobre la metodología TRIZ

2. Analizar y sistematizar la información.

3. Definir las guías de acción para aplicar la metodología TRIZ al trabajo de desarrollo tecnológico propuesto.

Etapa 2. Conocer hacer de las máquinas existentes en la industria, funcionamiento y características de trituración y equipos semi-industriales:

1. Recopilación de información sobre cada máquina utilizada en el sector industrial.

2. Recopilación de la información de cada procedimiento alterno utilizado para la trituración de todos los materiales de reciclado y en especial los de teresftalato de metilo.

Etapa 3. Identificación de las fortalezas, oportunidades, debilidades, y amenazas de los equipos con mayor uso en el sector industrial para trituración de este:

1. Recopilación de información del fabricante sobre cada máquina existente en la investigación ya mencionada.

2. Recopilación de la información de cada procedimiento alterno utilizado para triturar PET.

Etapa 4. Elaboración de la propuesta del diseño de una máquina trituradora utilizando la herramienta de los 40 principios de inventiva descrito por la Teoría para la Resolución de Problemas de Inventiva “TRIZ”:

1. Utilizar los 40 principios que describe la herramienta TRIZ para el diseño de una máquina portátil.

2. Describir los componentes y funcionamiento para realizar la trituración.

3. Modelar en 3D el diseño del prototipo con la ayuda de los programas en 2D y 3D como Skech-Up, autocad o Solid Work.

5. Exponer las ventajas y limitaciones identificadas en la parte comercial.

6. Documentar el proyecto.

Etapa 5. Integración de protocolo para gestión de patente de propiedad intelectual:

1. Descripción de los pasos que propone la herramienta TRIZ para ser presentado el protocolo de la nueva innovación de máquina en oficina de patente.

2. Preparación de entrega a oficina de patente.

RESULTADOS

Etapa 1. Conocer sobre la Técnica de Innovación para el Rediseño de Prototipos (TRIZ):

En el cuadro 1 describe las posibles herramientas industriales utilizadas para hacer un diseño innovador y por qué utilizamos el TRIZ como guía a seguir para el rediseño una máquina trituradora de material plástico portátil, para ser utilizada en empresas pyme.

Tabla 1 comparativo de herramientas utilizadas en ingeniería industrial

Herramienta industrial para innovar	Utiliza contradicciones Físicas	Utiliza Contradicciones Técnicas	Trabajo en equipo multidisciplinario	Nos da herramientas para patente
Lluvias de ideas	✓	X	✓	X
Mapas mentales	✓	X	✓	X
Conjunto difuso	✓	X	✓	X
Herramienta TRIZ	✓	✓	✓	✓

Tabla 2 Datos FODA.

Equipo	Fortaleza	Oportunidad	Debilidad	Amenazas
trituradora de plástico 230 de marca Mc Lane	✓ Trabaja a 230 V ✓ Uso industrial ✓ Capacidad de trituración.100 a 150 kg. ✓ Solo es para la industria.	✓ Desarrollar la trituración del PET. ✓ Fácil manejo. ✓ Mantenimiento preventivo.	✓ Máquina fija. ✓ Costo de más de 100,000 M.N. ✓ Máquina solo trabaja en la industria.	✓ No es portátil. ✓ El uso requiere de grado de estudio. ✓ Uso en industria ✓ Control manual complejo.
Máquina trituradora de diseño *Takashi Utsumi*	✓ Trabaja a 230 V ✓ Uso industrial ✓ Capacidad de trituración.40 a 60 kg. ✓ Solo es para la industria.	✓ Desarrollar la trituración del PET. ✓ Fácil manejo. ✓ Mantenimiento preventivo.	✓ Máquina Fija. ✓ Costo de más de 50,000 MN. ✓ Maquina de grande dimensiones.	✓ No es portátil. ✓ El uso requiere de grado de estudio. ✓ Riesgo de accidente ✓ Máquina no se mueve.,
Máquina semi-industrial de diseño casero	✓ Trabaja a 230 V ✓ Uso comercial ✓ Capacidad de trituración.35 kg ✓ Es semi-industria.	✓ Maquina se maneja en el comercio del reciclado.	✓ Fallas continuas ✓ No es portátil. ✓ Instalación especial.	✓ Falta de mantenimiento. ✓ Funcionamiento incorrecto. ✓ No es portable.

Fuente propia.

Etapa 2. Conocer hacer de las máquinas existentes en la industria, funcionamiento y características de trituración y equipos semi-industriales:

Existen varios equipos de trituración industrial entre los ejemplos trituradora de plástico 230 de marca Mc Lane. Los hay en diferentes tipos de potencia eléctrica. Triturador. Diferentes marcas de máquinas más hay en el mercado como: Takashi Utsumi desarrollado un dispositivo que permite filetador botellas rápidamente cortado en tiras. Sin embargo, después de las mejoras del modelo original, los pedazos del material triturado demostrado ser una herramienta valiosa para la industria. Existen otras marcas, pero están con las mas utilizadas.

Etapa 3. Identificación de las fortalezas, oportunidades, debilidades, y amenazas de los equipos con mayor uso en el sector industrial para trituración de este:

Se describe sus fortalezas, Oportunidades, debilidades y amenazas de cada uno de los equipos para hacer diálisis peritoneal como diagnostico a la nueva innovación en cuadro 3. Mostramos las máquinas industriales y otras semi-industriales utilizadas para la trituración del plástico.

Etapa 4. Elaboración de la propuesta del diseño de una máquina trituradora utilizando la herramienta de los 40 principios de inventiva descrito por la Teoría para la Resolución de Problemas de Inventiva:

A través de los 40 principios se crea la matriz de contradicciones que nos ayuda al rediseño de una máquina para triturar PET. Estos son:

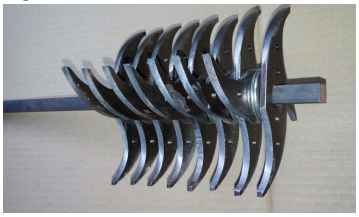
Tabla 3 Los 40 principios de resolución de contradicciones, incentivo según la herramiente TRIZ para la aplicación en innovación de máquinas.

1. Segmentación (fragmentación)	11.Amortiguación anticipada.	21. Velocidad.	31. Porosidad.
2. Separación/Extracción.	12.Equipotencionalidad.	22. Conversión de efectos dañinos de beneficios.	32. Cambio de color
3. Calidad local.	13.Inversión.	23. Feedback.	33. Homogeneidad.
4. Cambio de simetría.	14.Incremento de Esferoidalidad.	24. Intermediación.	34. Restauración y recuperación de partes.
5. Combinación.(consolidación).	15Dinamicidad	25. Autoservicio.	35. Transformación de parámetros físicos-químicos.
6.Universalidad. (multifuncionalidad).	16Parcialidad o excesividad.	26. Copia.	36. Transición de fase.

7. Anidación.	17. Nueva dimensión.	27. Relación de coste-vida útil.	37. Expansión termica.
8. Contrapeso.	18. Vibraciones mecánicas.	28. Sustitución mecánica.	38. Fuerte oxidación.
9. Reacción previa.	19. Periodicidad de acciones.	29. Uso de construcción neumática o hidráulica.	39. Atmósfera inerte
10.Acción previa.	20. Continuidad de acciones útiles.	30. Películas flexibles o membranas delgadas.	40. Composición de materias primas.

Fuente http://www.triz40.com/aff_Principles.htm.

Figura 2 Dientes de trituración



Etapa 5.Integración de protocolo para gestión de patente de propiedad intelectual: Con la información de la etapa 4 se desarrolla la matriz que nos ayudará a innovar una máquina trituradora portátil con la ventaja que trabaja a 127 Volts. Las normas oficiales que aplican hasta este momento es:

NOM-016-ENER-2010, Eficiencia energética de motores de corriente alterna, NOM-004-ENER-2014, NOM-0022-ENER-SCFI-2014.

Figura 3 Dientes de trituración acoplado al motor eléctrico

Se puede describir como un aparato que transforma la corriente eléctrica en energía mecánica la venta de esta herramienta tecnológica es que con la información hasta este momento recabada para el diseño nos ayuda hacer la propuesta de patente o modelo de utilidad.

Las ventajas técnicas que presenta la invención son: máquina que se trabaja a un voltaje de 127 V. Tiene una borda o barrera de protección al momento que se introduce la botella plástica. Se puede almacenar o transportar en cualquier posición, contiene un pequeño compartimiento de almacenamiento, la trituración es en forma de hojuela, tienen sistema de protección contracorriente.

CONCLUSIÓN

La herramienta utilizada de la teoría de la solución de problemas de inventiva "TRIZ", demostramos que la metodología paso a paso en la innovación de una máquina para triturar el material plástico para dimensiones de envases de hasta 1.5 litros y además, con esta información se iniciara la patente de dicha máquina. La construcción de la máquina a partir del conocimiento de la herramienta trae muchas ventajas evitando pruebas y error. También el uso de herramientas tecnológicas de dibujo digital, en la cual podemos obtener medidas reales y puntos de construcción importante, como donde se soporta el motor eléctrico y el acoplamiento mecánica entre motor y cuchillas de trituración. Al final toda esta información nos ayudará para solicitar la protección intelectual de la nueva invención.

La ventaja de ser una máquina portable lista para usarse en cualquier momento solo requiere una conexión a 127 volts CA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Design of a Learning Scenario for Museums Using TRIZ and ACT. (2013).

Administración al (n.d.). Ecodiseño de productos y servicios, 6–7.

Aguilar-Zambrano, J. A., Valencia, M. V., Martínez, M. F., Quiceno, C. A., & Sandoval, C. M. (2012). Uso de la Teoría de Solución de Problemas Inventivos (TRIZ) en el análisis de pro-ductos de apoyo a la movilidad para detectar oportunidades de innovación. Ingeniería Y Competitividad, 14(1), 137–151.

Antonio Méndez-Durán, J.Francisco Méndez-Bueno, Teresa Tapia-Yáñez , Angélica Muñoz Montes, Leticia Aguilar-Sánchez

Asociación Madrileña de Calidad Asistencial Metodología TRIZ para la creatividad e innovación. (2013). Confidencial Noviembre.

Ávila, J., González, S., Borja, V., & Espinosa, A. (2013). Using TRIZ Tools at Early Stages of a User Centered Design Process. In Volume 12: Systems and Design (p. V012T13A038). ASME. https://doi.org/10.1115/IMECE2013-65513.

Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. (2001). The Semantic Web. Scientific American, 284(5), 34–43. Retrieved from http://www.nature.com/doifinder/10.1038/scientificamerican0501-34.

Motores eléctricos. Mcgra-Hill.

Çengel, Y.A. Transferencia de Calor. 2ª ed. McGraw-Hill, 2006. ISBN 978-9701044841.

Chakrabarti, A. (Ed).(2002). Engineering Design Synthesis. Springer. pp. 131-149.ISBN 1852334924.

CHAPMAN, A.J. Transmisión de Calor. 3ª ed. Bellisco. Librería Editorial., 1990. ISBN 84-85198- 45-5. • KLEIN, S.A. y ALVARADO, F.L., “Engineering Equation Solver Software (EES)”, Academia Versión 6.271 (20-07-2001)..

ALGORITMOS DE SELECCIÓN DE ATRIBUTOS APLICADOS A UN ALMACEN DE DATOS COMERCIAL

SYDNEY RENE TOLEDO MARTÍNEZ[1], MAYRA FIGUEROA PRIETO[2], ISRAEL VIVEROS TORRES[3], GUSTAVO ZAMORANO GRANDA[4]

RESUMEN

Este artículo muestra las etapas de análisis, pre procesamiento y aplicación de algoritmo de selección de atributos, aplicados a una base de datos con información histórica de una empresa dedicada a ofrecer servicio de instalación, monitoreo y seguridad residencial y empresarial. El objetivo es utilizar las técnicas de procesamiento y selección de atributos (campos) para definir un almacén de datos que pueda ser utilizado para determinar el comportamiento de clientes con respecto a sus pagos, realizando una clasificación de los mismos tomando como referencia los atributos más relevantes contenidos en su información almacenada. La metodología propuesta abarca la etapa de análisis de la base de datos original, donde se visualizan las características que originalmente tiene, determinando criterios de selección para llevar a cabo el proceso de extracción de información, posterior al análisis exploratorio se aplican técnicas de preprocesamiento para refinar y depurar la información extraída y prepararla para la aplicación de algoritmos de selección de atributos(random forest, chi cuadrada, CFS, consistency e information gain). Finalmente se presenta los resultados obtenidos con los algoritmos de selección definiendo un modelo de datos limpio, depurado y preparado para ser utilizado para clasificar cliente y utilizarlo en aplicaciones futuras de la empresa.

Palabras clave: algoritmos de selección de atributos, modelo de negocios, preprocesamiento de datos

[1] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Alvarado.sidneyrene@hotmail.com
[2] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Alvarado.mfp3004@hotmail.com
[3] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Alvarado. ivt_imec@hotmail.com
[4] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Alvarado. gzamorano_g@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje automático(AA) es la rama de la inteligencia artificial que, utilizando el mecanismo de inducción, tiene como objetivo identificar y reconocer patrones de comportamiento a partir de información almacenada de manera individual y específica, generalizando el conocimiento y ofreciendo un mecanismo formal de inferencia utilizado para generar conocimiento y aprendizaje por medio de la computadora. En términos generales, el AA permite extraer conocimiento no observado de un ente (objeto de estudio), utilizando para ello información observada previamente del mismo objeto, permitiendo con ello predecir comportamiento futuros a partir de información almacenada históricamente.

Dentro de los mecanismos de AA, tomando en cuenta el tipo de información que requiere predecir, se encuentran los algoritmos de Clasificación, mismos que se categorizan en clasificación binaria o multiclase, esto dependiendo del número de "clases" especificadas dentro de la información analizada. Estos mecanismos tienen como objetivo predecir si un determinado elemento, pertenece a un tipo de categoría determinada, para realizar este proceso, la clasificación se puede realizar de forma "supervisada", en la que se establece de forma a priori una correspondencia entre las entradas y salidas deseadas, etiquetando cada salida con su clasificación correcta, generando con ella una función objetivo, con la que es evaluada los siguientes elementos de entrada; la forma "no Supervisada", cuenta solamente con elementos de entrada , sin establecer categorías de clasificación ni generando función objetivo, dejando al algoritmo como responsable de agrupar y generar las clasificaciones basándose en la información almacenada.

Para garantizar la calidad de los resultados obtenidos en este proceso, es necesario contar con un almacén de datos limpio, depurado y que, los atributos seleccionados, proporcionen la mejor relevancia para el modelo clasificado, y con ello, obtener resultados adecuados para la toma de decisiones y el correcto funcionamiento de los algoritmos de clasificación.

Parte del proceso de limpieza y depuración de los datos, se logra mediante técnicas de preprocesamiento, las cuales son encargadas de estandarizar la

información y generar un almacén de datos homogéneo; eliminando o agregando información de acuerdo a las reglas definidas para el modelo.

El procedimiento para seleccionar los atributos más relevantes implica algunas de las formas siguientes: la primera, es utilizar la experiencia del experto en el modelo a implementar, para seleccionar de manera empírica los atributos que considere importantes, eliminando aquellos que representen ninguna o muy poca relevancia para el modelo, o en su caso agregando atributos que crea necesarios para satisfacer las necesidades del almacén de datos a utilizar. La segunda forma, es la generada de manera computacional y automática, la cual se logra mediante la implementación de algoritmos de selección de atributos, los cuales de manera estadística generan un tabulador ascendente (ranking) con los atributos y su respectiva relevancia para el modelo estudiado, con ello se puede integrar un nuevo almacén de datos optimo que incremente la velocidad de procesamiento generando los mismos o mejores resultados que con el almacén de datos original y, aunque existen diversa técnicas implementadas por los algoritmos, los resultados dependen en gran medida de la calidad de la información del almacén de datos utilizado y del modelo que se esté estudiando.

DESARROLLO

ANÁLISIS DE LA BASE DE DATOS ORIGINAL

La fuente de la información que forma el almacén de datos, fue proporcionada por la empresa., misma que está formada por un total de 126 tablas dentro una base de datos llamada Issai, la cual cuenta en su totalidad con 1181 atributos y 130446 registros, conteniendo información histórica de sus clientes del año 2010 al año 2017, la información de la base de datos se exploró utilizando MySQL Workbench.

Extracción y selección de información de la Base de Datos Original

Para la selección de las tablas que formarán las propuestas de almacén de datos, se tomaron en cuenta dos criterios, el primero es, incluir las tablas que contengan información que relacione a los clientes y el comportamiento que tiene con los pagos que realiza por su servicio; el segundo criterio es, incluir las tablas que contengan la mayor cantidad de registros posibles después de aplicar el criterio 1

antes mencionado, por lo que, quedarán excluidas todas aquellas tablas que no contengan información de clientes y la relación con sus pagos y, en una segunda instancia del resultado obtenido se excluirán las que tengan el menor número de registros. Se muestran los resultados de aplicar del criterio 1 (Figura 1) y el criterios dos (Figura 2) de selección de tablas.

Fig. 1. Tabla resultado de la selección aplicando el criterio 1.

TABLA	No. Registros
Ciudades	37
Abonosmonitoreo	19444
Clientes	328
Cargosmonitoreo	21522
Cuentas	394
conceptoscxc	4
colonias	208

Fig. 2. Tabla resultado de la selección aplicando el criterio 2

TABLA	No. Registros
Abonosmonitoreo	19444
Clientes	328
Cargosmonitoreo	21522
Cuentas	394

Con este primer filtrado de la información de la base de datos, se reduce el número de tablas, en función de la relación cliente-cargos-abonos y de la cantidad de atributos y registros del almacén de datos. Identificando la relación existente entre las tablas cargosmonitoreo, abonosmonitoreo, cuentas y clientes.

Basados en este análisis realizado, se toma la determinación de integrar un único Dataset, que contenga los atributos de las tablas abonosmonitoreo, cargosmonitoreo, cuentas y clientes(ver tabla 1), ya que estas representan la información central de los clientes y su comportamiento con respecto a los pagos de sus servicios en la empresa.

Tabla 1. Tablas seleccionadas para el almacén de datos

TABLA	No. Registros
Abonosmonitoreo	19444
Clientes	328
Cargosmonitoreo	21522
Cuentas	394

Para realizar la integración del almacén de datos, se realizó una base de datos llamada siscom, utilizando MySQL Workbench que contiene solamente las tablas que se obtienen de la aplicación del criterio 1 y criterio 2 de selección (Figura 3). El modelo lógico de la base de datos, después del proceso de extracción y selección exploratoria de la base de datos original de la empresa, queda conformado como se muestra en la figura 4.

Figura 3. Integración de la BD Siscom con las tablas seleccionadas

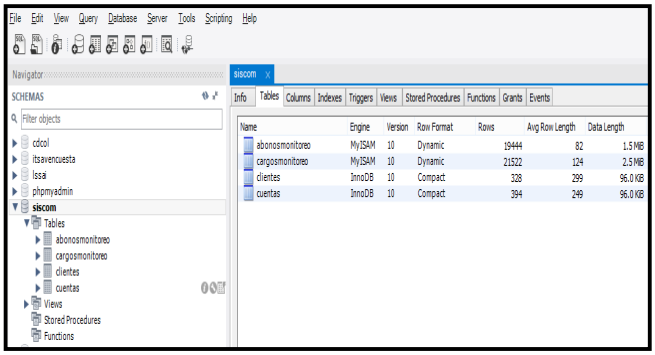
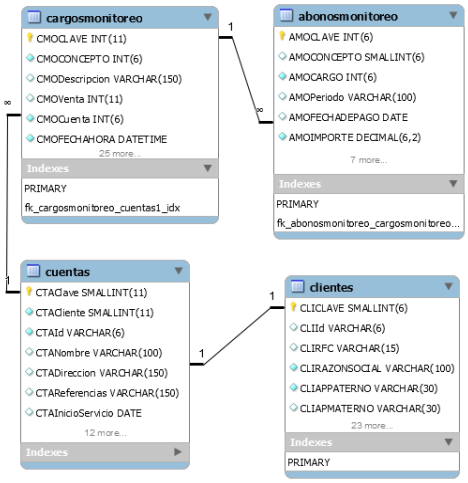


Fig. 4. Modelo lógico de la Base de datos Siscom generado



INTEGRACION DE ALMACENES DE DATOS

Con esta información seleccionada, se realizaron dos propuestas de almacén de datos, las cuales se diferencian por el tipo de relación que se establece para integrar los almacenes de datos. Para ambas propuestas es necesario tener presente que el procedimiento de la empresa establece que, para cada uno de los servicios prestados (venta, instalación o monitoreo mensual), se genera un cargo de manera automática en la tabla cargomonitoreo, una vez que este cargo es

pagado, se realiza un registro en la tabla abonosmonitoreo el cual relaciona al cargo generado y esta a su vez con la cuenta y datos del cliente. Teniendo en cuenta este funcionamiento interno de la empresa, las propuestas se integran de la siguiente manera:

- Propuesta 1. Relación Abono-Cargo(abonomonitoreo-cargosmonitoreo): Esta propuesta de almacén de datos, contiene los atributos que el experto de la empresa considera que son necesarios para integrar la aplicación, se maneja la tabla abonosmonitoreo como principal. Por ello que el número de registros es similar al tamaño de la tabla abonosmonitoreo. Esta propuesta de Dataset cuenta con 19443 registros un total de 25 atributos.
- Propuesta 2. Relación Cargo-Abono(cargosmonitoreo-abonosmonitoreo): Esta propuesta de almacén de datos, surge como resultado del análisis de los datos, para ello, se toma en cuenta para su integración, la importancia que recae sobre la tabla cargosmonitoreo. Por esta situación en el Dataset existe una cantidad mayor de registros que en la primera propuesta. Esta propuesta de Dataset cuenta con 89 atributos y 22245 registros.

PREPROCESAMIENTO DE DATOS

Una vez que se integraron las propuestas de dataset, el siguiente paso es realizar la etapa de preprocesamiento, para lo cual se tienen que realizar los siguientes pasos, en cada uno de los almacenes de datos propuestos:

1. Completar o eliminar valores incompletos o faltantes.
2. Detectar valores atípicos(outliers)
3. Corregir datos inconsistentes

Paso 1: Completar o eliminar valores incompletos o faltantes

Para determinar el número de valores faltantes, se realizó un filtrado de los atributos de cada uno de los Dataset propuestos, especificando el número de valores NULL y el número de datos que tenían valores faltantes, obteniendo los siguientes resultados: Para el Dataset 1, no se encontró ningún atributo con espacios en blanco, ni tampoco valores nulos en su contenido. Por lo que no se tuvo que realizar ningún proceso de sustitución ni de eliminación.

Mientras que para el Dataset 2, se encontró un total de 163927 espacios en blanco, que correspondían a omisiones al momento de la captura del registro y, un total de 194244 valores con el valor NULL, correspondiente a errores de omisión al momento de la captura y porque no existían abonos para todos los cargos que estaban generados. Dichos campos vacíos, fueron sustituidos por el valor 0 para el caso de los atributos numéricos, con el valor S/D(Sin Definir) para el caso de los atributos tipo texto y en algunos casos, con el valor que representaba el valor de la moda en ese atributo.

Paso 2: Detectar valores atípicos(outliers)

Por medio de filtros en Microsoft Excel y de manera exploratoria, se determinó que ninguno de los Dataset, tenían valores atípicos en sus atributos, esto debido a que la información correspondía a claves integradas por números secuenciales, fechas y descripciones o conceptos de tipo texto, además de contar con campos categorizados de manera numérica, solo en el caso del atributo CMOIMPORTE se encontraban datos que salían de los parámetros normales de información del atributo, esto debido a que existen servicios que tienen un mayor importe, comparado con el parámetro moda de este atributo, correspondiente al pago de monitoreo mensual.

Paso 3: Corregir Inconsistencias.

Se modificó la información del Dataset 1 y Dataset 2, debido a que las informaciones contenidas en estos campos presentaban problemas en la codificación del texto, no apareciendo la letra ñ ni las letras acentuadas de manera correcta por lo que, se modificación por la letra n y por las letras sin acentos. Se modificó para ambos almacenes el formato de los atributos tipo fecha, esto con la finalidad de unificar los campos y poder utilizarlos en operaciones futuras, ya que se encontraban con el formato dd/mm/yyyy hr:min:seg y, para hacer las operaciones solo se necesitaba el formato dd/mm/yyyy.

En resumen para el almacén propuesto 1, se realizó un total de 47 valores inconsistentes y 1563 reemplazos, mientras que para el almacén 2, se realizaron

un total de 69 valores inconsistentes y 4331 reemplazos en la información almacenada.

CREACIÓN DE ATRIBUTOS NUEVOS.

Se agregaron en ambos dataset tres atributos más que llamados, diasPlazo, diferenciasDias y tipoCliente, mismos que son necesarios para categorizar cada uno de los registros almacenados agregando un criterio de clasificación a la información. El Atributo diasPlazo almacenará los días que tiene de vigencia para realizar el abono para cada uno de los cargos generados, esto atributo tiene como resultado la diferencia entre el atributo CMOFECHADEVENC que tiene la fecha donde vence el cargo realizado y el atributo CMOFECHAHORA que contiene la fecha donde se genera el cargo, el atributo diferenciasDias contiene la suma del atributo días de plazo(diasPlazo) con la diferencia que existe entre la fecha de abono(AMOFechaDePago) y la fecha de vencimiento del plazo(CMOFECHADEVENC). El atributo tipoCliente contiene un valor nominal de acuerdo al atributo diferenciasDias (ver Tabla 2).

Tabla 2. Valor nominal para al atributo tipoCliente

CONDICION ATRIBUTO diferenciasDias	**VALOR**
Si valor es negativo(-)	Anticipado
Si el valor es entre 0 y 10	Normal
Si el valor es mayor a 10	Moroso

Por último se agregó el atributo tipoCliente, el cual permite categorizar de forma nominal(ANTICIPADO, NORMAL y MOROSO) a cada uno de los registros contenidos en los dos Dataset, tomando como base del valor del atributo diferenciasDias(ver tabla 2), con ello se obtiene la columna de clasificación que es utilizada en la implementación de los algoritmos de selección de atributos y en las pruebas a realizar con los algoritmos de clasificación de weka.

Con esta operación queda procesado el Dataset 1 contando con un total de 28 atributos, de los cuales son 8 son de tipo texto, 17 numéricos y los 3 restantes son del tipo fecha y, 19441 registros correspondientes al primer Dataset. Mientras que el Dataset 2 queda formado con 92 atributos, de los cuales 26 son de tipo

texto, 53 de tipo numérico y 10 de tipo fecha contando con 22245 registros. Se generaron los archivos con extensión .csv separados con comas para su utilización en R.

IMPLEMENTACIÓN DE ALGORITMOS DE SELECCIÓN DE ATRIBUTOS

Para realizar la implementación de los algoritmos de selección de atributos contenidos en el paquete FSelector, se utiliza la version 0.21 del paquete y se utiliza R en su version 3.4.1.

PREPARACIÓN PARA APLICAR ALGORITMOS DE SELECCIÓN.

Como se menciona anteriormente, los algoritmos aplicados en este trabajo son random forest, chi cuadrada, CFS, consistency e information gain, cuyo funcionamiento se encuentra descrito en [ ][ ][ ] y [ ] de las referencias, cabe mencionar que para aplicar estos algoritmos a cada uno de los almacenes, se realizaron adecuaciones a los atributos, los cuales son descritos a continuación:

Eliminación de atributos no aceptados

Una de las operaciones que se realizó a cada uno de los Dataset, es la eliminación de atributos no aceptados por los algoritmos antes mencionados, estos atributos por el tipo de información que contienen representan para los algoritmos un número de categorías no aceptados para su funcionamiento (aproximadamente 53 categorías). Dentro de estos atributos se encuentran las claves, id, direcciones, descripciones como nombres, apellidos o campos con información de edades.

Ante esto se revisaron cada uno de los Dataset y se eliminaron los atributos que contenían este tipo de información y que representa información de poco relevancia para la clasificación

Transformar atributos categóricos a numéricos

En esta etapa se realizó la conversión de datos nominales a datos numéricos para los campos que tenían información de tipo nominal, por ejemplo el atributo CMOSTATUS que tenía como valores 3 tipos de información “PAGADO”, “CONDONADO” O “PENDIENTE”, se sustituyó por los valores numéricos 1, 2 y 3

respectivamente. Alguno atributos solo fue necesario transformar a dos valores numéricos, 1 para valores “Si” y 2 para valores “No”. Para los atributos que no estaban definidos y que se etiquetaron con el valor “S/D” (Sin Definir), se sustituyeron por valores numéricos -1.

Fragmentar fechas.

Este proceso consistió en dividir los campos tipo fecha en el formato dd/mm/yyyy en atributos separados en 3 atributos respectivamente. La nomenclatura para etiquetar los atributos fue anteponiendo la palabra día, mes o anio al nombre del atributo, de esta forma por ejemplo el atributo CMOFECHAVENC, fue dividido en diaCMOFECHADEVENC, mesCMOFECHADEVENC y anioFECHADECVENC. Con esta transformación de los almacenes de datos propuestos para los algoritmos de selección de atributos, se generaron dos propuestas adicionales de datasets con la cantidad de atributos presentados en la tabla 3.

Tabla 3. Dataset originales y generados para aplicar algoritmos de selección de atributos

DATASET	**Cantidad de Atributos**
1.- Dataset Original de la Propuesta 1	28 Atributos
2.-Dataset generado de la propuesta 1 con la transformación	11 atributos
3.-Dataset Original de la Propuesta 2	92 atributos
4.-Dataset generado de la propuesta 1 con la transformación	72 Atributos

Con esta información, se realizan los experimentos, aplicando 5 algoritmos de selección de atributos a cada uno de los Dataset, obteniendo los siguientes resultados mostrados en la tabla 4.

Es indispensable tener en cuenta, que los algoritmos de selección de atributos, generan una salida que puede ser en dos formas distintas, la primera generando un Dataset (subset) con los atributos más relevantes, la segunda, generando una salida con un valor ponderado de la importancia que tiene cada atributo con respecto atributo de clasificación(ranking). Tomando en cuenta los resultados obtenidos de la aplicación de los algoritmos de selección de atributos, se concluye que el Dataset formado por 72 atributos, es el que genera resultados para todos los algoritmos de selección, descartando los Dataset 1, 2 y 3 debido a que no

generan resultados para alguno de los algoritmos seleccionados. En la figura 7 se muestran los resultados obtenidos utilizando el Dataset 4 formado por 72 atributos.

Tabla 4. Resultados de la Ejecución correcta de los algoritmos de selección de atributos para cada dataset.

DATASET	RANDOM FOREST	CFS	CHI SQUARE	CONSISTENCY	INFORMATION GAIN	ALGORITMOS APLICADOS
1	No Aplicado	Aplicado	Aplicado	Aplicado	Aplicado	4
2	Aplicado	Aplicado	No aplicado	Aplicado	Aplicado	4
3	No Aplicado	Aplicado	Aplicado	Aplicado	Aplicado	4
4	Aplicado	Aplicado	Aplicado	Aplicado	Aplicado	5

Fig. 5. Resultados de aplicar algoritmos de selección de atributos para el Dataset con 72 atributos

Fig. 6. Número de Coincidencias de los atributos y valor de ponderación máximo

ORDENADO POR COINCIDENCIA EN LOS ALGORITMOS					
ATRIBUTO	COINCIDENCIAS	VALOR MAXIMO	ATRIBUTO	COINCIDENCIAS	VALOR MAXIMO
CMODiaCondonado	4	0.64305978	AMOANIOPAGO	2	0.43939471
AMODIAPAGO	4	0.58791476	AMOCONCEPTO	2	0.41584584
AMOTRANSACCION	3	0.75924584	CTAAnioInicioServicio	2	0.433305766
CMOStatus	3	0.77298074	CTAPreventivo	2	0.34499872
AMOMESPAGO	3	0.38586419	CMOAnioCondonado	2	0.31257274
AMOCAPTURO	3	0.55925449	CTADiaFinServicio	2	0.63537698
AMOSTATUS	3	0.54096126	CMOCONCEPTO	1	Sin ponderacion
CTADiaInicioServicio	3	0.62337037	CMOANIO	1	Sin ponderacion
CTAAnioAlta	3	0.438232362	CMODIAVENC	1	Sin ponderacion
CTAAnioFinServicio	3	0.4812131	CMOParcialidad	1	Sin ponderacion
CTADiaAlta	3	0.63575542	CTAAnual	1	Sin ponderacion
CMODIA	2	0.87992152	CLIImprimeRecibos	1	Sin ponderacion
CMOMES	2	0.71953121	CMOPeriodoMes	1	0.74767689
CMOMESVENC	2	0.62504861	CTAMesInicioServicio	1	0.60434236
CMOMesCondonado	2	0.65120306	CTAMesAlta	1	0.59223178
CTAMesFinServicio	2	0.61064146	CLIClasificacion	1	0.53495545
CTAFormaPago	2	0.56016124	CTARuta	1	0.50220442
AMONUMEMPRESA	2	0.75924584	CLICIUDAD	1	0.47896182

Los colores identifican los atributos repetidos que coinciden en cada uno de los algoritmos, la información resumida se encuentra en la fig. 8. Se toma como base los 18 atributos generados por el algoritmo de CONSISTENCY, el cual generó un selección de 18 atributos, por lo que se comparan con los 18 mejores atributos rankeados de los algoritmos Chi Square, Information Gain y Random Foreste, se incluye además el único atributo del subset generado por el algoritmo CFS. En la figura 8, se muestra las coincidencias que tienen los atributos en los distintos

algoritmos, junto con el valor de ponderación máximo que tiene cada uno de los atributos.

Con estos resultados, se identifican claramente la cantidad de coincidencias que existen en los atributos generados por los algoritmos de selección de atributos y los valores máximo de ponderación, que permiten definir un ranking de relevancia de los atributos basándose en el comportamiento que tienen los clientes con relación a sus pagos.

Se observa además que existen 6 atributos que solo aparecen en un solo algoritmo y que no tienen valor de ponderación, por lo que no se pueden considerar dentro del Dataset rankeado por desconocer la importancia cuantificable que tienen para la clasificación.

METODOLOGÍA

La metodología propuesta para el presente trabajo consta de 4 pasos, los cuales son descritos a continuación:

1. Análisis de la base de datos original: La base de datos proporcionada está formada por 126 tablas, por lo que, el primer paso es identificar las tablas que contengan información que pueda ser utilizada por el modelo y eliminar de la base de datos las tablas que contengan información poco relevante. El resultado de este primer análisis, es un conjunto de tablas reducido. Se usará para este procedimiento Mysql WorkBench y Microsoft Excel.
2. Preprocesamiento de Datos:Consiste en la generación un almacén de datos depurado, limpio y normalizado (original). Esta operación se realizará utilizando Mysql WorkBench y Microsoft Excel
3. Implementar algoritmos de Selección de Atributos: Motivados por los reportes de rendimientos descritos en [1] se implementarán los algoritmos de filtro: CFS, Chi-Cuadrada, Information gain, random forest y consistencia. Utilizando el paquete Fselector del software R.
4. Integración del Nuevo Dataset Rankeado: Se seleccionarán los atributos que presenten la mejor relevancia basándose en el ranking de atributos generados por los algoritmos.

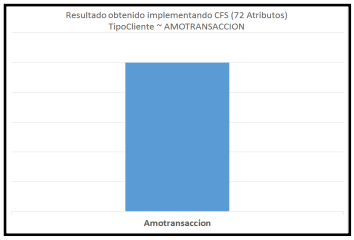
Se muestra de manera gráfica la metodología utilizada para la realización de este trabajo de investigación (Figura 9).

Fig. 7. Metodología del Proyecto

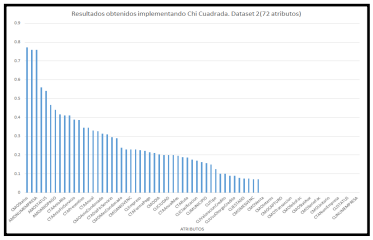
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultados observables, se logra la extracción y selección de las tablas de la base de datos original, que tienen relación los con los clientes y pagos que realizan (cargos-abonos). Con la base de datos resultante, se generan dos propuestas de almacén de datos, estableciendo en la primera propuesta la relación abono-cargo y en la segunda propuesta la relación cargo-abono, definiendo un conjunto de atributos y cantidad de registros distintos para cada una de las propuestas. Se aplican a las dos propuestas generadas de almacén de datos, técnicas de preprocesamiento de datos, para refinar y depurar la calidad de la información y prepararlas para aplicar algoritmos de selección de atributos. Con este resultado se obtienen dos almacenes de datos sin espacios nulos, vacios y sin inconsistencias, además de son agregados campos que permiten generar una clasificación correcta de la información. Este procesamiento incluye la transformación y/o adecuación de los datos para que sean reconocidos por los algoritmos de selección, creando dos Dataset adicionales a los originales. A estos 4 almacenes de datos se les aplicaron los algoritmos de selección de atributos.

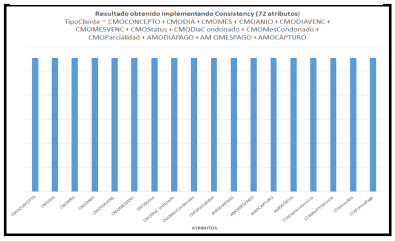
ALGORITMO CFS



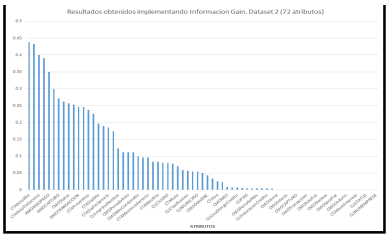
ALGORITMO CHI SQUARE



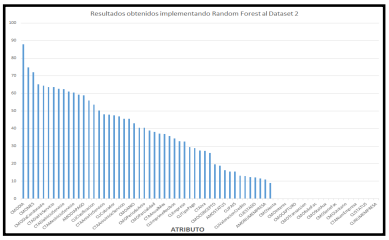
ALGORITMO CONSISTENCY



ALGORITMO INFORMATION GAIN



ALGORITMO RANDOM FOREST



Como resultado de la aplicación de los algoritmos, se determinó que solo el Dataset que consta de 72 atributos fue el que mostro resultado para los 5 algoritmos utilizados en el presente trabajo. A continuación se muestra las gráficas que resultan de la aplicación de los algoritmos de selección de atributos al almacén de datos con 72 atributos.

Comparando los resultados obtenidos de los subsets generados y de las ponderaciones se definió finalmente un dataset final con 30 atributos y 22245 registros.

Este resultado representa la etapa que se encuentra el presente trabajo, quedando para trabajos futuros, la realización de la clasificación de los clientes utilizando los dos almacenes de datos formados hasta este momento, el primero que consta de 72 atributos, proveniente de las etapas originales de la selección, extracción y preprocesamiento y, el segundo Dataset formado por 30 atributos más relevantes, generado con los resultados arrojados por los algoritmos de selección de atributos, el siguiente paso es probar los algoritmos de clasificación y comparar los resultados obtenidos para visualizar de los dos almacenes de datos, cual es el más eficiente y adecuado para clasificar a los clientes de la empresa.

CONCLUSIONES

El presente trabajo representa una aportación para empresas que no cuenta con los mecanismos para el análisis de datos, y que necesitan estandarizar y homogenizar el historial de información que tienen almacenado, no importando el giro que estas tengan, generando conocimiento de la información que tienen almacenada, ofreciendo ventajas competitivas que permitan aplicar inteligencia de negocios en beneficio de las empresas.

Con los resultados obtenidos, se visualizan, los siguientes trabajos a corto y mediano plazo: realizar el modelo de clasificación de clientes, con el ó los dataset generados, identificando cual o cuales son los que generan mejores resultados para este propósito. Para el caso específico del almacén de datos estudiado en este trabajo, se puede utilizar los resultados obtenidos para la generación de un Sistema de clasificación de clientes, que permita dar certeza financiera, sobre los ingresos mensuales que pudiera tener la empresa analizada tomando como base el comportamiento que tienen los clientes con relación a sus pagos. Se pueden implementar técnicas para dar certeza, al número de atributos óptimos que deben integrar el dataset de acuerdo a las características de aplicaciones futuras. Se recomienda, realizar trabajos que permitan medir con diferentes métricas, la eficiencia y costo de procesamiento de los diferentes Dataset generados. Utilizar técnicas de Deep Learning y comparar resultados obtenidos.

REFERNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Torruco, J. Feature Selection for Better Identification of Subtypes of Guillain-Barré Syndrome.(2014)

Aguilar, J., Diaz, N. Selección de atributos relevantes basada en bootstrapping. Actas del III Taller Nacional de Minería de Datos y Aprendizaje, TAMIDA2005, pp.21-30 ISBN: 84-9732-449-8

Ruiz, R.,Aguilar J.,Riquelme Jose. Evaluacion de Rankings de atributos para clasificacion. Departamento de Lenguajes y sistemas informaticos. Universidad de Sevilla, España.

RDocumentacion/FSelector homepage, https://cran.r-project.org/web/packages/FSelector/FSelector.pdf, última modificación 2016-06-30.

RDocumentacion/Random Forest, https://www.rdocumentation.org/packages/FSelector/versions/0.21/topics/random.forest.importance, , última modificación 2016-06-30.

RDocumentacion/CFS, https://www.rdocumentation.org/packages/FSelector/versions/0.21/topics/cfs, , última modificación 2016-06-30.

RDocumentacion/Chi.square,https://www.rdocumentation.org/packages/FSelector/versions/0.21/topics/chi.squared, , última modificación 2016-06-30.

RDocumentacion/Consistency, El algoritmo encuentra el subconjunto de atributos usando la medida de consistencia para datos continuos y discretos, , última modificación 2016-06-30.

Beltrán, B. Minería de Datos. Facultad de Ciencias de la computacion. BUAP.

Botia, J. Preprocesado de Datos. Departamento de ingeniería de la información y las comunicaciones. Universidad de Murcia.

SISTEMA INTEGRADOR DE CONTROL INDUSTRIAL EN EMPRESA PROCESADORA DE CACAO

ANDRÉS CASTELLANOS GALLARDO[1], MANUEL PRISCILIANO RALERO DE LA MORA[2], MARÍA ANGÉLICA CERDÁN[3], MIGUEL ÁNGEL SÁNCHEZ MARTÍNEZ[4], RODRIGO RODRÍGUEZ FRANCO[5], RICARDO HERNÁNDEZ ROMERO[6]

RESUMEN

En el presente trabajo se presenta el desarrollo, diseño y la validación mediante simulación de un sistema integrador de los procesos de producción para la automatización en las áreas de prensado, temperado y molienda, que incluya la integración de dichas operaciones a través de una Interfaz Hombre-Máquina (HMI, de sus siglas en idioma inglés Human Machine Interface), que permitan un control y monitoreo integral desde una estación supervisora.

Palabras clave: Sistema, Control Industrial, Interfaz, Automatización, Procesos, Métodos

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información y las comunicaciones, así como los avances en la ingeniería electrónica, han tenido múltiples impactos tanto en la vida cotidiana como en el ámbito productivo y comercial. En el entorno industrial, se pueden encontrar aplicaciones en la gestión del modelo de negocios y en los aspectos de automatización, los cuales impactan en el control de los procesos de fabricación.

Desde los inicios de la era industrial hasta la actualidad, la automatización ha pasado de ser una herramienta de trabajo deseable a un recurso indispensable para optimizar la productividad y para competir en un mercado globalizado. Así mismo, en los procesos permite aumentar la calidad de los productos, reducir los tiempos de elaboración, realizar tareas complejas con menor margen al error

[1] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Xalapa
[2] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Xalapa
[3] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Xalapa
[4] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Xalapa
[5] Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Xalapa
[6] Intercambio Mexicano de Comercio. S.A de CV

humano, disminuir los desperdicios o las piezas mal fabricadas, y especialmente incrementar la rentabilidad y potenciar el escalamiento productivo.

Una empresa agroindustrial tomada como caso de estudio, inició con la comercialización de productos agrícolas tanto a nivel nacional como internacional; y con la intención de abordar nuevos mercados, se inició en la industrialización de subproductos del cacao (Theogroma cacao I.), de gran rentabilidad y demanda actualmente.

Así, en esta extensión hacia productos transformados, se planteó un esquema productivo automatizado, con el objetivo de posicionarse en un nivel competitivo del mercado nacional y de exportación.

A través de una inversión realizada por la empresa, se desarrolló una planta industrializadora de cacao, ubicada en el estado de Veracruz, México. Esta fábrica tiene implementados los procesos de: limpia, selección de granos, tostado, molienda, temperado y prensado, todos con controles electrónicos locales, no integrados a un sistema centralizado. Este esquema no integrado, ha generado un problema de eficiencia y eficacia en el control de la producción.

Para el desarrollo de la ingeniería del proyecto, se aplicaron los conocimientos especializados relativos al desarrollo de software, el control y la automatización industrial, en el ámbito de los Sistemas Computacionales de uso especializado, presentándose los resultados bajo el siguiente orden:

- Planteamiento: Que contiene los objetivos generales y específicos, así como los alcances y limitaciones del proyecto; también se expone la metodología que será utilizada para el desarrollo y prueba del software de control.
- Requerimientos y análisis: Que contiene la identificación de las variables y parámetros a controlar, y los diseños tanto algorítmicos como de interfaces y de pruebas.
- Diseño y simulación: Que contiene el detalle de la simulación del software control y las funcionalidades del HMI, así como las pruebas del sistema y de aceptación del usuario.

ANÁLISIS METODOLÓGICO

La investigación incluye tres fases en su desarrollo, las cuales son:

- Diagnóstico: En esta etapa se llevó a cabo una revisión y levantamiento de la infraestructura y los sistemas actuales, lo que permitió conocer los procesos de la empresa, los elementos materiales con los que se cuenta y explorar las necesidades para definir el alcance del proyecto.
- Desarrollo del software: Para el desarrollo del sistema, se implementó el modelo de desarrollo secuencial, conocido como “de cascada”.
- Validación: Para la prueba y validación del sistema se implementaron las técnicas de prueba basadas en autómatas de estados.

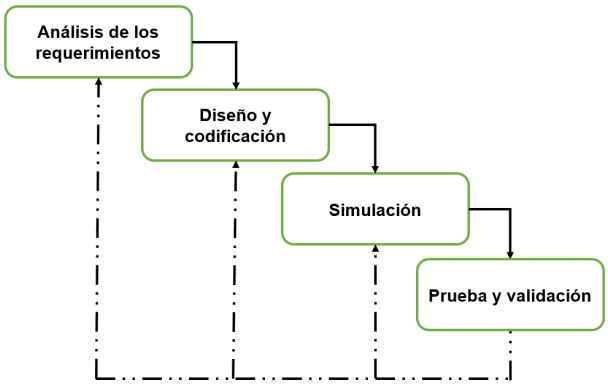
A continuación se detallan los modelos y técnicas aplicados en cada una de las fases.

Fase 1. Diagnóstico

El diagnóstico se lleva a cabo in-situ en las instalaciones de la planta industrial caso de estudio, a través de una estancia en la empresa. El trabajo desarrollado está basado en los siguientes pasos:

- Recorrido y explicación de los procesos que sigue la transformación del cacao desde su llegada, hasta el embarque del producto terminado.
- Explicación y revisión por parte del experto, sobre el esquema de control en las áreas de molienda, prensado y temperado.
- Revisión de los planos y diagramas de los procesos.
- Inspección y descripción de equipos disponibles y cableados.
- Elaboración del informe e integración de resultados.

Figura 1. Etapas de la metodología en cascada



Fase 2. Modelo de desarrollo de software

Para el desarrollo de este proyecto se aplica la metodología en cascada, la cual es un modelo lineal - secuencial, utilizado en el desarrollo de software, donde el diseño fluye desde un punto inicial, pasando por varias etapas diferentes, hasta la conclusión del mismo en un punto final, como se muestra en la figura 1.

A continuación se describen cada una de las etapas y la función que tienen en el desarrollo del proyecto:

- Análisis de los requerimientos: En esta etapa se recabaron los requisitos funcionales y de información que solicita el usuario y se diseñó un diagrama de flujo para que el cliente valide que los requisitos están plasmados correctamente.
- Diseño y codificación: En esta etapa se diseñó la interfaz HMI y el algoritmo de control, así mismo, se ejecutaron simulaciones offline y depuración de errores como tarea de verificación, así mismo se realizaron presentaciones de las versiones al cliente, el cual validó la consistencia del sistema con sus requisitos.
- Simulación: En esta etapa se llevan a cabo las pruebas a nivel de simulación del hardware y del software de control.
- Prueba y liberación: En esta etapa se verifica que todos los componentes del sistema y el software de control, funcionen correctamente y cumplan con los requisitos del cliente, en términos de simulación.

Fase 3. Validación

Como se mencionó anteriormente, el último paso del modelo de desarrollo en cascada, es la prueba y liberación, éstos constituyen la tercera y última fase del proyecto. La validación, se llevó a cabo con una prueba de sistema en conjunto con el usuario, a través de la elaboración y diseño de un procedimiento de prueba, y casos de prueba diseñados con base a flujos por autómatas de estado.

DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DEL PROYECTO

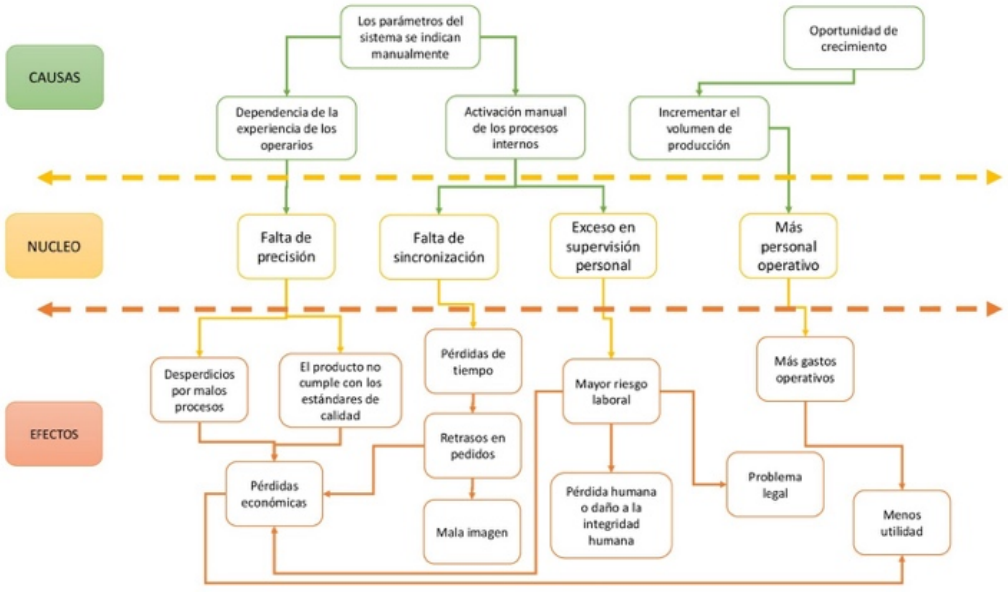
PLANTEAMIENTO

Para realizar el planteamiento de la problemática se genera el mapa de problemas, el cual ayuda a identificar la problemática que se presenta actualmente en la planta del caso de estudio. El mapa lo podemos observar en la figura 2.

Como resultado del análisis de la problemática fue posible identificar los siguientes problemas técnicos:

- Falta de precisión: Carencia en la capacidad de un instrumento, equipo o proceso de dar el mismo resultado o un resultado bajo ciertos parámetros de fabricación permitidos, de manera repetida y bajo los mismos parámetros, para mantener un nivel de calidad adecuado en los productos (intermedios o finales.
- Falta de sincronización entre procesos: Desviaciones de ajuste temporal en la secuencia de ocurrencia de los procesos predefinidos para el proceso global de transformación de la materia prima en productos terminados.

Figura 2. Mapa de problemas.



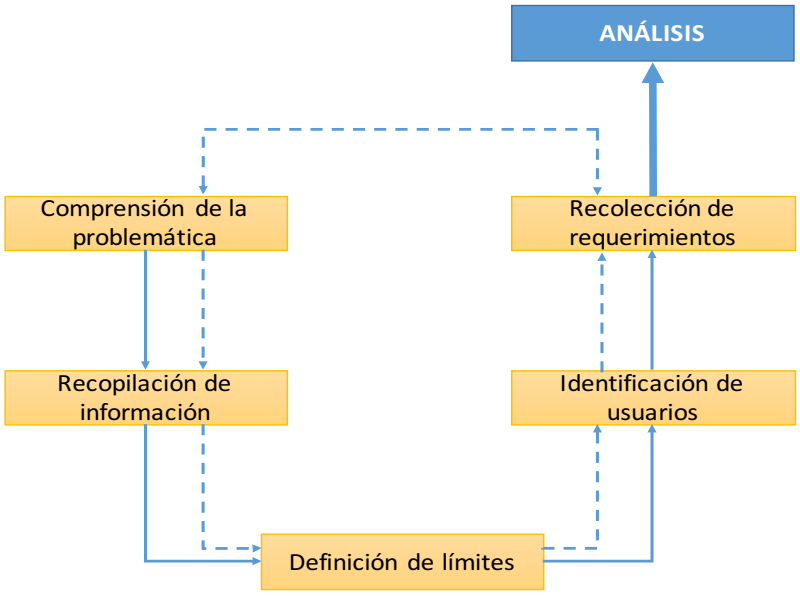
Por lo que el objetivo general para el desarrollo de este proyecto fue diseñar y simular un sistema integrador de los procesos de control para la automatización de la planta procesadora de cacao, en las áreas de prensado, temperado y molienda

para la dosificación, así como realizar la interfaz de control para las operaciones requeridas; con la finalidad de mejorar la precisión y sincronización de estos procesos.

REQUERIMIENTOS Y ANÁLISIS

Este apartado se llevó a cabo siguiendo el proceso para obtención de requerimientos que se ve en la figura 3, y mediante una entrevista con los usuarios y el ingeniero del cliente, se obtuvieron y describieron las necesidades, determinando así los requerimientos, en el proceso se entregaron documentos que describen la estructura tecnológica con la que cuentan así como también, los planos técnicos de cada área donde se procesa el cacao.

Figura 3. Proceso de obtención de requerimientos.



Durante una semana se recorrió, estudió y analizó la planta, para tener una mejor comprensión de los procesos y requerimientos planteados, así como, las variables involucradas en el proceso del control en las líneas de alimentación bajo estudio, clasificadas como variables de la investigación, las cuales son:

Variables independientes, que son monitoreadas para ser controladas:

- Niveles en los tanques de temperado.
- Peso en los tanques de molienda y prensado.

Variables dependientes, que son las relativas a la actuación y cuyo valor variará reflejando los cambios en las independientes:

- De tipo discreto los elementos ON-OFF de válvulas de apertura para las líneas de alimentación de fluido de cacao.
- De tipo discreto los elementos ON-OFF de sistemas de bombeo para la circulación del fluido de cacao.

Variables controladas, que deben mantenerse en niveles definidos durante el proceso, pero que son excluidas de la actuación automatizada, por lo que sólo son monitoreadas y manipuladas de manera manual.

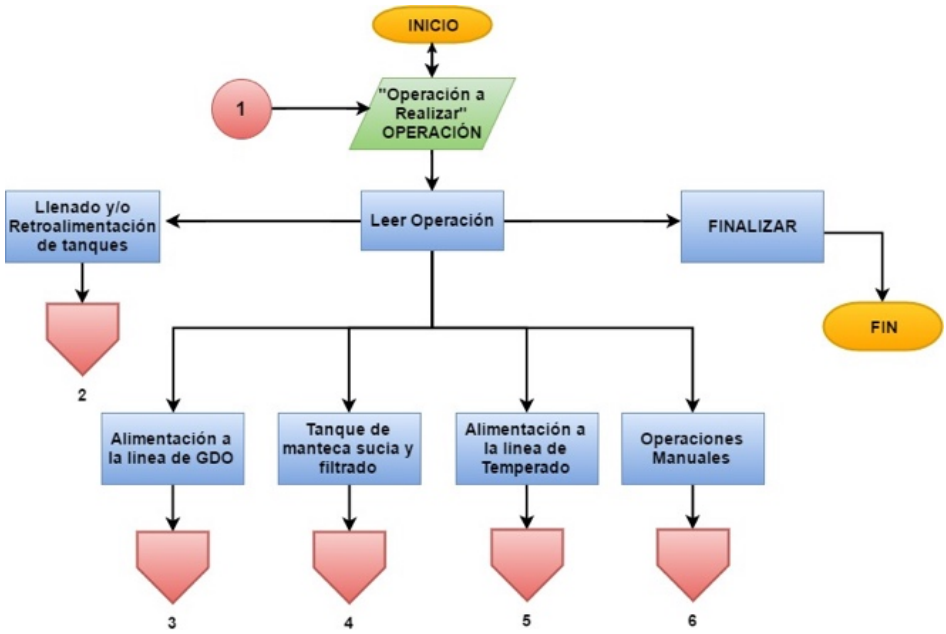
- Temperatura del agua circundante en las líneas de alimentación, sólo es monitoreada para indicar al operario que debe tomar una acción.
- De tipo discreto que son los elementos ON-OFF de los sistemas de bombeo para la circulación de agua caliente circundante en las líneas de alimentación. Que refiere sólo es un interruptor en el sistema para prender o apagar los equipos.

DISEÑO Y SIMULACIÓN

Para el diseño del algoritmo de control fue necesario una investigación de campo dentro de la planta para recabar información respecto a los elementos de trabajo, ejecuciones de operación, medidas de seguridad y parámetros de operación, tomando en cuenta también el estado y funcionamiento de los motores, válvulas, y conexiones eléctricas.

De acuerdo al diagrama de flujo para el algoritmo de control (ver figura 4), donde especifica los requerimientos y delimita los parámetros para iniciar el algoritmo de control, se desarrolló una librería en lenguaje C en donde el archivo tipo cabecera contiene todas las variables utilizadas y subrutinas para el desarrollo del algoritmo de control, en el código fuente se desarrolló el control para integrar los sistemas de control locales a uno solo, en un punto específico.

Figura 4. Diagrama de flujo para el algoritmo de control.



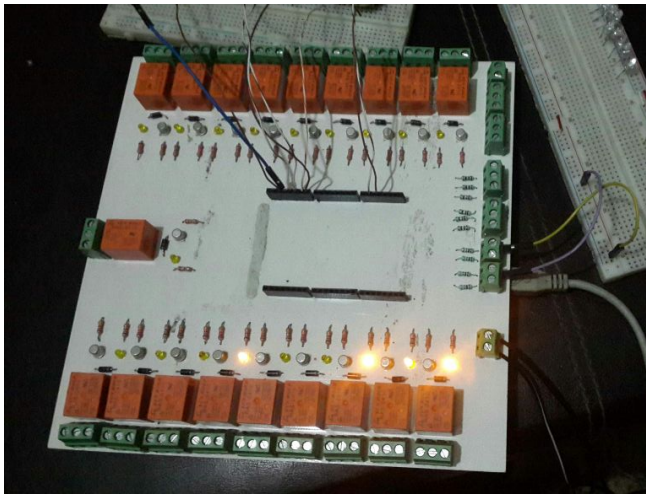
Se creó una librería que contiene subrutinas para recibir datos, procesarlos y ejecutar las tareas que el usuario le indique a velocidad máquina, incluyendo monitoreo de peso en tiempo real de las seis básculas ubicadas en el área de molienda y línea de GDO, además realiza lecturas para los sensores de nivel ubicados en los tanques de línea de temperado.

Adicionalmente se implementaron las subrutinas que permiten guardar la información de la lectura de las básculas en tiempo real, además de la recopilación de las tareas en ejecución, esto con el fin de no perder información cuando se presenten fallas eléctricas en la planta y el usuario pueda seleccionar las operaciones a continuar su tarea hasta llegar a su finalización.

Se desarrolló un programa en el IDE (de sus siglas en idioma inglés Integrated Development Environment) de Arduino para declarar los pines asignados del encendido de motores, para el envío de bits a los PLC (de sus siglas en idioma inglés Programmable Logic Controller) y entradas de lecturas analógicas y digitales. En el programa sólo se declaró una rutina general para dar inicio al ciclo de tareas.

Se diseñó e implementó un hardware en el cual se puede montar y desmontar un Arduino. Este hardware contiene un total de diecinueve salidas relé, de las cuales once son utilizados para la activación y desactivación de los motores dentro de las áreas, y los ocho restantes son para el envío de bits al PLC. Contiene ocho entradas para realizar lecturas, seis de tipo analógica para la lectura del peso real de las seis básculas y cuatro lecturas digitales para la lectura de los sensores de nivel de los tanques, tal como se ve en la figura 5.

Figura 5. Tarjeta construida para la prueba de funcionamiento del sistema.



RESULTADOS

La prueba y validación se llevó a cabo con una prueba del sistema en conjunto con el usuario, a nivel de simulación. Para ello se utilizó la tarjeta de prueba y seis potenciómetros los cuales simularon los seis básculas, así como, cuatro conexiones directas a voltaje para los sensores booleanos. Para los actuadores se ocupó una placa con 19 relés, 11 para la bombas que observa su activación gracias un led, y para las válvulas se ocuparon ocho relés acompañados de un led que representa de forma binaria cada una de las secuencias, como se puede ver en la figura 6 y 7.

Figura 6. Simulación y prueba del proceso.

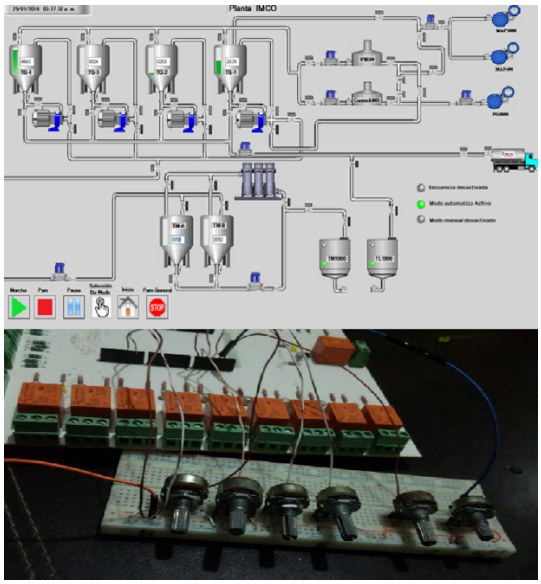
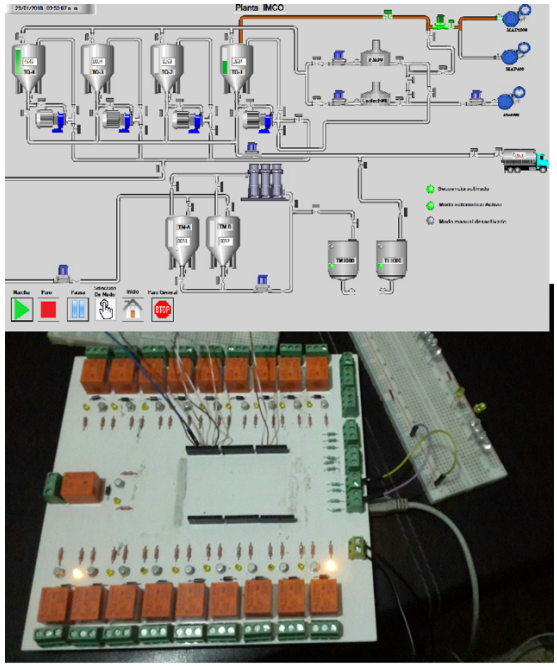


Figura 7. Simulación y prueba del proceso, secuencia activa.



Para llevar a cabo las pruebas se diseño de un procedimiento (protocolo) y casos de prueba diseñados en base a flujos por autómatas de estado, se demostró que el algoritmo de control tiene una eficiencia del 99% y cumple con los requerimientos establecidos por el usuario.

De igual manera, en la instrumentación se logró obtener cada uno de los datos necesarios para ser procesados de acuerdo al algoritmo de control y ser utilizados dentro del mismo. En la tabla 1 se muestra un resumen de los casos de prueba y sus resultados.
Por otro lado, la interfaz diseñada cumplió con las pruebas de usabilidad por parte del usuario, lográndose la integración al sistema.

CONCLUSIONES

Se puede decir que el uso de los sistemas de control para la automatización industrial, es una de las áreas de mayor crecimiento en la actualidad, que traen consigo beneficios y oportunidades a las industrias, y que van desde mejoras en sus procesos o líneas de producción, hasta el incremento de las utilidades, debido a que, con el uso de estas tecnologías se logra tener una mayor rapidez en los ciclos de trabajo, permitiendo también que los usuarios puedan tener desde un punto físico, todo el control de la planta, lo que les ayuda a tener una toma de decisiones más rápida y eficiente.

Tabla 1. Casos de prueba.

Id. Caso de Prueba	Descripción	Entradas	Salida Esperada	Salida Observada	Resultado Obtenido	Observaciones
1	Lecturas de sensores de temperatura (RTDS)	8 entradas análogas multiplexadas	Temperatura ambiente (25° - 27°C) Agua caliente (100°C)	Temperatura ambiente (20° - 29°C) Agua caliente (90° - 100°C)	La lectura presento una temperatura no constante y con un error de ±5°C	La lectura errónea se debe al ruido analógico, para ello se requiere un filtro (digital o analógico) para estabilizar la lectura
2	Lecturas de celdas de carga para monitoreo de peso	6 entradas análogas usando la transmisión 4-20mA	Peso aproximado a la cantidad de material dentro de los tanques (ej. 1500Kg)	Peso variado y no constante (ej. 1590Kg 1480Kg 1570Kg)	La lectura presento un error de ±40Kg a 90Kg	El problema se debe al ruido presentado en las entradas analógicas, se requiere un filtro (digital o analógico) para estabilizar la lectura
3	Lectura de sensores de temperatura (RTDS) con filtro digital.	8 entradas análogas multiplexadas	Temperatura ambiente (25°C-27°C) Agua caliente (100°C)	Temperatura ambiente (25°C-26°C) Agua caliente (99°C - 100°C)	La lectura presento temperaturas constantes con un error poco presencial de 1°C	El filtro digital amortiguo las lecturas analógicas, permitiendo que la temperatura sea precisa.
4	Lecturas de celdas de carga para monitoreo de peso con filtro digital.	6 entradas análogas usando la transmisión 4-20mA	Peso aproximado a la cantidad de material dentro de los tanques (ej. 1500Kg)	Peso variado y no constante. Limitación de lectura cuando la báscula registra numero negativos.	La lectura presento errores de pesaje	Los errores surgieron a partir de que la lectura muestra un comportamiento exponencial, además al llegar a un registro de 0Kg en la báscula, la lectura mínima será en este caso 880mv y un pesaje de 180 kg. Para solucionarlo es necesario usar otro medio de comunicación.
5	Lecturas de celdas de carga para monitoreo de peso con protocolo RS232	2 entradas RS232(Serial)	Peso mostrado en LCD de la bascula (polaridad, peso y unidades)	Entrada 1: (±---.---Kg) Entrada 2: (±---.---Kg)	Recibimiento de cadenas de texto que la báscula muestra en su LCD.	Debido a que la báscula no estaba conectada una celda de carga la impresión fue de ±0kg. Para obtener un más resultados es necesario hacer pruebas con basculas conectadas a las celdas de carga
6	Lecturas de celdas de carga para monitoreo de peso con protocolo RS232	2 entradas RS232(Serial)	Peso mostrado en LCD de la bascula (polaridad, peso y unidades)	Entrada 1: (+ 1500Kg) Entrada 2: (+ 1250Kg)	Recibimiento de cadenas de texto que la báscula muestra en su LCD.	

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Liendo, R.L. (2005). Procesamiento del cacao para la fabricación del chocolate y sus subproductos. INIA Divulga, Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas, ed. Septiembre-Diciembre, pp. 2-14.

Profesionales hoy, (2016, Noviembre, 2). Simatic IOT2020, el nuevo gateway IoT de Siemens disponible en exclusiva en RS Components. Profecionaleshoy.es Recuperado de: http://profesionaleshoy.es/arquitectura/2016/11/02/simatic-iot2020-el-nuevo-gateway-iot-de-siemens-disponible-en-exclusiva-en-rs-components/13831.

Carlos Volt, (2016, Octubre, 31). Gateway IIoT basado en Arduino: SIMATIC IOT2020 de Siemens. Rogerbit.com. Recuperado de: http://rogerbit.com/wprb/2016/10/gateway-iiot-basado-en-arduino-simatic-iot2020-de-siemens/.

Infoplc, (2014, Abril, 7). Visualización HMI embebida dentro del controlador. Infoplc.net. Recuperado de: http://www.infoplc.net/blogs-automatizacion/item/101816-visualizacion-html5-embebida-automata-byod/101816-visualizacion-html5-embebida-automata-byod

Enrique Crespo, (2018). Shields para Arduino. Aprendiendoarduino.wordpress.com. Recuperado de: https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2015/03/23/shields-para-arduino/.

Blanca Almazán, (2008, Abril, 09). Automatización y robótica para la producción. Gestiopolis.com. Recuperado de: https://www.gestiopolis.com/automatizacion-robotica-produccion/.

Juan Herrara Quiroz, (2004, Marzo). Control industrial, hacia un concepto moderno de la automatización industrial. Emb.cl. Recuperado de: http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=81

Copadata, (2018). Interfaz hombre-máquina (HMI). Copadata.com. Recuperado de: https://www.copadata.com/es/soluciones-hmi-scada/interfaz-hombre-maquina-hmi/

Aplicaciones y Desarrollos Tecnológicos

El desarrollo y la innovación tecnológica han impactado en los diferentes ámbitos de la sociedad, además, han sido de los principales pilares en el crecimiento económico de los países más desarrollados del mundo. La tecnología juega un papel muy importante en la búsqueda permanente de innovar los procesos. Los avances tecnológicos han obligado al hombre no solo a desarrollar sino a incrementar la calidad de las diferentes formas de producción de bienes. Con el transcurso del tiempo la tecnología avanza, las empresas se sienten en la necesidad de adquirir tecnología para el mejoramiento de sus sistemas y a la vez sus procedimientos, con el fin de garantizar un eficaz funcionamiento y así obtener una adaptación paralela de condiciones con las empresas líderes del mercado. En este libro se presentan experiencias de investigación de cuerpos académicos participantes en la Red Iberoamericana de Academias de Investigación que a través del trabajo colaborativo de manera multidisciplinaria e interinstitucional difunde avances de investigación dirigidos hacia los desarrollos tecnológicos y sus aplicaciones en los contextos actuales de las organizaciones.

RED IBAI
RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN

ISBN: 978-607-8617-14-2

©Red Iberoamericana de Academias de Investigación A.C. 2019

Aplicaciones y Desarrollos Tecnológicos