



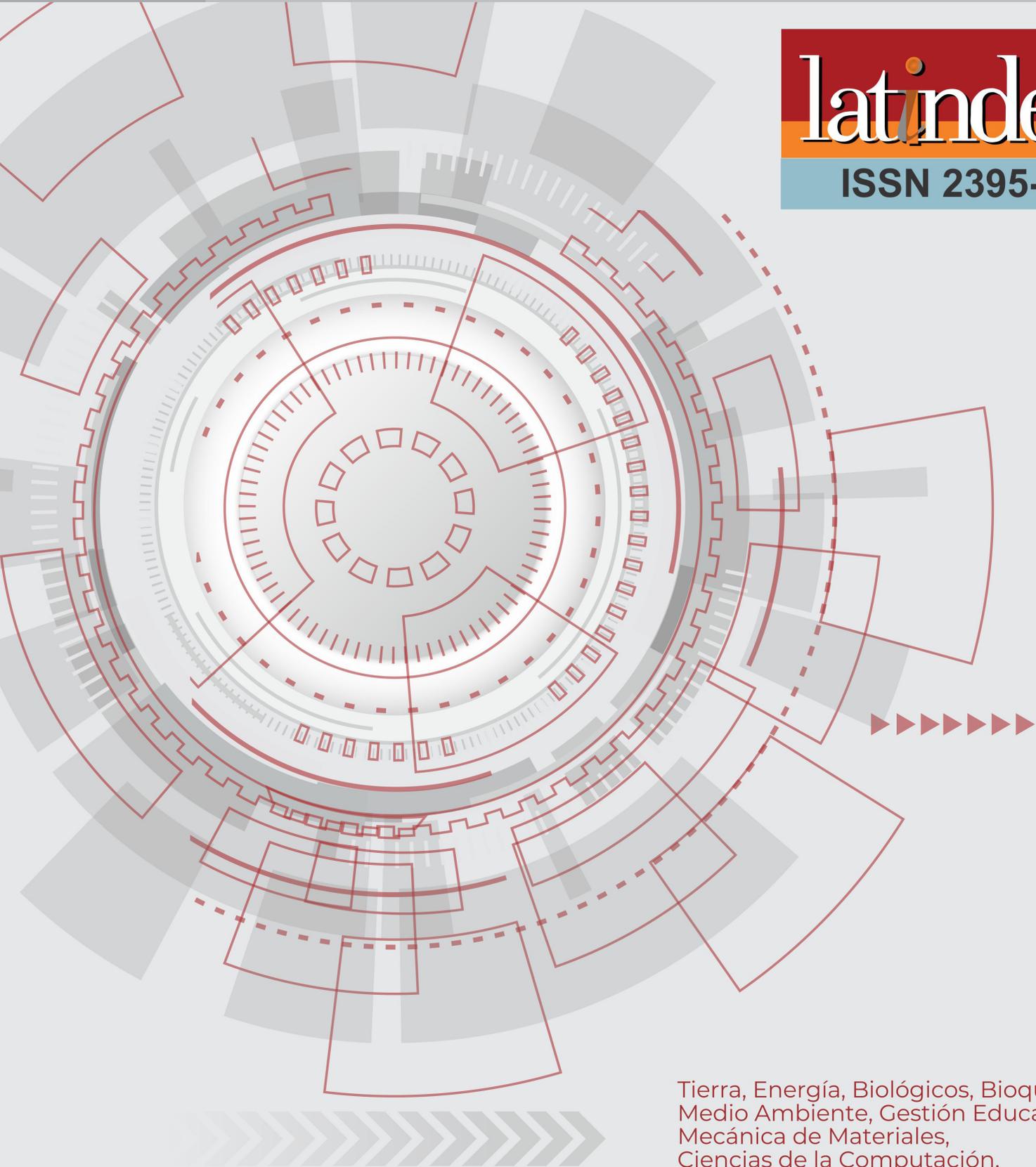
Ingeniantes®

Año 7, No.1, Vol. 1

Revista de Investigación . Instituto Tecnológico Superior de Misantla

latindex

ISSN 2395-9452



Tierra, Energía, Biológicos, Bioquímica,
Medio Ambiente, Gestión Educativa,
Mecánica de Materiales,
Ciencias de la Computación,
Calidad y Sistemas de Manufactura

Ingeniantes

Año 7 / No. 1 / Vol. 1

Información Legal

Ingeniantes, año 7, No. 1, Vol 1. Mayo 2020 - Diciembre 2020, es una publicación semestral editada y publicada por el Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Km. 1.8 carretera a Loma del Cojolite, Col. Centro, Misantla, Veracruz. México, C.P. 93821, teléfono 01 (235) 323 60 18, página web citt.itsm.edu.mx. Editor responsable: M.I.I Erika Adrienne Bandala Martínez. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2015-062512501200-203, ISSN 2395-9452, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Centro de Innovación & Transferencia de Tecnología del ITSM, M.I.I. Erika Adrienne Bandala Martínez, Km. 1.8 carretera a Loma del Cojolite, Col. Centro, Misantla, Veracruz. México, C.P. 93821, fecha de última modificación, 30 de mayo de 2020.

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

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

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

The logo for LATINDEX features the word "latindex" in a stylized, lowercase serif font. The letters are primarily red, with the letter 'i' in the middle being orange. A small orange circle is positioned above the 'i', and a vertical orange bar runs through the center of the 'i'.

Mayo 2020

Directorio

M.C.E. José Roberto Arenas Martínez

Director General, ITSM, Veracruz, México

Dr. Isidro Rodríguez Montoro

Director Académico, ITSM, Veracruz, México

M.A. José Edgar Soto Meneses

Director de Planeación y Vinculación, ITSM, Veracruz, México

C.P. Honorato Pérez Antonio

Subdirector de Servicios Administrativos, ITSM, Veracruz, México

Lic. Lidia Herrera Domínguez

Subdirectora de Vinculación, ITSM, Veracruz, México

Dr. Carlos Yossio Nakase Rodríguez

Subdirector del Sistema Abierto, ITSM, Veracruz, México

Administración

Ing. Mayra Lizzeth Méndez Oloarte, ITSM, México

Propiedad Intelectual

Centro de Innovación & Transferencia de Tecnología

Lic. Jorge Obdulio Gerón Borjas, ITSM, México

Distribución

Publicación electrónica disponible en

citt.itsm.edu.mx/ingeniantes

Correo electrónico:

revista.ingeniantes@misantla.tecnm.mx

<http://www.latindex.org/latindex/ficha?folio=25671>

Cuerpo Editorial

Editor General

Instituto Tecnológico Superior de Misantla

Editor

M.I.I. Erika Adrienne Bandala Martínez

Coeditor

Lic. Erik Balderas González

Comité de Revisión

Dr. Luis Eduardo Velázquez Contreras, US **SNI**

Dr. Luis Alberto Morales Rosales, UMSNH **SNI**

Dr. Marco Tulio Gallo Estrada, UACH **SNI**

Dr. Jesús P. Xamán Villaseñor, CENIDET **SNI**

Dr. Abel García Barrientos, UASLP **SNI**

Dr. David Lara Alabazares, ITSM **SNI**

Dr. Gregorio Fernández Lambert, ITSM **SNI**

Dra. Susana López Cuenca, ITSDZ **SNI**

Dr. Javier Esquer Peralta, UNISON **SNI**

Dr. Noé Alejandro Castro Sánchez, CENIDET **SNI**

Dr. José Jasson Flores Prieto, CENIDET **SNI**

Dr. Adolfo Preciado Quiroz, ITSDZ **SNI**

Dr. José Luis Marín Muñiz, CV **SNI**

Dr. Julio César Chacón Hernández, UAT **SNI**

Dr. Eddy Sánchez de la Cruz, ITSM **SNI**

Dra. María Cristina López Méndez, ITSM **SNI**

Dr. Sergio Fabian Ruiz Paz, UNPA

Dr. Arturo Pacheco Espejel, IPN

Dr. Cuauhtémoc Guerrero Dávalos, UMSNH

Dr. Francisco Reyes Zepeda, IEA-UAT

Dr. José de Jesús Ibarra Montalvo, ITSDZ

Dr. Andrés Blanco Ortega, CENIDET

Dr. Juan Carlos Gonzalez Hernández, ITM

Dr. Heriberto Esteban Benito, ITSNa

Dra. María Victoria Carreras Cruz, UP

Dr. David Celdrán Sabater, UM

Dr. Gustavo Martínez Castellanos, ITSM

Dr. Arturo Cabrera Hernández, ITSM

Dr. Roberto Ángel Meléndez Armenta, ITSM

Dr. Luis Mejía Macario, ITSM

Dr. Isidro Rodríguez Montoro, ITSM

Dr. Saúl Santiago Cruz, ITSM

M.I. Fernando Jurado Pérez, ITESI

M.I.I. Aarón Montiel Rosales, ITSPR

M.I.I. Nayeli Montalvo Romero, ITSPR

M.I.I. Gema del Carmen Jiménez Gómez, ITSAV

M.I.I. Leonardo Martínez Lara, ITSAV

M.I.A. Luis Enrique García Santamaría, ITSM

M.C. Luis Carlos Sandoval Herazo, ITSM

M.S.C. Irahán Otoniel José Guzmán, ITSM

M.S.C. Arnulfo Gamaliel Hernández González, ITSM

M.I.M. Jorge Roa Díaz, ITSM

M.C. Vladimir Zagoya Juárez, ITSM

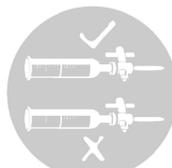
Ingeniantes



03



10



17



25



31



40



48

Contenido

Rutas turísticas como fomento al municipio de Mulegé, Baja California Sur _____ 03
Ruelas Gastelum Wendy Rosario; Rosas Saldaña Gisela Melissa; Montaña Méndez Iliana Enriqueta; Valenzuela Patrón Iván Narciso, Instituto Tecnológico Superior de Mulegé

Reducción de defectos en el proceso de inyección en una empresa de plásticos para el hogar _____ 10
Martínez Lara Leonardo; Jiménez Gómez Gema del Carmen; Muñoz Delgado Josimar, Instituto Tecnológico Superior de Alvarado

Evaluación al desempeño de una estación de trabajo en un proceso de impresión de producto médico _____ 17
Ilse Anilú Silva López; María de los Ángeles Ramírez Ambriz; Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez; Jesús Aguirre Solís, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Mirella Parada González, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

Design of water catchment device for boost of the sustainability in Atlixco _____ 25
Luz Verónica Rosas Velazquez, Instituto Tecnológico Superior de Atlixco; David Méndez Amaro, Asesor Externo; Lizzeth Hernández Carnalla; Fabiola Olvera Torres, Instituto Tecnológico Superior de Atlixco

Modelo de ruteo para la recolección de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Villavicencio: Prueba piloto comuna 7 _____ 31
Polanco Contreras Ramiro Hernán; Garcia Orjuela Diego Ferney; Forero Molina Luis Stivens; Rojas Romero Stefanya, Universidad Antonio Nariño, Colombia

Evaluación de la mercadotecnia de los servicios educativos en una institución de educación superior _____ 40
Jonathan Carrillo Linares, Univermillenium; Arturo González Torres, TecNM / Instituto Tecnológico de Milpa Alta; Eduardo Rafael Poblano Ojinaga, TecNM / Instituto Tecnológico de La Laguna; Armando Iscander Ramírez Castañeda; TecNM / Instituto Tecnológico de Tláhuac II; Tania Arias Rodríguez, Instituto Tecnológico Universal de México

The importance of leadership as a teacher's competence in higher education _____ 48
Laura Margarita Casas East; Carmen Leticia Salcedo Quevedo; Marcela Guzmán Cororna, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Campus Chapala



57



64



76



84



94



101



109

Características organolépticas y estimación del tiempo de deshidratación del camarón (*Litopenaeus Vannamei*) mediante un modelo de regresión _____ 57

Gema del Carmen Jiménez Gómez; Leonardo Martínez Lara; Marcos Martínez Valenzuela, Instituto Tecnológico Superior de Alvarado

Desarrollo de perfil y cultura de emprendimiento para la integración de un clúster de turismo alternativo para el desarrollo de la región sureste del Municipio de La Paz _____ 64

Valdez Guerrero, Raquel; Robles Arias, Isela Margarita; Ríos Calderón Graciela Guadalupe, Instituto Tecnológico de La Paz

Análisis AMFE y Matriz IPER en una bomba centrífuga de la industria del café _____ 76

Josué Arafat Amador Esquivel; Marcos Salazar Medina; Fernando Aguirre y Hernández; Guillermo Cortés Robles

Carlos Díaz Ramos, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Orizaba

Caracterización física y mecánica de un compuesto de mármol-cemento para uso alternativo en piso de casa-habitación _____ 84

Adolfo Manuel Morales Tassinari; Anaí Rogel Flores; Jesus Joel Velazquez Toxtle, TECNOM / Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez

Prueba de autenticación para el logueo web mediante algoritmo genético _____ 94

Fernando Alberto Hernández Guevara; Keila Elena Ocaña Drouaillet; Roberto Ángel Meléndez Armenta; Jorge Mario Figueroa García, Instituto Tecnológico Superior de Misantla

Desarrollo de un programa para el Robot NAO basado en una rutina terapéutica para la atención de la parálisis cerebral infantil (DIF municipal de la ciudad de Ajalpan, Puebla) _____ 101

Víctor César Olguín Zárate; Lorena Santos Espinosa; Miguel Flores Zárate, Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan

Cómputo afectivo aplicado a problemáticas sociales como el acoso escolar _____ 109

Cristina Joaquín Salas; Gustavo Padrón Rivera; Ricardo Alberto Serrano Herrera, Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán



Multidisciplinario
e
ingenierías

Ingeniantes

Rutas turísticas como fomento al municipio de Mulegé, Baja California Sur



Colaboración

Ruelas Gastelum Wendy Rosario; Rosas Saldaña Gisela Melissa; Montaña Méndez Iliana Enriqueta; Valenzuela Patrón Iván Narciso, Instituto Tecnológico Superior de Mulegé

RESUMEN: El objetivo del documento es el diseño de rutas turísticas para el municipio de Mulegé, Baja California Sur, México, con la finalidad de fomentar e impulsar el sector turístico. Para el diseño de éstas, se elaboró una matriz, donde se consideró el tipo de turismo y el inventario de los servicios e infraestructura con los que cuentan las pequeñas comunidades. Posteriormente, se aplicó un análisis multivariante con el apoyo de tablas de contingencias para estratificar y mostrar la relación existente entre atractivo turístico y el tipo de turismo del municipio. Como resultado se proponen cuatro rutas, encontrando que, algunas deben fomentarse a través de mayor difusión y promoción, mientras que otras de ellas, se podrían desarrollar o innovar para detonar la actividad económica de la región.

PALABRAS CLAVE: Actividad económica, agroturismo, ecoturismo, turismo cultural, turismo sol y playa.

ABSTRACT: The objective of the document is to design tourist routes for the municipality of Mulegé, Baja California Sur, México, with the purpose of promoting and furthering the tourism sector. To design these routes a matrix was made, in which were considered the type of tourism, an inventory of the services and the infrastructure that small communities have. Subsequently, a multivariate analysis was applied with the support of contingency tables to show the relationship between tourism attraction and the kind of tourism that exists in the municipality. As a result, four routes are proposed, finding that some should be made known through greater publicity and promotion, while others could be developed or innovated to detonate the economic activity of the region.

KEYWORDS: Economic activity Agritourism, ecotourism, cultural tourism, beach and sun tourism.

INTRODUCCIÓN

El turismo es un sector que ha tenido gran impacto cultural, social y económico a nivel internacional. Lo definen como una actividad humana que consiste en el desplazamiento voluntario y temporal de un individuo o un grupo de personas a distintos lugares por ciertos motivos, con el fin de visitar nuevos espacios que ofrezcan productos y servicios principalmente regionales y a su vez se les proporcione esparcimiento, cultura, salud, diversión, alimento y hospedaje [1].

Entre los diferentes tipos de turismo destacan el cultural, ecoturismo, agroturismo y turismo sol y playa. El turismo cultural es una actividad para atraer visitantes a través del uso de recursos medioambientales y socio-culturales, abarcando monumentos históricos, tradiciones culturales, religiosas, arquitectura, entre otras [2].

Por otro lado, el agroturismo hace presencia en las actividades que realizan las zonas rurales para conocer los modos de producción de las agroindustrias [3], esto con el fin de dar a conocer los productos elaborados en la región y para darles promoción.

El ecoturismo hace referencia a la oferta de actividades recreativas y deportivas, así como la apreciación de fauna y flora [4].

El turismo sol y playa definido se desarrolla en regiones con características peculiares en belleza y climas cálido. Además, el turista busca pasar ratos en calma y/o realizar actividades recreativas [5].

Una de las estrategias por la que han optado diferentes países y comunidades, es la creación de rutas turísticas, determinando caminos trazados para que turistas o viajeros puedan conocer, visitar y quedarse más tiempo en los diferentes atractivos turísticos de una región determinada aportando así al incremento del número de visitas [6].

México por su cultura, naturaleza, paisajes, etnias, infraestructura, religión e historia se ha posicionado en el lugar número seis de los países más visitados a nivel internacional, recibiendo en el año 2017, más de 39 millones de turistas internacionales [7], que generan un ingreso estimado de 21 mil millones de dólares. Los principales estados más visitados en México son: Quintana Roo, Mérida, Jalisco, Cd. de México y Baja California Sur. Este último, se conforma por cinco municipios: Comondú, Los Cabos, La Paz, Loreto y Mulegé, que cuentan con una riqueza extraordinaria en recursos naturales, sin embargo, apenas dos de ellos son los más visitados, La Paz y Los Cabos, dejando de aprovechar en su totalidad las actividades y atracciones únicas que existen en todo el estado.

En particular el municipio de Mulegé es el segundo más grande a nivel nacional en extensión territorial con un total de 33,092 kilómetros cuadrados que equivalen a 44.91% de la superficie total de Baja California Sur, el cual se encuentra en la región norte del estado. Este municipio posee hermosas playas en el Mar de Cortés y en la costa del océano pacífico; también tiene dos misiones con más de 100 años de antigüedad que forman parte de la historia de las comunidades. Además, cuenta con gran variedad de flora y fauna, que puede apreciarse en la zona protegida de la Biósfera del Vizcaíno; así como, el avistamiento del berrendo, aves, ballena gris y el borrego cimarrón especie endémica del estado.

Sin embargo, a nivel estatal, las visitas turísticas a este municipio abarcan aproximadamente el 21% en hospedaje, alrededor del 10% de establecimientos dedicados a la oferta de alimentos y cerca de 5%

a establecimientos que prestan servicios turísticos. Mientras que Los Cabos concentra casi 45% en establecimientos que ofertan alimentos, el 35% en hospedaje y más de 68% en servicios turísticos. Así mismo, La Paz agrupa poco más 32% en alimentos, 26% en hospedaje y abarca el 19% en servicios turísticos [8].

Algunos de los factores que inciden en la baja afluencia de visitantes al municipio se encuentran, falta de difusión y promoción tanto del gobierno y sector empresarial que ofrecen algún tipo de servicio turístico, vías de acceso en mal estado, pocos señalamientos y falta de servicios básicos en las regiones que cuentan con algún atractivo turístico.

Es por ello, que el objetivo del documento es fomentar los atractivos del municipio a través del diseño de rutas turísticas, tal como lo han aprovechado en otras regiones del país, como la ruta del vino en Ensenada, Baja California, la cual consiste en un recorrido con diferentes circuitos para visitar los viñedos y conocer un poco del proceso que se lleva a cabo para la producción del vino o la ruta del tequila en el estado de Jalisco, la cual conjuga una riqueza histórica del país y de la bebida emblemática de México ya que cuenta con diferentes circuitos para conocer los municipios y sus atractivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el diseño de las rutas turísticas se recopiló información relacionada al turismo como número de turistas, derrama económica, tipos de turismo, entre otros, tomados de fuentes oficiales como Secretaría del Turismo (SECTUR) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Se analizaron todas las variables que intervienen en cada recorrido según el tipo de turismo. En primera instancia, se identificaron los atractivos turísticos pertenecientes a las comunidades en Mulegé, Baja California Sur. Con ello, se realizó una matriz que incluyera el inventario de servicios e infraestructura que poseen cada uno de los puntos de interés (ANEXO 1).

Posteriormente, se llevó a cabo un análisis multivariante utilizando tablas de contingencia, la cual es una técnica de análisis de datos que permite resumir la información midiendo la asociación entre dos variables que forman la tabla y no la correlación entre las categorías de las variables no métricas o nominales [9].

La información contenida en las casillas se resume en un estadístico, el Chi Cuadrado, que analiza la relación de dependencia y/o interdependencia entre dos variables cualitativas [10]. El valor obtenido de Chi Cuadrado debe contrastarse si es estadística-

mente significativo a partir de su distribución muestral [11].

RESULTADOS

A partir del análisis multivariante se diseñaron las rutas turísticas para el municipio de Mulegé, B.C.S., que permitió establecer una relación entre los diferentes tipos de atractivos turísticos y el tipo de turismo que se desarrolla en el municipio (tabla 1); la estratificación facilitó comprender cómo influyen los diversos factores o variantes en una situación, de forma que sea posible localizar diferencias y prioridades [12]. Los resultados permitieron el diseño de cuatro rutas turísticas, con nivel de confianza de 99%.

Tabla 1. Mulegé, B.C.S.: Atractivo turístico y relación por tipo de turismo

	Tipo de turismo	Atractivo turístico								Significancia	
		Avistamiento	Volcanes	Agroindustria	Pinturas Rupestres	Arquitectura	Playas	Oasis	Misión		Total
	Ecoturismo	2	1	0	0	0	0	0	0	3	0.01*
	Agroturismo	0	0	4	0	0	0	0	0	4	
	Cultural	0	0	0	1	1	0	1	1	4	
	Sol y Playa	0	0	0	0	0	2	0	0	2	
	Total	2	1	4	1	1	2	1	1	13	

La primera ruta “Naturaleza y Vida” que posee el ecoturismo, conformada por maravillas naturales, abarca más de dos millones de hectáreas de la parte norte del municipio. El punto de llegada sería por la comunidad de Guerrero Negro que cuenta con infraestructura aeroportuaria y carretera, que además conecta con el estado Baja California. En esta localidad se encuentra el avistamiento de aves, apreciando ejemplares, como el águila pescadora, el halcón peregrino y otras especies únicas. Por otro lado, está el avistamiento del berrendo, mamífero que para el año 1980 solo existían 100 ejemplares; actualmente, la cifra mencionada ha incrementado gracias a proyectos desarrollados con el fin de la preservación del berrendo. De igual forma, en esta localidad en los meses de diciembre a abril se aprecia la llegada de la ballena gris por el Océano Pacífico.

Así mismo, a 214 kilómetros se encuentra La Laguna de San Ignacio, donde también se puede apreciar el avistamiento del mamífero, ofreciendo servicios de viaje en embarcación menor con un guía, restaurante y cabañas para descansar. Además, se recomienda la llegada a San Ignacio para visitar la presa y su oasis con inmensas palmas; esta ruta incluye la visita del Volcán de Las Tres Vírgenes a 45.6 kilómetros al sur, cerca del Ejido. Alfredo V. Bonfil, lugar donde se localiza el campamento del Borrego Cimarrón (figura 1).



Figura 1. Mapa de “Ruta Naturaleza y Vida” del municipio de Mulegé, Baja California Sur.

Fuente: Elaboración propia

El segundo recorrido nombrado “Ruta de la Historia” por contener atractivos que representan la esencia de cada lugar del municipio. Al igual que la ruta anterior, se sugiere llegar por Guerrero Negro y trasladarse a la Sierra de San Francisco que se encuentra a 143 kilómetros del punto de partida; en este lugar, se encuentran las pinturas rupestres, mismas que fueron declaradas patrimonio de la humanidad por la UNESCO en 1993. Posteriormente, a 87 kilómetros al sur se ubica San Ignacio, que conserva la Misión de San Ignacio de Loyola de aproximadamente 250 años. Así mismo, se recomienda la visita a la cabecera municipal del municipio de Mulegé que es Santa Rosalía, donde se puede apreciar la arquitectura e infraestructura francesa, tales como: Iglesia de Santa Bárbara diseñada por Gustave Eiffel y las antiguas instalaciones de la Compañía El Boleo de capital francés dedicada a la extracción y fundición de cobre, siendo esta comunidad la segunda a nivel nacional en contar con el servicio energía eléctrica. Posteriormente, a 50 kilómetros al sur, se localiza la H. Mulegé, que posee la misión de Santa Rosalía con más de 300 años de existencia, siendo una de las más antiguas en el estado (figura 2).



Figura 2. Mapa de “Ruta de la Historia” del municipio de Mulegé, Baja California Sur.

Fuente: Elaboración propia

El tercer recorrido fue denominado como “Ruta del Pacífico”, por enfocarse a actividades de produc-

ción que se llevan a cabo en pequeñas comunidades, característica peculiar del agroturismo [2]. En este sentido, en las comunidades de Bahía Tortugas, Bahía Asunción, La Bocana y Punta Abrejos, su principal actividad económica es la captura de productos pesqueros con alto valor comercial como la langosta y abulón. En las mismas localidades, existen empresas cooperativas que se encargan de su recepción, clasificación, cortado, lavado, embolsado o enlatado, para posteriormente exportarse a países como Estados Unidos de América, Canadá y China.

La finalidad de esta ruta es impulsar el turismo a esta región para conocer el proceso de producción y a su vez deleitarse con la gastronomía de esta (figura 3).

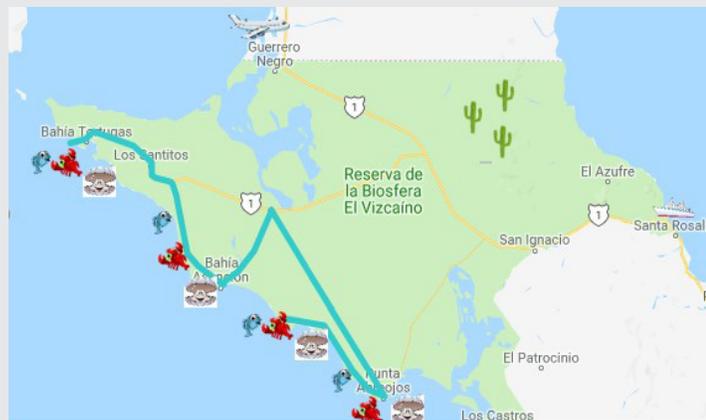


Figura 3. Mapa de "ruta del Pacífico" del municipio de Mulegé, Baja California Sur".

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en el diseño del último itinerario se determinó llamarla "Ruta Sol y Playa", ya que en la parte sur del municipio se encuentran playas que destacan en sus bellezas naturales desde la playa Punta Chivato hasta la Bahía Concepción, considerada como el recinto con las playas más hermosas del estado de Baja California Sur, sobresaliendo por sus aguas cristalinas y arena blanca, misma que está conformada por playas como Santispac, Los Cocos, El Burro, El Coyote y Requesón.

Por otro lado, se estima la llegada directamente por la comunidad de Santa Rosalía o bien por el municipio de Loreto, ya que cuenta con un aeropuerto internacional con destinos a Estados Unidos de América y Canadá (figura 4).

CONCLUSIONES

La importancia de la derrama económica en B.C.S., se debe principalmente al sector turismo. Por lo cual, las rutas turísticas diseñadas permiten, por un lado, desarrollar e impulsar las actividades propias de cada comunidad mismas que requieren mayor difu-

sión, infraestructura y servicios. Por otro lado, se propone la creación de una ruta que permita incentivar el turismo en pequeñas comunidades pesqueras a través de la actividad económica que realizan, propiciando la comercialización y gastronomía de la zona.

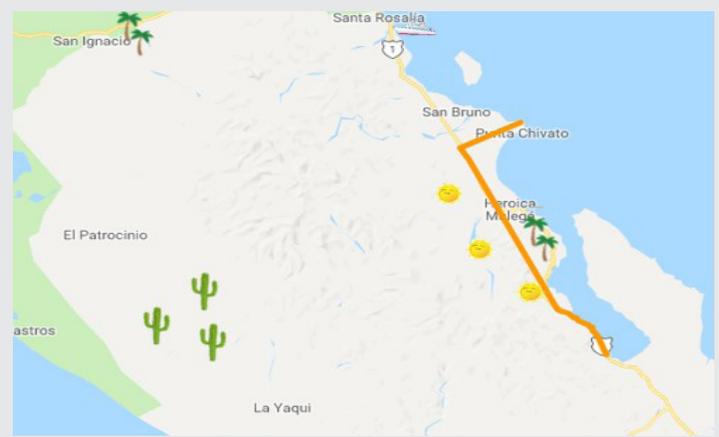


Figura 4. Mapa de "Ruta sol y playa" del municipio de Mulegé, Baja California Sur".

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, impulsando todos los factores que intervienen en el diseño, promoción e innovación de las rutas turísticas, permitirán la generación de fuentes de empleo, creación de pequeñas y medianas empresas, y mejora en los servicios e infraestructura.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Vogeler, C. Y Hernández, E. (2018). *Introducción al turismo: Análisis y estructura*. Madrid, España: Ed. Centro de estudios Ramón Areces.

[2] Recuero, N., Blasco, F. Y García de Madañaga, J. (2016). *Marketing del turismo cultural*. Madrid, España: Ed. (1er ed.). ESIC.

[3] Martín, E. Y Nieto, A. (2014). *Territorio y turismo mundial: análisis geográfico*. Madrid, España: Ed. Centro de estudios Ramón Areces, S.A.

[4] Nel-lo, M. Y Llanes, C. (2016). *Ecoturismo*. Barcelona: Ed. (1er ed.) UOC.

[5] Torres, E., Esteve, R., Fuentes, R. Y Martín M. (2005). *Estructura de mercados turísticos*. Barcelona: Ed. (1er Ed.) UOC.

[6] Flavián, C. Y Fandos, C. (2011). *Turismo gastronómico: estrategias de marketing y experiencias de éxito*. España: Ed. (1er ed.) UNE.

[7] Secretaría del Turismo (2017). *Ranking Mundial del Turismo Internacional 2017*. 16 enero 2018, de SECTUR Sitio web: <https://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/RankingOMT.aspx>

[8] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2017). Anuario estadístico de Baja California Sur 2017. 16 enero 2018, de INEGI Sitio web: http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/BCS_ANUARIO_PDF.pdf

[9]Rodríguez JM, Mora R. (2001). *Estadística informática: casos y ejemplos con el SPSS*. 1.a ed. Alicante: Universidad de Alicante.

[10] Tinoco, O. (2008). Una aplicación de la prueba chi cuadrado con SPSS. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, 11 (1), pp.73-77.

[11]Malhotra N. (1997). *Investigación de mercados: un enfoque práctico*. 2.a ed. México: Prentice-Hall Hispanoamericana.

[12] Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2009). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. México, D.F.: McGrawHill Educación.

Anexo 1. Matriz de inventario de servicios e infraestructura del municipio de Mulegé

Atractivo turístico	Tipo de turismo	Localización	Alimentación	Hospedaje	Agencias de servicio	Información turística	Guías turísticos	Bancos	Internet	Primeros auxilios	Hospitales-centro de salud	Cuerpo policiaco	Vía de transporte	Gasolinera
Avistamiento de aves	Ecoturismo	Guerrero Negro	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Avistamiento del berrendo														
Avistamiento de ballenas														
Agroindustria	Agroturismo	Bahía Tortugas	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x
		Bahía Asunción												
		Estero La Bocana												
		Punta Abreojos												
Pinturas Rupestres	Cultural	San Francisco de la Sierra	x	x	x	x		x			x	x		
Misión de San Ignacio de Loyola	Cultural	San Ignacio	x	x				x						
Avistamiento de ballenas	Ecoturismo	Laguna de San Ignacio	x											
Volcán de las Tres Vírgenes	Ecoturismo	Volcán tres Vírgenes	x	x		x	x		x				x	x
Caza del borrego cimarrón														
Arquitectura Francesa	Cultural	Santa Rosalía	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Playa	Sol y playa	Punta Chivato	x	x									x	
Misión de Santa Bárbara	Cultural	Mulegé	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Oasis														
Playa	Sol y playa	Bahía Concepción	x	x									x	



Fuente: Elaboración propia.

Nota: X cuenta con servicios y/o infraestructura.



Calidad

y

Sistemas de
Manufactura

Ingeniantes

Reducción de defectos en el proceso de inyección en una empresa de plásticos para el hogar

RESUMEN: La variabilidad en un proceso es causa principal de una gran cantidad de problemas de calidad, podemos mencionar que en la medida que disminuya se lograra reducir los defectos y errores del mismo proceso. Siendo el objetivo de este proyecto reducir los defectos, así como la disminución de la variación del proceso en una empresa de fabricación de plásticos para el hogar dentro del producto Macetón Grande, donde dichos defectos se presentan al fabricar el producto por la máquina de inyección, y mediante un análisis ABC, el uso del diagrama de Pareto, diagrama causa-efecto, gráficos de control P, análisis de capacidad de proceso binomial y un análisis R&R permitió determinar el estado del proceso actual el cual dio pauta a la implementación de un modelo de regresión múltiple con 12 variables de entrada y una variable de salida que determinaría el peso del producto de 890 gramos y los parámetros adecuados de operación del equipo, todo esto con el apoyo de un plan de acción que contemplaba el mantenimiento programado del equipo, la elaboración de procedimientos operativos, la capacitación del personal, para logra reducir el porcentaje de defectos del 13.8% a 3.4% y mejorando así el proceso de inyección.

PALABRAS CLAVE: defectos, estrategia, mejora de calidad, procesos, variabilidad.



Colaboración

Martínez Lara Leonardo; Jiménez Gómez Gema del Carmen; Muñoz Delgado Josimar, Instituto Tecnológico Superior de Alvarado

ABSTRACT: The variability in a process is the main cause of a large number of quality problems, we can mention that as it decreases, it is possible to reduce the defects and errors of the same process. Being the objective of this project to reduce defects, as well as to decrease the variation of the process in a home plastics manufacturing company within the Macetón Grande product, where said defects appear when the product is manufactured by the injection machine, and by means of an ABC analysis, the use of the Pareto diagram, causeeffect diagram, P control charts, binomial process capacity analysis and an R&R analysis allowed to determine the state of the current process which led to the implementation of a model of multiple regression with 12 input variables and one output variable that would determine the weight of the product of 890 grams and the appropriate parameters of equipment operation, all this with the support of an action plan that contemplated the scheduled maintenance of the equipment, the development of operating procedures, training of personnel, to reduce the percentage of defects from 13.8% to 3.4% and better thus praying the injection process.

KEYWORDS: defects, strategy, quality improvement, processes, variability.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de aplicación de la metodología Seis Sigma se desarrolló en una empresa de la cuenca del Papaloapan dedicada a la transformación de plástico para el hogar mediante el proceso de inyección. Seis Sigma, es un concepto desarrollado en 1985 por Motorola y es una metodología de transformación del negocio que maximiza los beneficios y ofrece valor a los clientes, centrándose en la reducción de la variación y la eliminación de los defectos mediante el uso de diversas herramientas estadísticas [6].

Esta metodología se ha aplicación en la fabricación de autopartes, el proceso de inyección, donde General Electric logró incursionar posicionando una resina que era 30% más cara que la de la competencia (precio/Kg), pero reduciendo los costos de fabricación en un 20%, eliminando 10% de reproceso y descartando la etapa de pintura, ya que la pieza desarrollada permitía que las piezas fueran inyectadas exactamente con el mismo color del automóvil.

La situación en particular que prevalece en la elaboración del producto "Macetón Grande", son los defectos: mucho flash, producto obtuso, producto con tiro corto, emplastado, degradación, marcas, burbujas y mal rebabado en el área de inyección, cuantificándose en un 13.8% de los defectos presentados en este producto, y donde se observa que el 80.6% (ver Figura 1), de las no conformidades incurrir en "Mucho Flash", "Producto Obtuso" y "Producto Con Tiro Corto" generando un producto con mucha rebaba, lo cual ocasiona desperdicio de material.

Se presentan los problemas de calidad antes mencionados cuando la pieza no logra cumplir las especificaciones deseadas como lo es coloración, acabado superficial, entre otros. Siendo el objetivo del proyecto reducir los defectos en el producto, y la disminución de la variación del proceso en la fabricación del mismo (ver Figura 1), mediante el uso e implementación de herramientas estadísticas y estrategias, con el fin de mejorar el proceso. Para lo cual se plantea la siguiente pregunta ¿con la implementación de herramientas estadísticas y estrategias para mejora del proceso, se logrará disminuir los defectos del producto?

Con la reducción de los defectos se beneficiará a la empresa reduciendo el desperdicio de material, así como mejorar el proceso en términos de cantidad de productos con calidad. Para ello se utilizaron herramientas estadísticas, como el diagrama de Pareto para definir un diagnóstico de los defectos incurridos, se midieron por medio del estudio de repetibilidad y reproducibilidad para atributos (R&R) la consistencia del proceso de medición, basados en evaluaciones subjetivas realizadas por inspectores, y saber si estas coinciden, o de lo contrario saber en qué porcentaje no saben detectar los defectos presentados en el

producto e implementar acciones para contrarrestar los actos [1]. También se emplearon gráficos P para analizar la variación que existida en una proporción de productos defectuosos en el proceso y conocer el tipo de variación que existía [2].

Para identificar las causas que provocan los defectos se procedió a realizar un diagrama de Causa-efecto, el cual ayudó a identificar las causas potenciales del problema. Se realizó un análisis de la capacidad para evaluar la probabilidad (p) de que un elemento seleccionado de un proceso sea defectuoso. En la siguiente etapa se propusieron mejoras para dar solución a las causas, y se llevó a cabo un plan de acción [3]. Se utilizó un modelo de regresión lineal múltiple para establecer la relación lineal entre las variables que afectan la salida del producto en base a las características ideales de este y se analizó de nuevo el proceso mediante un análisis de capacidad binomial para saber si se logró con el objetivo de disminuir los defectos en el producto [10].

Para el análisis del producto se toman en cuenta las características de calidad que debe cumplir el producto para que de esta forma sea juzgado como producto conforme o no conforme, y para lograr que el producto sea de calidad se aplicaron correcciones, empezando a observar el ciclo del moldeo, detectando que las variables que intervienen en este proceso son variables de la máquina, del molde, de la materia prima, del equipo periférico, variables del acabado y manejo de las piezas moldeadas. Las primeras cuatro variables involucran tiempos, presiones, temperaturas y velocidades, los cuales son parámetros que se pueden modificar para corregir defectos en el producto. La última variable de la lista anterior, posiblemente la más difícil de fijar, debido a que interviene el factor humano.

Cabe mencionar que para proceder a la mejora en la variabilidad del proceso se mostró como limitante la resistencia al cambio por parte del personal, realizando para ello pláticas entre cada jornada acerca de los beneficios de obtener un producto de calidad, así como de sus consecuencias al persistir los defectos.



Figura 1. Macetón grande.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para lograr la disminución de los defectos y mejora de la variación del proceso se llevó a cabo una secuencia de pasos donde se implementan las herramientas de calidad que ayudaron a lograr el objetivo, siendo como primer punto analizar el proceso que a continuación se describe [4]:

- Cierre del molde.
- Se inyecta el polímero fundido y se compacta.
- Comienza el enfriamiento de la parte inyectada, la máquina inicia el recargado de material para su posterior inyección.
- Finalizando el tiempo de enfriamiento, inicia la apertura del molde.
- Expulsión de la pieza.

Para el estudio del proceso se llevó a cabo de la siguiente manera:

Fase 1: Definir.

La empresa fabrica Macetones Grandes de acuerdo a lotes aproximadamente de 250 piezas en cada turno durante una semana. Cuando el tamaño del subgrupo n no se mantiene constante a lo largo de las muestras se tiene la alternativa, de usar el tamaño promedio de subgrupo n-barra, en lugar de n. [1]. En ocasiones el tamaño del lote varía por diferentes motivos, haciendo algunas veces más o menos, en este caso se utiliza el tamaño de muestra (lote) promedio, de tal manera que el número total de piezas inspeccionadas fue de 3,750 piezas.

El diagnóstico realizado, arrojó defectos o no conformidades en la elaboración del Macetón grande de acuerdo a las especificaciones de características superficiales, registrando que el 80% de los defectos se centra en tres principales defectos que son “Mucho Flash” con un 38.8%, “el producto sale obtuso” con un 26.7% y “producto con tiro corto” con un 15.2%, datos obtenidos a través de un diagrama de Pareto (ver la Figura 2) arrojando que el producto sale con mucha rebaba, lo que se considera un desperdicio y pérdida del material; por lo que se pudo definir que es necesario hacer un estudio detallado.

Fase 2: Medir.

Una de las variables a medir es el acabado y manejo de las piezas moldeadas, en este proceso interviene el factor humano y para ello se realiza el estudio R&R para atributos, que permite evaluar la consistencia del proceso de medición basados en evaluaciones subjetivas realizadas por inspectores, que clasifican las piezas en pocas categorías (por ejemplo, defectuosa o no). [1].

En la elaboración del Macetón Grande el mismo operario es el encargado de inspeccionar las piezas, el cual realiza evaluaciones subjetivas, basadas en este caso con el sentido de la vista. Para esto los operarios solo clasifican las piezas como producto “Conforme” o “No conforme”. Ante esto, se presenta el estudio de R&R, el cual consistió en obtener datos estadísticos en acuerdos o desacuerdos entre los operadores (reproducibilidad), dentro de los operadores (repetibilidad) y de los operadores con el estándar, en la Figura 3 se muestra el resumen del análisis de concordancia de atributos, el cual muestra las evaluaciones que se les realizaron a los operarios, obteniendo un porcentaje de exactitud promedio que significa que coincidieron exactamente en un 95.3%.

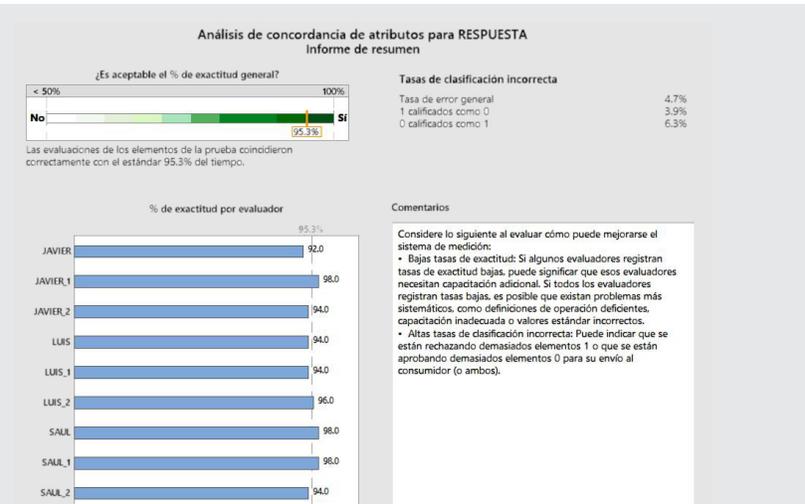


Figura 3. Análisis de concordancia de atributos

Control Estadístico del Proceso

Para este punto se monitorea como se encuentra el proceso de inyección de plástico mediante un gráfico de control p, para posteriormente tener un control sobre él. Para monitorear el proceso se toma como referencia el registro del tamaño total de piezas inspeccionadas que fue de 3,750 piezas, el cual estas se clasificaron como “conformes” o “no conformes” según las propias características superficiales del producto, como textura, acabados, marcas, producto incompleto, entre otros. El estudio muestra que la proporción de piezas defectuosas, fluctúa entre 0.0516 y 0.2120, con un promedio de 0.1318. Por lo tanto, se requiere un cambio en el proceso ya que existen variaciones especiales que provocan que el proceso esté descontrolado y se sigan dando proporciones de piezas defectuosas. (ver Figura 4).

Diagrama de Pareto de DEFECTOS - Informe de resumen

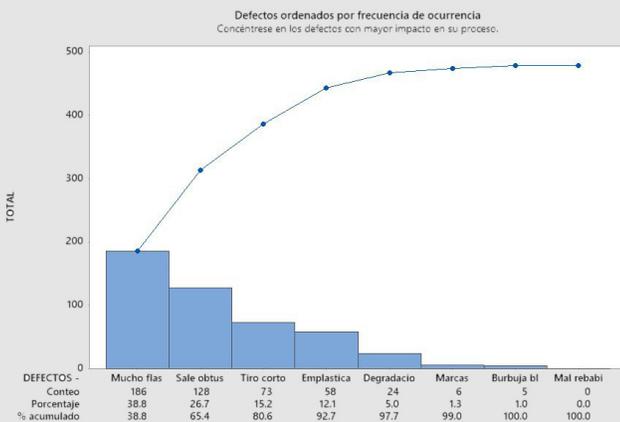


Figura 2. Defectos presentados en el macetón grande.

Tabla 1. Medidas tomadas para corregir las causas.

# Tarea	Hallazgo	Acción a implementar
1	No existe un método establecido para ajuste de parámetros (temperatura y presión inadecuada).	Desarrollar un procedimiento documentado que establezca las condiciones adecuadas de operación del macetón grande para la máquina, estableciendo los parámetros idóneos para la operación de la máquina.
2	No se realiza mantenimiento a la máquina.	Realizar mantenimiento a la máquina y programar los planes de mantenimiento de los equipos.
3	Mal control en la utilización del material molido.	Definir un instructivo para el adecuado uso y control el material molido a utilizar en el proceso.
4	Los operarios no saben ajustar la máquina.	Capacitar al personal en base a los lineamientos establecidos en el procedimiento de operación de la máquina.

En la Figura 6 se muestra el resumen del proceso binomial de piezas defectuosas, utilizando una gráfica P, y se obtiene que el 13.18% de piezas son defectuosas, que corresponde a 131,780 Partes por Millón (PPM) de piezas fuera de especificación. Que indica que se esperan 131,780 piezas defectuosas por cada 1,000,000 (PPM) producidas, y con nivel z del proceso del 1.1180.

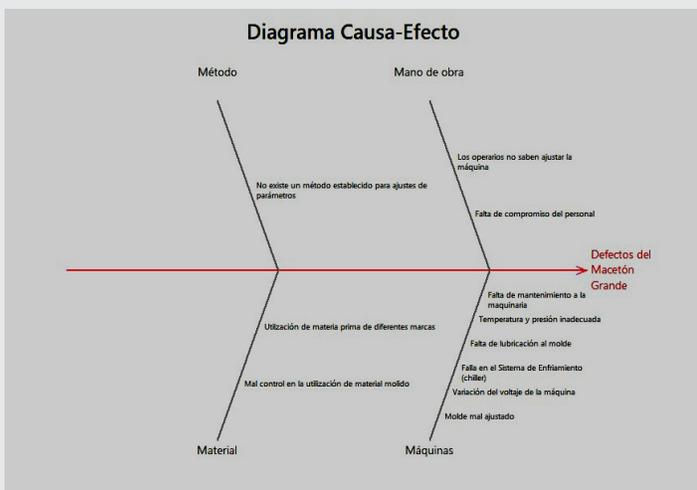


Figura 5. Diagrama de Causa - Efecto

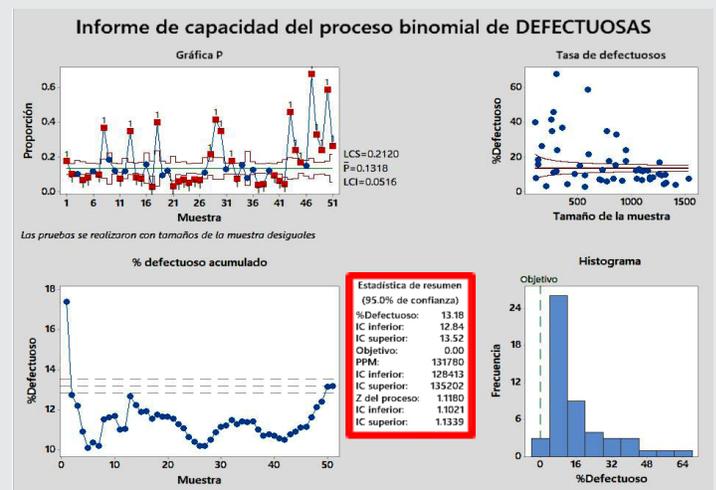


Figura 6. Informe de capacidad del proceso binomial.

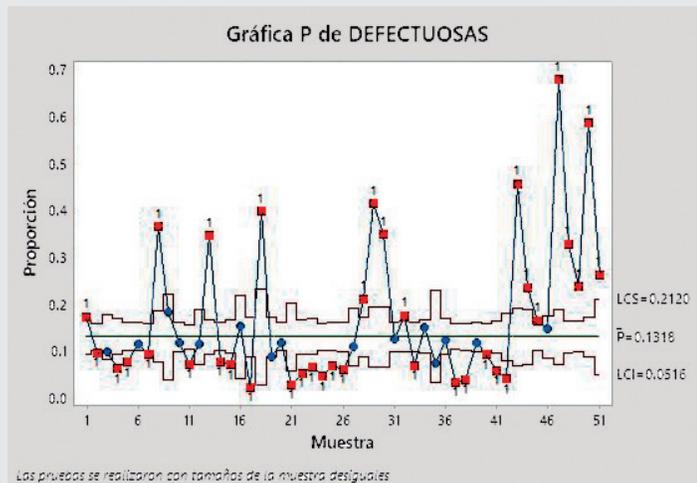


Figura 4. Gráfica P

Fase 3: Analizar

Para identificar las posibles causas del problema que se presenta en la elaboración de los Macetones Grandes se utiliza una lluvia de ideas en conjunto con el personal de la planta que está frente al proceso y se obtienen las siguientes posibles causas:

- No existe un método establecido para ajustes de parámetros.
- Utilización de materia prima de diferentes marcas.
- No se le realiza mantenimiento a la maquinaria.
- Falta de compromiso del personal.
- Mal control en la utilización de material molido.
- Variación del voltaje de la máquina.
- Los operarios no saben ajustar la máquina.
- Molde mal ajustado.
- Temperatura y presión inadecuada.
- Falta de lubricación al molde.
- Falla en el Sistema de Enfriamiento (Chiller).

Para analizar cuáles de las posibles causas son más importantes, se representan en un diagrama causa - efecto (ver Figura 5), y posteriormente se proponen medidas para corregir las causas más potenciales mostradas en la Tabla 1.

Fase 4: Mejorar

Para poder mejorar el proceso y disminuir los defectos que se detectaron en la elaboración del Macetón Grande, se implementaron soluciones de acuerdo al análisis de causa – raíz, realizando las siguientes actividades:

- Se realizó e implementó un Procedimiento documentado donde se establecen las condiciones adecuadas de operación de la máquina para la elaboración del Macetón Grande. Donde se incluyen los parámetros idóneos en que la máquina debe operar, obtenido por medio de una regresión múltiple donde se estableció la relación lineal entre las variables que afectan la salida del producto.
- Se elaboró un plan de mantenimiento programado y realizó mantenimiento a la máquina con personal externo especializado.
- Se definió un instructivo para el adecuado uso y control del material molido a utilizar en el proceso y se dio a conocer al personal.
- Se capacitó al personal en base a los lineamientos establecidos en el procedimiento de operación de la máquina.

Para llevar a cabo el cumplimiento de la primera actividad, se realiza un análisis de regresión múltiple a través de un modelo matemático [5], relacionando las variables independientes (x), con una variable dependiente de respuesta (Y) utilizando la Ec.1

$$\hat{Y} = b + ax_1 + ax_2x_2 + \dots + a_nx_n \quad \text{Ec. (1)}$$

Las 12 variables a considerar para la realización del análisis de regresión son las mostradas en la Figura 7. Estos datos se analizaron para establecer un estándar de parámetros a emplear por la máquina que elabora el producto, y lograr que los macetones salgan sin defectos, generando con ello calidad en el producto.

Peso	Velocidad de Cierre	Presión de Inyección	Posición de Inyección	Velocidad de Inyección	Presión de Carga	Distancia del Tornillo (velocidad)	S. Back (Posición)	Tiempo de Enfriamiento	Tiempo de Inyección	Temperatura del Chiller (agua)	Temperatura del Chiller (agua)	Temperatura Ambiente
Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
gr.	Seg.	Psi.	Seg.	Seg.	Psi.	Seg.	Seg.	Seg.	Seg.	°C	°C	°C

Figura 7. Variables a considerar para análisis de regresión.

En la Figura 8 se muestra la gráfica obtenida del optimizador de respuesta Objetivo, donde se establecen los parámetros indicados para el funcionamiento de la máquina y lograr que el Macetón Grande salga sin defectos y no se desperdicie material.



Figura 8. Gráfica de parámetros de respuesta

RESULTADOS

En cada una de las etapas de implementación de la metodología se fueron obteniendo resultados que impactarían en el cumplimiento del objetivo final, dentro de la fase 1 se definió la voz del cliente conociendo por medio del análisis ABC y la aplicación de diagrama de Pareto el producto que mas utilidad genera a la empresa, para de esta forma identificar los defectos asociados a ellos que disminuyen su calidad y la cantidad representada a un lote de productos.

En la fase 2 el uso y aplicación de las herramientas R&R nos ayudaron a determinar si la medición de los defectos del producto se realizaba adecuadamente encontrándose que no era así ya que cada operador empleaba un criterio distinto, para lo cual se propuso establecer un procedimiento definido para esta actividad, con los Grafico de control de proporción definimos que la fluctuación de la variación en los productos “no conformes” (ver Figura 4) el cual era necesario establecer un control dentro del proceso para mejorarlo, así fue como el diagrama Pareto y el diagrama Causa-efecto marcaron la pauta para definir un plan de acción en la mejora del proceso dentro de la fase de análisis del proyecto fase 3 donde se lleva a cabo el análisis de capacidad del proceso en forma binomial.

En la última fase se desarrolla un plan de mantenimiento programado necesario para el buen funcionamiento del equipo y así obtener durante el proceso variables de lecturas adecuadas, se definió el procedimiento de inspección del producto y se forma la capacitación sobre la adecuada operación del equipo a todo el personal involucrada en la fabricación del Macetón grande. Mediante el uso de un modelo de regresión múltiple el cual considera la utilización de 12 variables de entrada (X) entre ellas presión de cierre, presión de apretura, temperatura del molde, etc. obtenidas con un formato de parámetros de operación del equipo y la variable de respuesta (Y) representa el peso del producto monitoreado en el proceso ya que no contaba con una especificación del peso ideal del producto terminado ni mucho menos límites de especificaciones del mismo, obteniendo como resultado 890 gramos del peso ideal en la fabricación del producto; se pudo obtener como resultado el fuerte grado de correlación entre las variables independientes y la variable dependiente del 97.81% entre las variables de salida (x) con el peso de los Macetones Grandes en conjunto con los parámetros de operación adecuados del equipo como se muestra en la Figura 9.

Peso	Velocidad de Cierre	Presión de Inyección	Posición de Inyección	Velocidad de Inyección	Presión de Carga	Distancia del Tornillo (velocidad)	S. Back (Posición)	Tiempo de Enfriamiento	Tiempo de Inyección	Temperatura del Chiller (agua)	Temperatura del Chiller (agua)	Temperatura Ambiente
Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
890	47	109	280	64	99.99	50	259	28	4.2	9.9	27.4	27
Alto	47	120	280	72	100	50	260	38	4.5	14.1	32.30	28
Bajo	27	109	257	64	85	45	235	18	4.2	9.4	27.4	23

Figura 9. Parámetros de respuesta

Para corroborar la mejoría del proceso y la disminución de los defectos, después de implementar las acciones necesarias para corregir las causas, se sometió el proceso a un análisis de capacidad binomial como se observa en la Figura 10 mostrando que el 3.33% de piezas son defectuosas, las cuales corresponden a 33,313 Partes por Millón (PPM) de piezas fuera de especificación. Que indica que se esperan 33,313 piezas defectuosas por cada 1,000,000 (PPM) producidas y con nivel z del proceso del 1.8342 determinando así la mejora en el proceso.

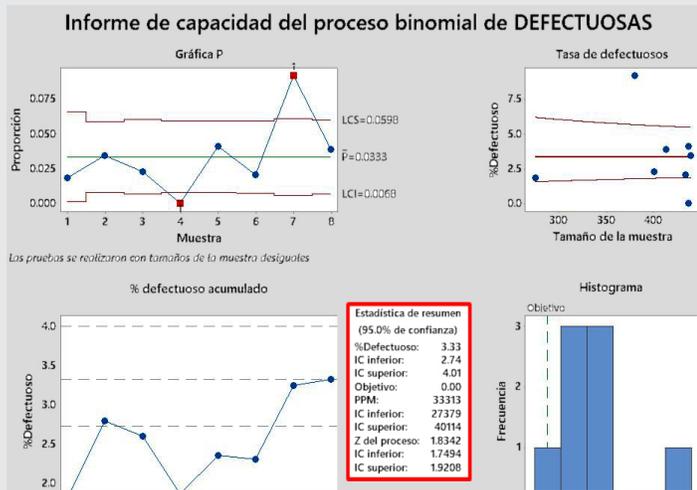


Figura 10. Informe de capacidad del proceso binomial mejorado

CONCLUSIONES

La aportación principal de este proyecto es lograr obtener un producto con calidad mediante el mejoramiento del proceso.

El uso de las herramientas de la calidad y las estrategias adecuadas que se emplearon, lograron reducir hasta un 3.33% de los defectos que existentes; en específico la determinación del modelo de regresión múltiple logro determinar los parámetros adecuados de operación para alcanzar el peso apropiado de los Macetones grande de 890 gramos.

Es cierto que la implementación de esta metodología dio como resultado una mejora operacional y financiera dentro de la industria, pero no podemos perder de vista que para lograr cambios más profundos debemos asegurar el seguimiento continuo a las propuestas establecidas; la organización debe de generar mayor compromiso al igual que el personal, enfocándose principalmente en el cambio cultural que hará que en algún momento la empresa llegue a alcanzar la excelencia operativa y la mejora continua.

Este tipo de estudios conllevan a fortalecer la aplicación de técnicas estadísticas con un análisis profundo en la aplicación de la ingeniería en la industria encaminada a la fabricación de pasticos para el uso doméstico, la cual pudiera dar paso a futuras aplicaciones de

ingeniería y científicas como la implementación de las Core Tools y Lean Manufacturing alineadas a la estrategias definias por la organización como modelos de cambio y el diseño de modelos de costos que definan con mayor precisión los ahorros totales de la empresa y porque no determinar modelos de incentivos que motiven a la plantilla laboral para darle seguimiento a los proyectos a implantar en un futuro y así hacerlos participe en el éxito de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] H. G. Pulido, *Contol Estadístico de Calidad y Seis Sigma*, México: McGraw-Hill, 2013.
- [2] H. Gutiérrez Pulido, *Calidad Total y Productividad*, Cuarta edición ed., México, D.F.: McGRAW-HILL, 2014.
- [3] P. R. Aguilar, «Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas Mexicanas: Experiencias y Reflexiones.», *Contaduria y administración*, pp. 3-4, 2002.
- [4] L. L. Esquivel, *Manual de moldeo de plásticos I*, Mexico: Trillas, 2011.
- [5] D. Montgomery y G. Runger, *Probabilidad y estadísticas aplicadas a la ingeniería*, Virginia: Limusa Wiley, 2005.
- [6] C. I. H. Martínez, «La metodología Lean Seis Sigma, sus herramientas y ventajas.», *Universidad Veracruzana, Xalapa*, 2014.
- [7] W. Oliveira, «Pagina dedicada a mejora de procesos Seis Sigma», 4 8 2017. [En línea]. Available: <https://www.heflo.com/es/blog/calidad/metodologia-six-sigma/>.
- [8] C. Gastelum Acosta, J. Limon Romero, M. Maciel Monteon y Y. Baez Lopez, «Seis Sigma en Instituciones de Educación Superior en México.», *uabc, Tijuana*, 2018.
- [9] E. Gutiérrez González y O. Vladmirovna Panteleeva, *Probabilidad y estadística. Aplicaciones a la ingeniería y ciencias*, México, D.F.: Grupo Editorial Patria S.A. de C.V.; Edición: 1, 2017.
- [10] R. E. Walpole, R. H. Myers, S. L. Myers y K. Ye, *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias.*, México, D.F.: PEARSON, 2012.





Calidad

y

Sistemas de Manufactura

Ingeniantes

Evaluación al desempeño de una estación de trabajo en un proceso de impresión de producto médico



Colaboración

Ilse Anilú Silva López; María de los Ángeles Ramírez Ambriz; Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez; Jesús Aguirre Solís, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Mirella Parada González, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

RESUMEN: Las empresas aplican nuevas tecnologías para mejorar su producción, introducir nuevos productos y ampliar su mercado. Una empresa dedicada a la extrusión de plástico, creó nuevas líneas de producción para la fabricación de buretas de plástico (producto médico). Este proceso de fabricación, consta de dos procesos, extrusión e impresión. Para evaluar el desempeño de impresión de buretas, se realizó un análisis de las operaciones, se evaluaron las máquinas que intervienen en el proceso, así como las actividades que realizan los operadores. Se hizo una toma de tiempos con cronómetro y video de las máquinas y operadores, y una evaluación ergonómica a los operadores con el método de Evaluación rápida de miembros superiores (RULA, por sus siglas en inglés). Con un análisis estadístico de los tiempos se mejoró el flujo del proceso de impresión. Con los niveles de actuación obtenidos del método RULA, se propusieron las mejoras para que los operadores trabajen en un ambiente seguro.

PALABRAS CLAVE: Cuello de botella, Análisis estadístico, Riesgos ergonómicos, Estudio de tiempos.

ABSTRACT: Companies apply new technologies to improve their production, introduce new products and expand their market. A company dedicated to the extrusion of plastic created new production lines for the manufacture of plastic burettes (medical products). The manufacturing process of the plastic burettes consists of two processes, extrusion, and printing. The performance of the burette printing process needed to be evaluated. The machines that intervene in the process were evaluated, as well as the activities carried out by the operators. A video and taking time with chronometer of the machines and operators were performed, as well as an ergonomic evaluation of the operators with Rapid upper limb assessment or RULA method. With a statistical analysis of the times, the flow of the printing process was improved. With the levels of action obtained from the RULA method, the improvements were proposed so that the operators carry out their tasks in a safe environment.

KEYWORDS: Bottleneck, Statistical analysis, Ergonomic risks, Study of times.

INTRODUCCIÓN

La fabricación de un nuevo producto exige líneas de producción que cumplan con las especificaciones del cliente, considerando la calidad y el tiempo requerido para cumplir con las fechas de entrega. El estudio de tiempos es el más utilizado por las empresas para medir el tiempo que requiere una persona o máquina para realizar una determinada tarea. Para este tipo de estudio se puede utilizar un cronómetro y una cámara de video [5], [6].

Una vez obtenido el tiempo estándar de cada operación, se puede hacer visible un cuello de botella, "el recurso que se queda sin capacidad primero y, por lo tanto, limita el rendimiento del sistema". Para mejorar el flujo de la línea, es conveniente realizar el balanceo de la misma, para igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones,

para maximizar la mano de obra y del equipo [2], [7]. Aunado al balanceo de la línea, que mejora el flujo o productividad, también generalmente se pueden mejorar las condiciones de trabajo de los operadores, reduciendo sus niveles de riesgo ergonómico y creando un ambiente de trabajo más saludable para ellos. Es aquí donde la ingeniería de métodos y la ergonomía en forma conjunta mejoran el flujo de la línea, y las condiciones de trabajo de los operadores [3], [4].

En una empresa local de Ciudad Juárez, en el proceso de impresión de las buretas, los operadores presentaban riesgos ergonómicos, dolor de espalda, cuello y cadera durante su jornada laboral, así como cansancio. Los operadores adoptaban diferentes posturas y movimientos riesgosos con las manos, al pasar las piezas de la banda de la cortadora a la banda de la impresora. Otros riesgos similares ocurrían en el empaquetado. Se evaluaron las posturas de los operadores con las tablas de puntuación del método RULA, para establecer el nivel de actuación ergonómica, que evite el riesgo de lesiones en los operadores de la estación de impresión. Es importante que las empresas utilicen Métodos de Evaluación Ergonómica para detectar a tiempo el tipo de riesgo que puede tener una actividad dentro de una estación., existen diferentes métodos para cada factor de riesgo y son de fácil aplicación [1].

MATERIAL Y MÉTODOS

El proceso de fabricación de las buretas de plástico consta de dos procesos, extrusión e impresión. El proceso de extrusión es complejo y no permite modificar sus parámetros fácilmente por la calidad del tubo extruido. El proceso de impresión se debe realizar bajo condiciones de cuarto limpio.

En el cuarto limpio se encuentra la máquina cortadora de las buretas, la que define la tasa de producción para la máquina impresora, este material se transporta en una banda donde un operador carga y descarga los tubos a la banda de la impresora. En la impresora se imprime una escala milimétrica en cada bureta, un operador extra en este subproceso almacena los tubos ya que no es un proceso fluido. Los tubos que salen de la máquina impresora se transportan en una banda con ayuda de un operador y luego son empaquetados en cajas para su envío por cuatro operadores (Figura 1).

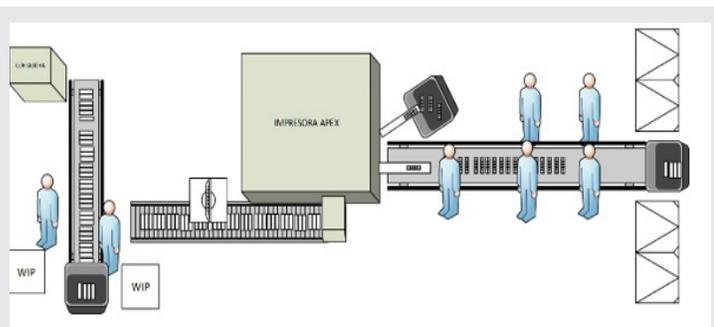


Figura 1. Proceso de impresión de buretas de plástico

Para desarrollar esta investigación se utilizó el cronómetro y video de un celular para la toma tiempos, los datos de cada corrida fueron anotados en una libreta científica. Para la evaluación ergonómica de los operadores de este proceso se aplicaron las tablas de puntuación de McAtamney, L. y Corlett, E.N. (1993), RULA para determinar el nivel de actuación. Para el análisis estadístico de los tiempos se utilizó el software Minitab 17°.

La metodología propuesta para esta investigación inició con un análisis del proceso de fabricación de buretas de plástico para delimitar el área de estudio, como primer paso se efectuó un estudio de tiempos, donde se seleccionó uno de los números de parte de bureta que estuviera validado por el cliente y que fuera procesado con mayor periodicidad.

Con los datos obtenidos en la toma de tiempos se realizó un análisis estadístico para determinar las tasas de producción de cada máquina, donde se detectó la presencia de un cuello de botella. Posteriormente se evaluó el desempeño de los trabajadores por medio del análisis de los tiempos. Para evaluar las condiciones de trabajo de los operadores o nivel de actuación se aplicó el método RULA.

RESULTADOS

Se inició con el estudio de tiempos de los equipos, que son, la cortadora y la impresora, con la intención de identificar el cuello de botella, seguido de esto se analizó el desempeño de los operadores en cada parte del proceso, se evaluaron las posturas para detectar posibles riesgos en la manera en que realizaban sus actividades diarias.

En el estudio de tiempos, para el número de parte 3032, se tomaron muestras de los tiempos en cada parte del proceso de impresión, en la cortadora e impresora, contemplando a los operadores de cada subproceso respectivamente. Con los datos del estudio de tiempos se procedió a realizar un análisis estadístico con la ayuda del programa Minitab 17°, donde primero se analizaron los tiempos de las máquinas.

La máquina cortadora, como se ha descrito previamente, es la encargada de cortar el tubo extruido conforme a las dimensiones del cliente, ésta máquina es la que define la tasa de producción para el resto del proceso de impresión.

Para realizar el análisis estadístico se utilizó una base de 229 datos, que fueron recolectados aleatoriamente, con una media de 0.95480 segundos, lo cual establece que una pieza es cortada cada 0.95 segundos, en un minuto prácticamente se obtendrían mínimo 60 piezas (Figura 2).

cada uno de los operadores en la carga y descarga del material, con el fin de optimizar el número de operadores en cada parte del proceso. Se hizo un análisis estadístico en Minitab 17^o y con esto la evaluación del desempeño de los operadores.

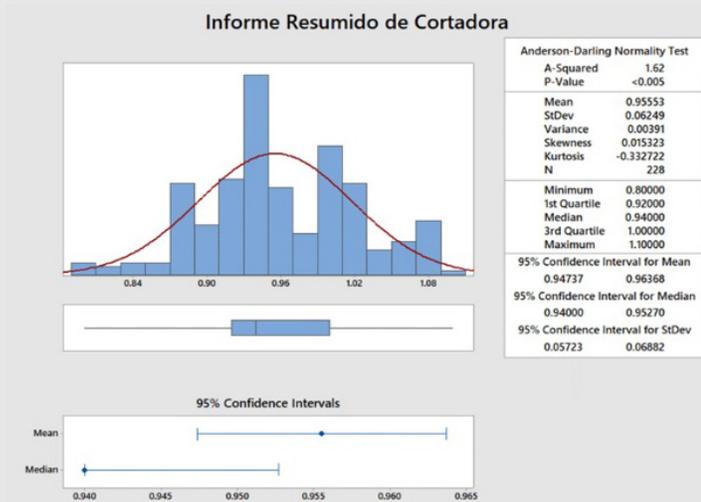


Figura 2. Análisis estadístico de los tiempos de la máquina cortadora

La máquina impresora, imprime las medidas milimétricas en el tubo de plástico, del cual se obtuvo una media de 1.3198 minutos, que es el tiempo promedio que tarda en salir una pieza impresa (Figura 3).



Figura 3. Análisis estadístico de los tiempos de la máquina impresora

Al contrastar las medias de los tiempos de las dos máquinas (Figura 4), se pudo ver que hay una diferencia significativa en la tasa de producción, la cortadora con una pieza por cada 0.95 segundos y la impresora una pieza por cada 1.32 segundos; esta diferencia genera un cuello de botella que hace necesario almacenar piezas para posteriormente ser impresas. Lo que nos hace referirnos al método de cola más larga, donde se considera la estación o máquina que tiene mayor número de trabajos detenidos como cuello de botella (Betterson y Silver, 2011).

Para los operadores que intervienen en el proceso de impresión, se tomó una muestra de tiempos con cronómetro y video para analizar las tareas que realizan

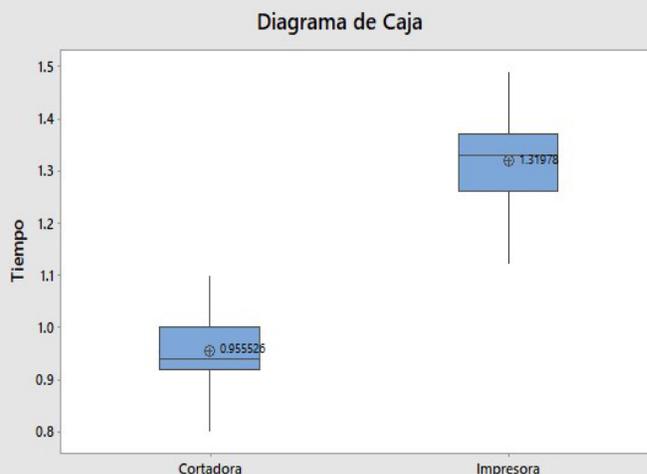


Figura 4 Comparación de tiempos entre máquina cortadora e impresora

El operador 1 (Op_{1_C}), que se encarga de recibir y almacenar las piezas de la cortadora que no se pueden pasar directamente a la banda de la impresora se obtuvo un tiempo promedio de 23.668 segundos. El operador 2 (Op_{2_I_e}), que se encarga de la carga y descarga del material en la banda de la impresora se obtuvo un tiempo promedio de 7.483 segundos. Para el operador 3 (Op_{3_I_s}), que realiza la actividad de redirigir los tubos que salen de la impresora para la banda del empaquetado, se obtuvo un tiempo promedio de 1.07432 segundos. Para los cuatro operadores del empaquetado (Op_{i_E}), las operaciones tienen un intervalo de confianza al 95% de tiempo de operación de 26 a 29 segundos en cada carga de 8 piezas (Figura 5 y Figura 6).

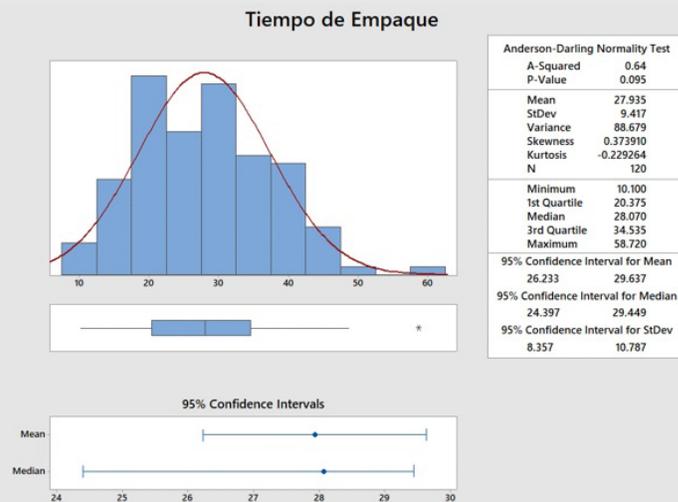


Figura 5. Análisis Estadístico del tiempo de empaque

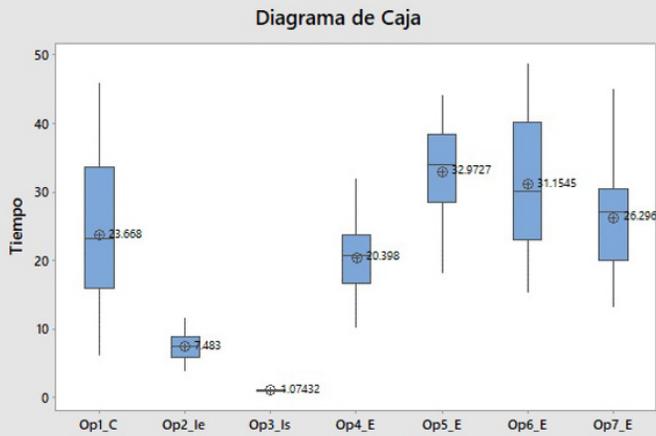


Figura 6. Comparación de tiempos de los operadores del proceso de empaque (E), con los de impresión (I) y el que descarga la cortadora (C).

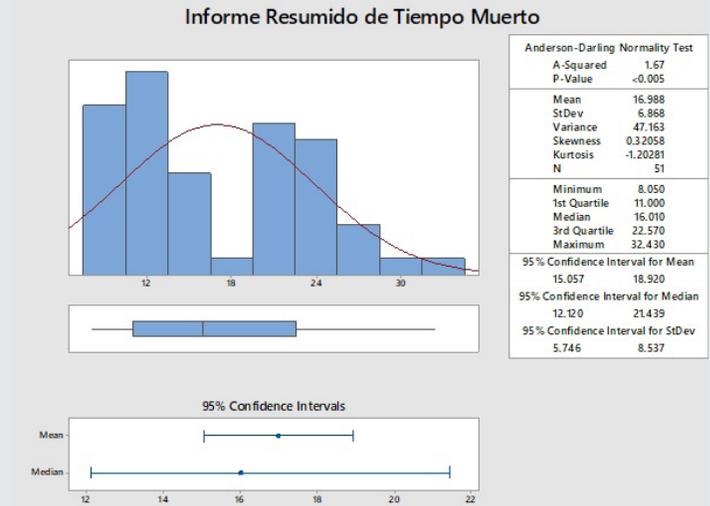


Figura 7. Análisis estadístico del tiempo muerto para empaque

Para determinar el número de operadores necesarios en el sub-proceso de empaque, con base en la demanda por turno del número de parte 3032 y tiempo disponible. La demanda por un turno de 8.6 horas (30,960 segundos) es de 6,621 piezas. El tiempo de operación de los cuatro operadores es de 110.8212 segundos, que refiere al tiempo promedio acumulado de cada uno (Tabla 1), al cual se le resta el tiempo muerto promedio 16.988 de los mismos (Figura 7), dando un total de 93.012 segundos. Al aplicar la fórmula, con el tiempo en segundos y la demanda, considerando que cada operador toma 8 piezas a la vez, el tiempo de operación nos da como resultado 3 operadores para este sub-proceso.

$$\text{Ciclos requeridos} = \frac{6,621 \text{ piezas/turno}}{8 \text{ piezas/ciclo}} = 828 \text{ ciclos/turno} \quad \text{Ec. (1)}$$

$$\text{Ciclos por operador por turno} = \frac{30,960 \text{ segundos/turno}}{93,012 \text{ segundos} \times \text{operador/ciclo}} \quad \text{Ec. (2)}$$

$$= 332.474 \text{ ciclos/turno} \times \text{operador}$$

$$\text{Operadores necesarios} = \frac{828 \text{ ciclos/turno}}{332.474 \text{ ciclos/turno} \times \text{operador}} \cong 3 \text{ operadores} \quad \text{Ec. (3)}$$

$$\text{Takt time} = \frac{30,960 \text{ segundos/turno}}{6,621 \text{ piezas/turno}} = 4.676 \text{ segundos/piezas} \quad \text{Ec. (4)}$$

y para ocho piezas por ciclo = $4.676 \times 8 = 37.408 \text{ segundos/ciclo}$
y tiempo promedio empaque = $27.935 \text{ segundos/ciclo} < \text{Takt time}$

Tabla 1. Tiempo de operación acumulado de los operadores de empaque

Operador	Tiempo de Operación (Segundos)
1	20.398
2	32.9727
3	31.1545
4	26.296
Total	110.8212 segundos

Para cada uno de los siete operadores que participan en los subprocesos de la cortadora, impresión y empaquetado de la fabricación de buretas de plástico se hizo un análisis de las actividades que realizaban, con la ayuda de videos y observación para medir el riesgo ergonómico en el que se encontraban (Tabla 2).

Tabla 2. Descripción de las actividades de los Operadores

Operador	Máquina	Actividades
Operador 1	Cortadora	Almacena los tubos que salen de la cortadora.
Operador 2	Cortadora	Alimenta la banda de la cortadora a la banda de la impresora. Inspecciona para detectar algún defecto, cuando se detiene la impresora se dedica a almacenar tubos que después serán graduados.
Operador 3	Impresora	Direcciona los tubos graduados en forma vertical para que los operadores siguientes inspeccionen y empaqueten.
Operadores 4, 5, 6 y 7	Empaque	Inspeccionan los tubos graduados para detectar defectos en la impresión y enviarlos a scrap. Las piezas buenas se empaquetan en charolas.

Otra postura de atención del operador 2 es la adoptada al momento de inspeccionar los tubos. Al poner las piezas a contra luz para detectar algún defecto de calidad, el operador presenta un riesgo por el ángulo del cuello, con una extensión mayor a 0 grados, que es la puntuación de 4, la más alta para el método y se suman 2 puntos más por el giro y 1 punto más por la posición de sus piernas. Estos valores posicionados en la tabla dan un puntaje total de 6 para el Grupo B.

Al sumar los puntajes del Grupo A y B se obtiene un puntaje final de 7, que sugiere una investigación y un cambio inmediato de las condiciones de operación para prevenir lesiones músculo-esqueléticas. La Figura 11 presenta la evaluación ergonómica del operador 2.

RULA Hoja de evaluación del empleado

A. Análisis de brazo y muñeca
 Paso 1: Localizar la postura más alta del brazo
 Paso 1a: Ajuste
 Paso 2: Localizar la posición más baja del brazo
 Paso 2a: Ajuste
 Paso 3: Localizar la posición de la muñeca
 Paso 3a: Ajuste
 Paso 4: Giro de la muñeca

B. Análisis de cuello, tronco y piernas
 Paso 9: Localizar posición de cuello
 Paso 9a: Ajuste
 Paso 10: Localizar posición del tronco
 Paso 10a: Ajuste
 Paso 11: Piernas

Tabla A: Puntaje de postura brazo, muñeca

Brazo abajo	Muñeca			
	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7
5	5	6	7	8
6	6	7	8	9
7	7	8	9	10
8	8	9	10	11
9	9	10	11	12
10	10	11	12	13

Tabla B: Puntaje de postura cuello, tronco y piernas

Cuello	Tronco				Piernas			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4
2	2	3	4	5	2	3	4	5
3	3	4	5	6	3	4	5	6
4	4	5	6	7	4	5	6	7
5	5	6	7	8	5	6	7	8
6	6	7	8	9	6	7	8	9
7	7	8	9	10	7	8	9	10
8	8	9	10	11	8	9	10	11
9	9	10	11	12	9	10	11	12
10	10	11	12	13	10	11	12	13

Tabla C: Puntaje postura cuello, tronco y piernas

Cuello	Tronco				Piernas			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4
2	2	3	4	5	2	3	4	5
3	3	4	5	6	3	4	5	6
4	4	5	6	7	4	5	6	7
5	5	6	7	8	5	6	7	8
6	6	7	8	9	6	7	8	9
7	7	8	9	10	7	8	9	10
8	8	9	10	11	8	9	10	11
9	9	10	11	12	9	10	11	12
10	10	11	12	13	10	11	12	13

PUNTAJE FINAL

Puntaje Postura Tabla A: 5
 Puntaje Postura Tabla B: 5
 Puntaje uso de músculo: 1
 Puntaje fuerza carga: 0
 Puntaje final brazo/muñeca: 6
 Puntaje final cuello, tronco y piernas: 6
PUNTAJE FINAL: 7

EMPRESA: Cuatro limpio PUESTO DE TRABAJO: operador OPERACIÓN: Cortadora
 ANALISTA: Ise Aní Silva Lopez FECHA: 20-Mayo-2018

Figura 11. Evaluación del operador 2

El operador 3 se encarga de direccionar los tubos graduados para que los operadores sigüentes inspeccionen y empaquen. Permanece en una posición estática la mayor parte de su jornada laboral, lo que provoca cansancio de cadera y espalda por los constantes giros de su tronco y desequilibrio de sus piernas al recargar todo el peso de su cuerpo a un solo lado (Figura 12).

La evaluación ergonómica muestra, que su brazo izquierdo tiene una flexión mayor a 45 grados y le otorga una puntuación de 3 y se le suma 1 punto más al tener abducido el brazo obteniendo un total de 4. El antebrazo tiene una flexión con un ángulo de 130 grados lo que da una puntuación de 2, se agrega 1 punto más al trabajar a través de la línea media del cuerpo lo que da una puntuación de 3. La muñeca del operador hace una flexión al dirigir los tubos con un ángulo mayor de 15 grados da una puntuación de 3 y se agrega 1 punto más por la torsión fuera de la línea media, obteniendo 1 punto más por el giro de su muñeca a un rango medio. Al posicionar los valores en la tabla se tiene una puntuación total de 6 para el Grupo A.



Figura 12. Postura crítica del operador 3

Al direccionar las piezas, el cuello del operador 3 hace una flexión a un ángulo mayor de 20 grados le otorga una puntuación de 3. Su tronco se flexiona con un ángulo mayor de 20 grados, esto le otorga una puntuación de 2, y se agrega 1 punto más por girar su tronco, lo que da una puntuación de 3. El giro le ocasiona un desequilibrio en sus piernas lo que agrega 2 puntos más. Estos valores posicionados en la tabla dan un puntaje total de 6 para el grupo B.

Al sumar los puntajes del Grupo A y B se obtiene un puntaje final de 7, que sugiere una investigación y un cambio inmediato de las condiciones de operación.

Los operadores 4, 5, 6 y 7, en el subproceso de empaquetado, debido a la carga y descarga de material e inspección de los tubos graduados, mantienen el foco de atención en las manos y el cuello. Los resultados de las evaluaciones ergonómicas con el método RULA, dieron un puntaje final de entre 6 y 7 que sugiere investigación y cambios inmediatos de las condiciones de operación.

Los resultados de la evaluación ergonómica de los siete operadores del proceso de impresión de buretas presentan niveles de actuación con un puntaje entre 6 y 7 lo que sugiere que se investigue y cambie rápido la manera como se realizan sus actividades.

CONCLUSIONES

Con el estudio de los tiempos de los operadores, se propuso balancear la carga de trabajo del operador 2, colocando al operador 1 del otro lado de la banda para que tuviera la actividad de carga y descarga en la banda de la impresora, así también almacenar el excedente de producción. Para la actividad que realiza el operador

3, se propuso diseñar un dispositivo que automatice la orientación de las buretas en la banda, lo que elimina la actividad del operador 3. Para la actividad de empaque, se tienen un intervalo de confianza del 95% en el tiempo muerto de 15 a 18 segundos en las 8 piezas, por lo que se propuso dejar a tres operadores de los cuatro que se tiene.

Para mejorar las condiciones de trabajo de los operadores, se realizaron propuestas de mejora para la línea con la intención de bajar el nivel de riesgo que presenta cada operador al desempeñar sus actividades.

Para los operadores 1, 2 y 3 se recomendó utilizar una silla giratoria con respaldo, y de altura ajustable que le permita al operador adaptarse a las diferentes alturas de las bandas del proceso. Esto ayudará a que los operadores mantengan su codo a 90 grados de flexión y eliminen giros en sus troncos, previniendo así trastornos músculo esqueléticos acumulativos.

Se recomendó colocar una lupa con iluminación en la banda de la cortadora para que el operador 1 pueda realizar la inspección de los tubos sin inclinarse, de forma cómoda y con una mejor visión. De este modo se podrá eliminar la inspección del operador 2 de la cortadora delimitando su trabajo a solo transportar los tubos a la banda de la impresora. Esto ayudará al operador 2, tendrá mayor eficiencia en el llenado de la banda de la impresora.

Para el operador 3 se recomendó colocar una lupa con iluminación en la banda de empaquetado, para que al salir los tubos impresos se inspeccionen y redirijan los tubos y los operadores posteriores realicen su empaquetado con mayor fluidez.

Otra opción para el operador 1 es moverlo al final de la banda de la cortadora del lado derecho para equilibrar la carga de trabajo del operador 2 al transportar los tubos de plástico a la banda de la impresora.

Para los operadores en el proceso de impresión se sugirió diseñar una herramienta que permita sustituir los dedos como herramienta para carga y descarga de los tubos, disminuyendo los movimientos riesgosos de las manos, evitando los ángulos de flexión y giros de la posición neutra de la muñeca.

En las bandas del proceso de impresión se localizan aspiradoras que ayudan a la eliminación de partículas en los tubos, para que el vacío de la aspiradora sea efectivo, se recomendó colocar láminas de acrílico transparente que cubran las bandas de corte y empaque dejando un espacio propio para la toma del material, así mismo evita que los operadores realicen movimientos innecesarios al tomar las piezas antes de tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Batante, M. C., Asensio, S. C., & Diego, J. M. (2012). *Evaluación ergonómica de puestos de trabajo (1ra ed.)*. Madrid, España: Ediciones Paraninfo.
- [2] Betterton, C. E., & Silver, S. J. (2012). *Detecting bottlenecks in serial production lines – a focus on interdeparture time variance*. *International Journal of Production Research*, 4159-4162.
- [3] Freivalds, A., & Niebel, B. W. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo (12a ed.)* México, DF: McGraw-Hill.
- [4] Fonseca, M., & Moraga, A. (2011). *Desórdenes del sistema músculo-esquelético por trauma acumulativo en estudiantes universitarios de computación e informática*. Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica, 2.
- [5] Hodson, W. K. (2001). *Manual del Ingeniero Industrial*. México: Mc Graw Hill.
- [6] Meyers, F. E. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos (2nd ed.)*. México: Person Educación.
- [7] Neira, A. M., Peña, D. L., & Ruiz, R. A. (2016). *Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento*. *Scientia et Technica*, 240-241.



Calidad

y

Sistemas de
Manufactura

Ingeniantes

Design of water catchment device for boost of the sustainability in Atlixco



Colaboración

Luz Verónica Rosas Velazquez, Instituto Tecnológico Superior de Atlixco; David Méndez Amaro, Asesor Externo; Lizzeth Hernández Carnalla; Fabiola Olvera Torres, Instituto Tecnológico Superior de Atlixco

ABSTRACT: *The availability of drinking water is a worldwide problem, as use of this resource is increasing due to population growth.*

A number of global studies have already been demonstrated future projections in which resources will be insufficient for the population.

In Atlixco, the available water has been running out in the last years; this is a serious problem. Sustainable development has several relations with other factors, it should be addressed in an integrated way using strategies to help the environment.

If the system is implemented in the 31198 housing units in Atlixco, it is possible to obtain 10.16% of not extracting water from the wells, equivalent to 1.5 months on average of turning off pumps, generating savings electricity and economic savings in the region.

KEY WORDS: *Water catchment, APQP, Sustainability.*

RESUMEN: *La disponibilidad de agua potable es un problema mundial, ya que el uso de este recurso está aumentando debido al crecimiento de la población. Diversos estudios mundiales demuestran proyecciones futuras en las cuales los recursos serán insuficientes para la población.*

En Atlixco, el agua disponible se ha estado agotando en los últimos años; este es un problema serio. El desarrollo sostenible tiene varias relaciones con otros factores, por lo que debe abordarse de manera integrada utilizando estrategias para ayudar al medio ambiente.

Si el sistema es implementado en las 31198 Viviendas en Atlixco, se puede obtener el 10.16 % de no extracción de agua de los pozos, lo equivalente a un mes y medio en promedio de apagado de bombas, generando así mismo un ahorro eléctrico y económico en la región.

Palabras clave: *Captación de agua, APQP, Sustentabilidad.*

INTRODUCTION

Atlixco has great natural resources including water, the region is in great industrial growth, so companies demand large quantities of water, as a effect, new wells will be drilled to supply all the industries.

Existing water wells have a reduction of 5.82% on average, creating a disadvantage in the region, as this decline increases every year and the estimated consumption is 250 L per day, per person.

The system that we propose to implement in the region is intended to control the decline, to give another input and a second utility to the resource.

The functionality of the system will be carried out by collecting water on the roofs of houses, buildings, greenhouses among others, it will pass through a filtering system carrying the water to a Tlaloque which has as its objective the separation of clean and dirty water, making clean water reach a cistern or a Rotoplas, to be later used in toilets, plant irrigation, washing clothes, washing cars among others.

The project is intended to have an approach in which government, school and business have a share of responsibility towards the environment, working hand in hand.

Having as competitive advantages the adaptation of the design depending on the surface.

Aim.

Design a Water Catchment System by using the Advanced Product Quality Planning (APQP).

The specific aims included the following:

- Identify activities to be developed for the incorporation of the catchment system.
- Design the product using quantitative (annual precipitation statistics) and qualitative characteristics (SWOT analysis and simulation).
- Carry out design and plans in SolidWorks™ 2018.
- Define characteristics for obtaining materials, marketing strategies and cost analysis integrating a CANVAS model, for your production.

MATERIAL AND METHODS

Methodology

Part of the methodology is based Core Tools, which are mainly used to give solutions to the development of new projects, processes or services, among others, provide competent results focused on the project to be carried out.

The methodology APQP is one of the few that shows the development of new products and emphasizes the requirements for the product [1]. It consists of 5 steps:

1. Planning: Determine the needs and expectations of the client, define a work plan.
2. Product design: Planning elements, characteristics and properties.
3. Process development: Development of the production system.
4. Process and product validation: A test production is performed, evaluated and fed back.
5. Production: A production control plan is carried out.

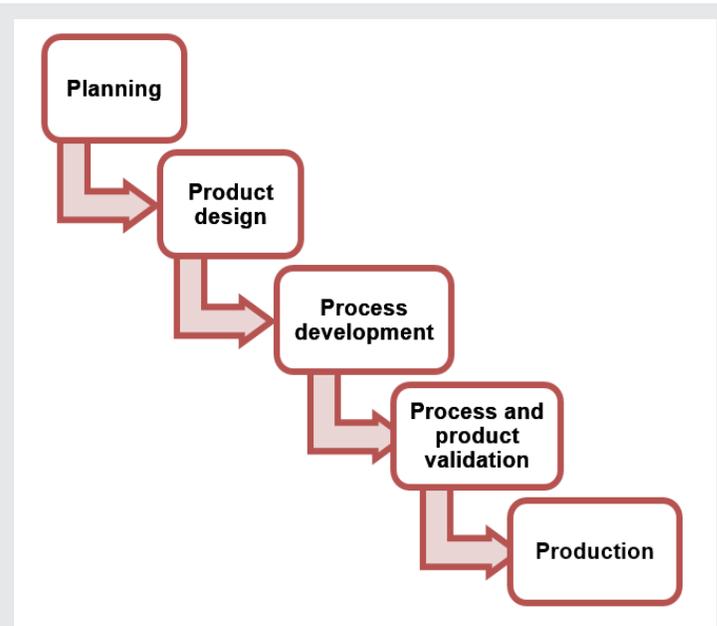


Figure 1. Methodology APQP used (Advanced Product Quality Planning)

RESULTS

A list of key activities, essential for the development of the activities carried out, was drawn up.

Key Activities:

- ✓ Rainfall study
- ✓ Design of the water catchment in the SolidWorks software
- ✓ Design of rotomolding
- ✓ Definition of the material
- ✓ Test production.
- ✓ Improvement of the design

The first step begins with inputs to the planning, it is necessary to establish activities in time and form in order to be able to monitor and advance in the results.

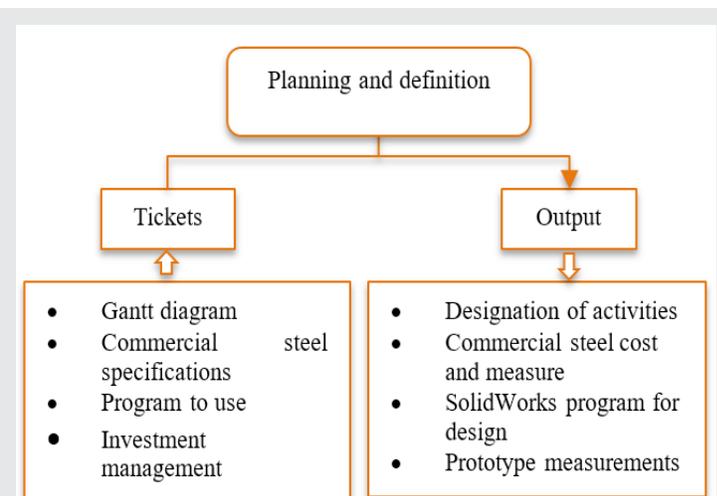


Figure 2. Planning and definition of Project

It is important to investigate the properties of steels in order to identify the material that will be best used in the prototype construction. In order to obtain the process in which the prototype will be developed, is necessary to design the water catchment in a way that meets the specifications and measures that we need.

Is necessary annual precipitation survey of the region, is required to estimate the capacity of the product. An important point is to have the domain of the software SolidWorks™ where the plans will be made.

Population and sample.

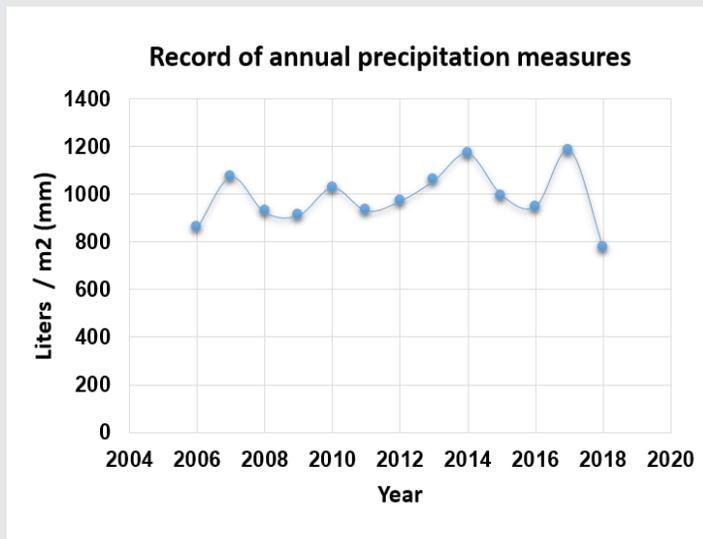


Figure 3. Record of annual precipitation measures

- Population region of Atlixco 134,364 [2].
- Sample: 31,198 homes in the region.

With the rainfall data collected in 16 years, the capacity of the water catchment is estimated at 200L.

SWOT ANALYSIS. (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats)

ATZINTLI stemmed from the need to postpone the water shortage, generated by demographic increasing and industrial development in the region. Atlixco has experienced considerable increase of shopping centers.

Through data acquisition, we identified a significant problem with the water resource that has resulted in considerable aquifer decrement. It would be beneficial for Atlixco to obtain a certification of "CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY (CSR) [3]. The implementation of the proposed water catchment system may also facilitate obtaining ISO 14000 certification, for any company that is willing to collaborate in that system [4].



Figure 4. SWOT

SWOT was made the hierarchy of all characteristics for each one of the four factors and this is showed in Figure 4.

From SWOT analysis we have as a result a global analysis [4, 5].

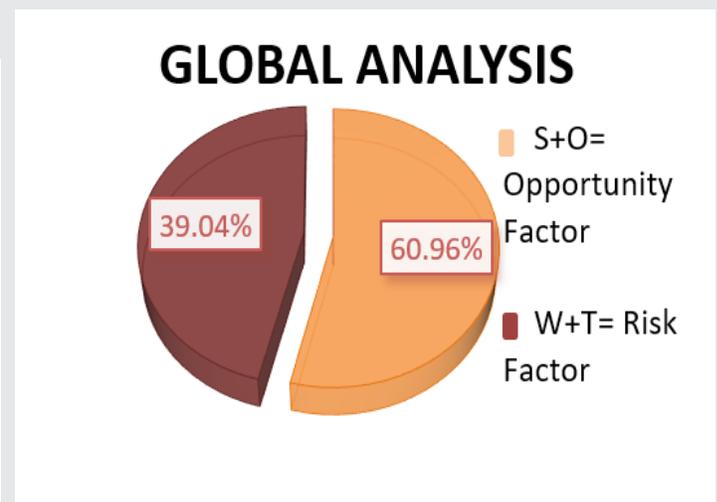


Figure 5. Global Analysis

According to our SWOT analysis, we can observe a main threat and weakness, they are the restrictions imposed by the local government. However, our projections resulted in a 39% failure and a 61% opportunity [5].

The next step is the design process, the tests and the improvements that can be made.

ROTOMOLDING PROCESS.

Once the design process has been obtained with the help of Solidworks™ software the plans for the prototype were developed the simulation of rotomoulding was carried out, where some of the faults that could occurred during the process can be observed. As part of the AQPQ methodology, the corresponding design and process AMEF will be carried out, verifying safety.

For the realization of the AMEF design, the center of gravity, the rotation of the tubes, among other aspects, must be taken into account.

For the AMEF process, it is necessary to analyze the function temperature, rate of rotation and time of exposure to heat.

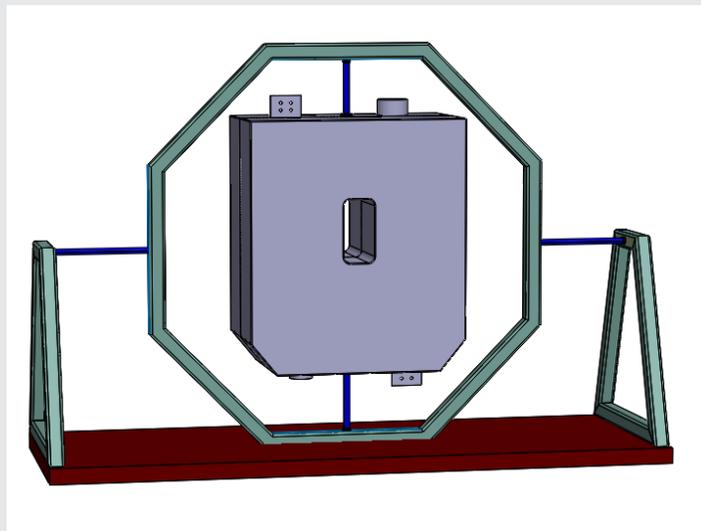


Figure 6. Rotomolding process

Figure 6 shows the simulation performed, with the greatest use of material, so that the polymer to be used generates a homogeneous layer during the process within the mould.

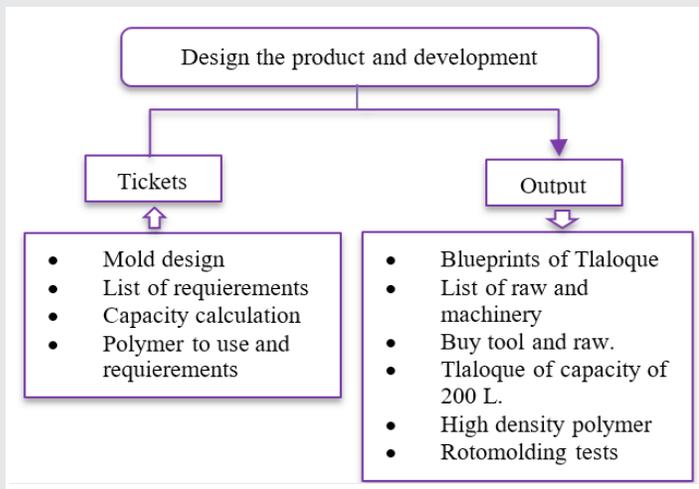


Figure 7. Design the product and development

Having the complete SWOT analysis and the rotomolding process, we proceeded to the CANVAS model, will allow us to observe the best areas of opportunity [6, 7].

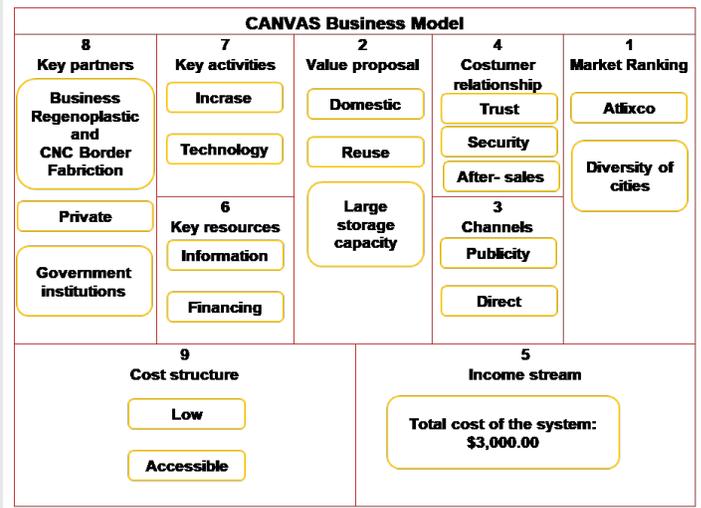


Figure 8. CANVAS model

In the model, the main raw material suppliers are described to develop the product, the total cost, taking into account the various resources found in the manufacturing process and the main channels for its distribution. [8]

Catchment Water Devices

There are various uses for the water collected, for example: for the toilet, washing clothes, washing the car or watering the garden [9]. The benefits of the system are:

- Water purification filter with accumulative system of compartments, ecological, long-lasting and easy to regenerate and clean.
- Portable rain water collection device.
- Automatic rainwater selection system.

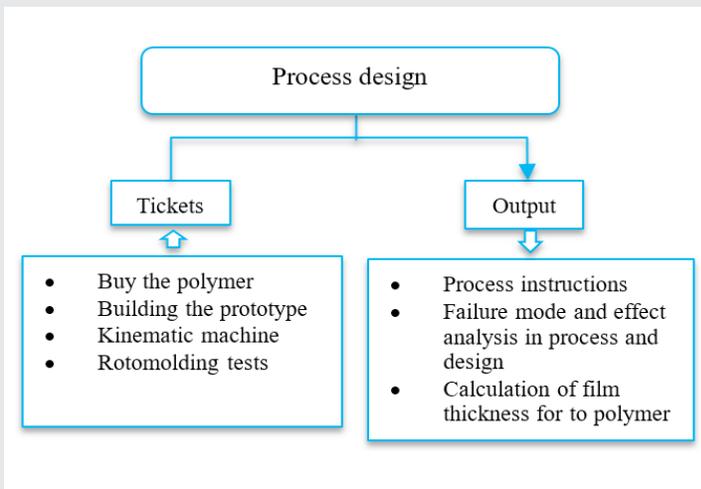


Figure 9. Process design

CONCLUSIONS

Regarding the process and according to the methodology, we are in the process development and in the product design improvements.

According to the activities proposed, only 60% of them have been completed, since various feedbacks have yet to be carried out.

The design, dimensions and capacity of the collector were taken according to the precipitation of water in the region shown in Figure 3.

One of the advantages is the ability to adjust the design and storage capacity.

With the help of the SWOT, we were able to identify qualitative characteristics of the product and in general part of the benefits it generates for the region.

The CANVAS model allowed us to have a projection of what we can generate in the future, in addition to making better strategic decisions to further develop the project, until its conclusion.

ACKNOWLEDGMENTS

Thanks to the Instituto Tecnológico Superior de Atlixco, by providing the space to work and technical support the program. And to the organization of SOAPAMA, for the data provided.

REFERENCES

[1] P. Reyes, «APQP,» 2003. [En línea]. Available: <https://www.icicm.com/files/CurAPQP.pdf>.

[2] E. y. D. R. Secretaría de Planeación, «Informe anual,» 2015. [En línea]. Available: http://diariooficial.gob.mx/SEDESOL/2017/Puebla_019.pdf.

[3] «Business News Daily,» [En línea]. Available: <https://www.businessnewsdaily.com/4679-corporatesocial-responsibility.html>.

[4] «International Organization for Standardization,» ISO, [En línea]. Available: <https://www.iso.org/iso-14001->

[5] M. C. & P. G. E. L'ufftenegger, *The Service-Dominant Ecosystem: Mapping a Service Dominant Strategy to a Product-Service Ecosystem*. School of Industrial Engineering, Eindhoven University of Technology, Eindhoven Netherlands, 2013.

[6] H. Ponce, *The SWOT matrix: an alternative for making diagnoses and determining intervention strategies in productive and social organizations, Contribution to the Economy*, 2006.

[7] J. Rojas, «Process for the preparation of an FODA alisis as a tool,» 2009.

[8] K. F. & M. C. O. Gassmann, *The Business Model Navigator: 55 models that will Revolution your Business.*, UK: Ed. Pearson., 2014.

[9] I. A. Costa, «agua%ambiente,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.aguambiente.com/>.





Calidad

y

Sistemas de Manufactura

Ingeniantes

Modelo de ruteo para la recolección de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Villavicencio: Prueba piloto comuna 7

RESUMEN: El análisis de asignación de las rutas de transporte se convierte en parte fundamental en la operación de recolección de residuos sólidos, ya que impacta directamente en el cumplimiento de la prestación del servicio y la eficiencia en términos de tiempo y costo para la empresa prestadora del servicio; en el presente artículo se presenta un modelo matemático para la identificación de la ruta de recolección, partiendo del análisis de la menor ruta de expansión, teniendo en cuenta las restricciones identificadas en la ruta y definidas por la empresa prestadora del servicio. El modelo identifica la ruta de recolección de la comuna 7 de la ciudad de Villavicencio, Colombia, así como determinar la ubicación de cada contenedor a través del método del centroide con el fin de encontrar los puntos más adecuados y equidistantes al área de cobertura de cada servidor. El análisis realizado en la zona se convierte en parte fundamental del proyecto de contenerización que se viene planteando en la ciudad, ya que se logran identificar diferentes variables, criterios y restricciones operativas que se deben tener en cuenta para la programación de las rutas de recolección de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad.

PALABRAS CLAVE: árbol de expansión mínima, modelo de transporte, Recolección de residuos sólidos domiciliarios.



Colaboración

Polanco Contreras Ramiro Hernán; García Orjuela Diego Ferney; Forero Molina Luis Stivens; Rojas Romero Stefanya, Universidad Antonio Nariño, Colombia

ABSTRACT: The assignment analysis of transport routes becomes a fundamental part of the solid waste collection operation, since it directly impacts on the fulfillment of the provision of the service and the efficiency in time and cost for service provider; In this article a mathematical model for the identification of the collection route is presented, starting from the analysis of the smallest route of expansion, taking into account the restrictions identified in the route and those defined by the service provider company. The model was applied for the identification of the collection route of a delimited area of the commune 7 of the Villavicencio, Colombia city, and in turn determines the location of each container through the centroid method in order to find the points more appropriate and equidistant to the coverage area of each server. The analysis carried out in the delimited area becomes a fundamental part of the containerization project that has been proposed in the city, since it is possible to identify different variables, criteria and operational restrictions that must be taken into account for the programming of collection routes of solid household waste in the city.

KEYWORDS: Collection of household solid waste, transportation model, minimum expansion tree.

INTRODUCCIÓN

Para la operación de recolección de residuos sólidos domiciliarios (RSD), existen dos aspectos fundamentales a tener en cuenta, por un lado, desde el punto de vista normativo, se debe tener en cuenta el cumplimiento eficaz de la recolección de residuos en la comunidad, garantizando la prestación del servicio a la sociedad y preservando aspectos ambientales, culturales y sociales; por otro lado, se debe realizar una operación de forma eficiente, buscando la reducción de tiempos y costos del proceso, de tal forma que se pueda generar una ventaja competitiva y una gestión rentable para el prestador del servicio. Teniendo en cuenta que, la operación de recolección representa entre el 70% y 85% de los costos de la gestión de resi-

duos sólidos.[1], la asignación de las rutas de transporte para la operación de recolección de residuos es parte fundamental que debe ser analizada para garantizar un proceso eficaz y eficiente. Por ello se debe abordar el análisis desde la revisión del problema de ruteo de vehículos (VRP), que ha sido abordado por diferentes autores y diferentes contextos en la búsqueda de soluciones exactas o heurísticas, que mejoren u optimicen operaciones de Transporte.

A través del tiempo se ha visto la evolución del estudio de problemas de transporte, los cuales parten el problema del agente viajero (TSP) y da pie a la formulación de las diferentes variaciones de problemas de ruteo de vehículos (VRP) [2]. Consisten en problemas compuesto por múltiples nodos y las conexiones entre ellos o ramas, en los cuales se busca soluciones que cumplan con los criterios definidos y la búsqueda de la eficiencia en variables como costo, distancia o capacidad. A través del estudio de diferentes casos y variaciones del problema original, se han planteado diversas soluciones que se pueden clasificar en, exactas, heurísticas o metaheurísticas; a su vez, las soluciones exactas pueden ser el método de búsqueda directa de expansión de ruta, la programación lineal, dinámica o entera.

En el caso de la recolección urbana de residuos sólidos, se configura como una red en la cual se identifican los nodos o puntos de recolección definidos por el operador y las ramas definidas con la distancia existente entre los n nodos de una zona [3]. Para este caso se requiere encontrar la ruta más corta a través de algoritmos de iteración que permitan analizar y comparar las posibles combinaciones de los nodos y de tal forma que se pueda establecer la secuencia que genera el menor recorrido.[4] [5].

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo del objetivo se planteó un enfoque de investigación mixto, ya que se recolectó información y datos de variables tanto cuantitativas como cualitativas. El diseño de investigación implementado fue una investigación aplicada con alcance descriptivo, ya que se buscaba identificar las características del fenómeno en observación y la descripción de cómo interactúan las variables para la construcción y planteamiento de las soluciones que cumplan con las restricciones y mejoren los resultados de las variables centrales analizadas.

Para la recolección de información se utilizó la técnica de observación directa, a través de la construcción de diarios de campo, en los cuales se realizó el levantamiento de la información técnica del recorrido de los vehículos de recolección, así como de la identificación de los aspectos, operativos, sociales y culturales relevantes y que puedan ser determinantes para el planteamiento de la propuesta de distribución de contenedores que requiere la empresa prestadora del servicio.

La frecuencia de los recorridos realizados a la microrruta observada, fueron definidos y/o sugeridos por la empresa prestadora del servicio, teniendo en cuenta criterios como: la frecuencia de recolección de la ruta, los días en la semana de mayor o menor generación de RSD, horarios de inicio y finalización de los turnos de los operarios de recolección, y las zonas que se consideran críticas por parte de la empresa prestadora del servicio. De esta manera se estableció que se debía realizar recorrido de observación previo, durante y posterior al paso del vehículo recolector, se realizaron recorridos en diferentes días de la semana durante tres meses, para determinar diferentes variables que puedan considerarse en el estudio.

Inicialmente se estableció el recorrido por la microrruta C7R1, figura 1, ya que es una de las más críticas para la operación de recolección, teniendo en cuenta el volumen de generación, y las novedades operativas que presenta el recorrido. El registro de información se realizó por medio del trazado de la ruta en la aplicación de Google Maps, permitiendo encontrar la ruta, distancia del recorrido, tiempo de operación y tener la información del trazado actual, adicionalmente se registró información detallada sobre las novedades, restricciones y condiciones actuales del recorrido del camión recolector, con el fin de identificar las variables para tener en cuenta en el desarrollo del modelo matemático. El procesamiento de la información se utilizó el complemento Solver de MS Excel, y el software Python, con el fin de procesar los datos del modelo y poder encontrar la solución adecuada al planteamiento.

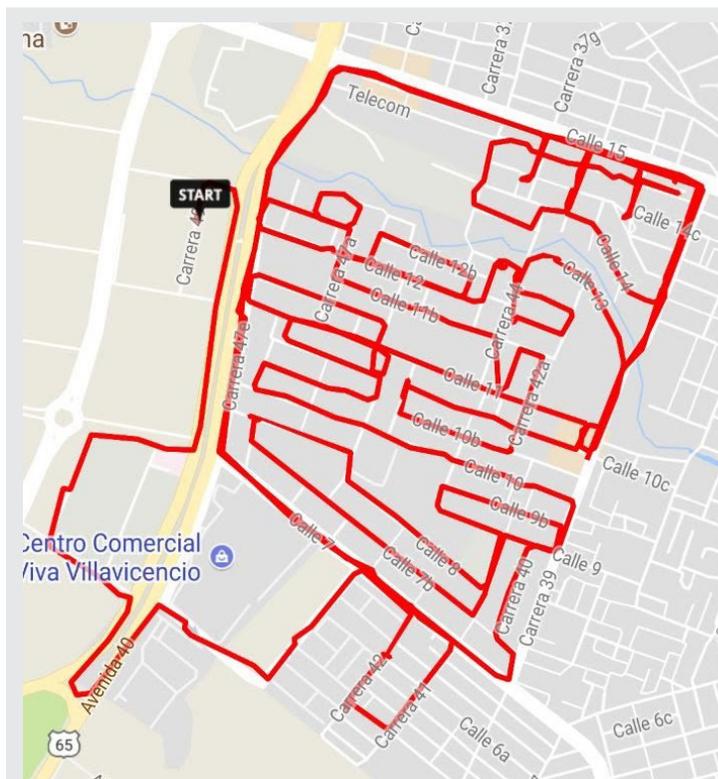


Figura 1. Área de operación de la ruta C7R1
Fuente. Google Maps

Modelo aplicado

Uno de los algoritmos comúnmente utilizados para resolver los problemas de decisión se constituye el árbol de expansión mínimo, tomando en cuenta que el proceso de optimización se apunta en procesos de combinación en situaciones reales, pero puede usar diferentes criterios para seleccionar el siguiente borde o bordes entre iteraciones, a partir del algoritmo 1 (Dos más cercanos Fragmentos), así mismo añade un borde más corto que une diferentes fragmentos. Por su parte el algoritmo 2 (Vecino más cercano) (Elige arbitrariamente un vértice u) agrega el borde más corto que une el fragmento que contiene u con otro fragmento. [6] El algoritmo 3 (Todos los fragmentos más cercanos) agrega el borde más corto que lo une a otro fragmento. (En el algoritmo 3 se supone que todos los pesos de los bordes son diferentes, por lo que no se puede producir un ciclo) [7]

La mayoría de las redes en problemas reales son redes inciertas porque la mayor parte del tiempo no tiene datos históricos. Debido a la falta de datos estadísticos, la teoría de la probabilidad no funciona. Muchas otras teorías, como la teoría de conjuntos difusos y la teoría aleatoria difusa tienen sus propias limitaciones, de esta manera nació la teoría de la incertidumbre que se ha convertido en una rama de las matemáticas [8]. La teoría del esquema gráfico permite un algoritmo eficiente para resolver problemas que necesitan distribuir algo para diferentes caminos en este caso que tiene el modelo.[9] [10]

Una red G tiene tres conjuntos $V(G); A(G)$ e $I(G)$ donde:
 $V(G)$: conjunto cuyos elementos son vértices
 $A(G)$: conjunto cuyos elementos son arcos
 $I(G)$: conjunto que establece las relaciones

Por otro lado, la red puede ser representada como:
 $G = \{(i, j) A; i, j \in V\} = \{(i, j) A; (i, j) \in V \times V\}$
 El orden en la red se denota $o(G) = n$

Los criterios para clasificar las redes son:
 Número de nodos y arcos: finitas e infinitas.
 Situación relativa y número de arcos: especial o nivel.
 Tipo de red: regular, simple, múltiple, completa, incompleta, simétrica, asimétrica, bipartita, conectada, valorada y parcial.

De otro lado, las redes se pueden representar como un modelo matricial

- a. Matriz de adyacencia (vertice - vertice)
- Red no orientada:
 $M_{n \times n} = (a_{ij}) = (a_{ji})$ as
 $(a_{ij}) = \{ \text{número de arcos conectados } x_i \text{ y } x_j \}$ o 0 en otro caso }
- Red orientada:
 $M_{n \times n} = (a_{ij})$ as
 $a_{ij} = \{ \text{número de arcos entre } x_i \text{ (origen) and } x_j \text{ (destino)} \}$ o 0 en otro caso }

- b. Matriz complementaria $C_{ij} = p - a_{ij}$
- c. Matriz de incidencia (vértice - arco)
- Red no orientada:
 $M_{n \times m} = (a_{ij}) = \{ 1 \text{ si } x_i \text{ es el fin del arco } A_j \text{ o } 0 \text{ en otro caso } \}$
- Red orientada:
 $M_{n \times m} = (a_{ij}) = \{ 1 \text{ si } x_i \text{ es el inicio del arco } A_j \text{ o } -1 \text{ si } x_i \text{ es el inicio del arco } A_j \}$
 $2 \text{ if } x_i \text{ es un bucle o } 0 \text{ en otro caso } \}$

Para definir el árbol de decisión, tiene vértices únicos que conectan todos los vértices restantes. De la misma manera, el árbol de decisión tiene un vértice principal llamado nodo raíz desde que comienza el algoritmo. El árbol puede ser.

- Árbol de expansión: incluye todos los vértices de red.
- El grado de los vértices: es una serie de subárboles que se construyen para comenzar en este vértice específico.
- La hoja es un vértice final.
- Árbol binario si cada vértice tiene solo dos arcos.
- El rango máximo del árbol es que tiene todos los vértices relacionados y sin bucles.
- El árbol de expansión mínima tiene un alcance máximo con un valor mínimo (distancia, costo, ...)
- El árbol de expansión máxima tiene un alcance máximo con valor máximo (margen, recursos, ...).

Datos de partida

Dentro del proyecto de contenerización de la recolección de RSD en la ciudad, se define el desarrollo de una prueba piloto realizada en las micro rutas definidas por el operador del servicio de recolección en la ciudad. La microruta se define como C7R1 la cual cubre un área de recolección aproximada de 4,84 Km², la zona es recorrida por un vehículo de recolección con capacidad para 15 ton. en un turno completo de 8 horas. La frecuencia de recolección es de tres veces en la semana, los martes, jueves y sábado. Para el reconocimiento de las características específicas de la recolección de RSD bajo el método de recolección por acera, se realizaron recorridos antes, durante y posterior al paso del vehículo recolector. Algunos datos iniciales identificados de la microruta C7R1 se pueden ver en la tabla 1.

La zona delimitada cuenta con ocho etapas, colinda al norte con la Avenida calle 15, al Sur con la calle 7, al Este con la carrera 39 y Oeste con la Avenida 40, también se encuentra el cruce del Caño El buque. En la zona se identifican 12 instituciones educativas, centros comerciales, un centro de salud y una biblioteca; los cuales deben ser tenidos en cuenta y diferenciados como grandes generadores y por ende la estrategia de recolección debe ser analizada en condiciones específicas. Adicionalmente es importante tener en cuenta que en algunas etapas de la zona analizada se cuentan con diferentes predios o locales comerciales, que podrían generar variación en tipos y cantidades de residuos. [11]

Tabla 1. Datos iniciales de la Microrruta

Parámetro	Datos
Área delimitada	4,84 km ²
Cantidad de predios	2014
Cantidad de habitantes	9163
Cantidad de RSD	≈ 39 Ton/sem
Distancia recorrida por el vehículo en un recorrido	19,41 km
Tiempo de recolección	6.5 h - 8.5 h
Velocidad promedio de recolección	3 km/h
Velocidad máxima	46 km/h

Fuente: Elaboración propia

Identificación de puntos y ruta de recolección

El método del centroide permite identificar un punto de ubicación equidistante con las coordenadas i y j para cada x en que se cortan los hiperplanos de las ubicaciones de las unidades residenciales a agrupar,

$$\forall x: i \rightarrow j \quad x_i = \int x_i \frac{dB}{B} \Leftrightarrow B = \text{Área} \quad \text{Ec (1)}$$

$$\forall x: j \rightarrow i \quad x_j = \int x_j \frac{dB}{B} \Leftrightarrow B = \text{Área}$$

Esta metodología contempló en la elección de los puntos de presentación de los residuos restricciones operativas de dirección del flujo, espacio para el cargue del vehículo compactador y la capacidad aproximada del contenedor, así como la generación total de residuos y el número total de predios del sector bajo los siguientes supuestos:

$$\forall k \cap K: M = \frac{N \bar{k}}{C} \Leftrightarrow K = \sum_{k=1}^{\alpha} k \quad \text{Ec (2)}$$

$$K = N \bar{k} : \exists 10\,800 \leq K \leq 12\,500 \quad \text{Ec (3)}$$

Donde,

N = Número de predios en el sector

K = Peso total de RSD generados en ruta (Kg)

\bar{k} = Peso promedio RSD generado por predio (Kg)

C = Capacidad del contenedor

M = Número de contenedores

n = Número de predios por contenedor

La capacidad del contenedor (C) en volumen y carga del contenedor seleccionado por la empresa prestadora del servicio, para el proyecto de contenerización es de 3 yd³ y 300 Kg de residuos, siendo esta una restricción en el número de contenedores necesarios en la zona (M).

El número total de predios en el sector (M) es de 2014 según datos de la cartografía [11] suministrada por Secretaría de Planeación Municipal de la zona, sin embargo se deben tener en cuenta que en el sector se cuenta con la presencia de instituciones de educación, biblioteca, hoteles, centros comerciales y centros de salud considerados como grandes generadores e incluso generadores de residuos especiales con protocolos de recolección diferenciados, por tal razón se excluyen del modelo y su solución.

La cantidad de residuos presentados en la zona se estimó a partir de registros históricos de las últimas 100 semanas, datos suministrados por el prestador del servicio, en el que se cuenta con cotas mínimas de 10800 Kg y máximas de 12900 Kg, estos son asociados con una distribución normal y comportamiento estacional, evidenciado en el aumento de la generación de RSD durante los meses de diciembre y enero, así mismo encontrando como promedio de generación (\bar{k}) de 11800 Kg por recorrido.

$$\bar{k} = \frac{11\,800 \text{ Kg}}{2014 \text{ predios}} = 5,86 \frac{\text{Kg}}{\text{predio}} \quad \text{Ec (4)}$$

De igual forma se establece que se requieren un total de 40 contenedores para cubrir el requerimiento de la zona

$$M = \frac{11\,800 \text{ Kg}}{300 \text{ Kg/Contenedor}} = 39,3 \quad \text{Ec (5)}$$

La ubicación articula el criterio del centroide (ecuación 1) cumpliendo las restricciones de flujo, por lo cual, se requiere determinar el número de predios que cada contenedor puede servir. Determinando los predios de cada servidor e identificándolo por diferentes colores como se puede en la Figura 2.

$$n = \frac{300 \text{ Kg / Contenedor}}{5,86 \text{ Kg / Predio}} = 51,19 \frac{\text{Predios}}{\text{Contenedor}} \quad \text{Ec (6)}$$

En cuyo caso el modelo propone un sistema de programación lineal entera del tipo binario, con el objetivo de minimizar el tiempo estimado de la ruta, por lo cual el modelo estima la distancia total recorrida como elemento fundamental a optimizar, así se consideran como variables:

x_{ij} = Asignación de i a j

d_{ij} = Distancia de i a j

$$f. o. Min. f(x, d) = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M x_{ij} * d_{ij} \quad \text{Ec (7)}$$

$$\text{Sujeto a: } \begin{aligned} C \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M x_{ij} &\leq K \\ \bar{k} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M n * x_{ij} &\leq C \\ \forall i \sum_{j=1}^M x_{ij} &= 1 \\ \forall j \sum_{i=1}^M x_{ij} &= 1 \\ \forall ij \in \text{entera: } x_{ij} &\in (0, 1) \\ d_{ij} &\geq 0 \end{aligned} \quad \text{Ec (8)}$$

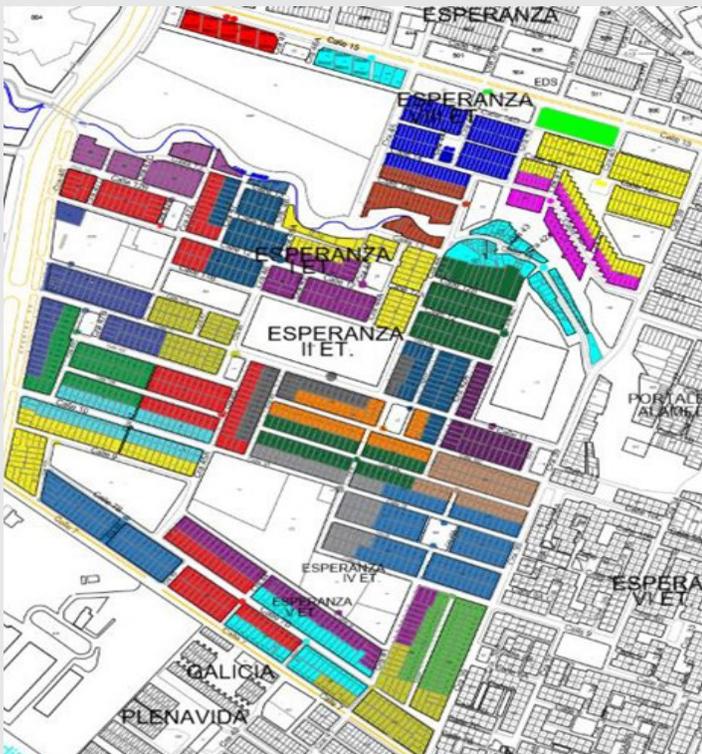


Figura 2. Ubicación de contenedores por método de centroide
Fuente: Elaboración propia, Adaptado de cartografía de la secretaría de planeación de Villavicencio.

Posteriormente el modelo construido, fue evaluado en Python usando como solucionador la subrutina Scipy Optimize Linprog minimizando la función objetivo lineal sujeta a restricciones de igualdad y desigualdad lineal; la programación lineal está destinada a resolver la siguiente forma de problema partiendo del ingreso de los datos de forma matricial cuya estructura general es:

```
linprog(c,  
A_ub=None,b_ub=None,A_eq=None,  
b_eq=None,bounds=None,method='simplex',  
callback=None,options=None):
```

Bajo los parámetros:

c: Matriz con coeficientes de la función objetivo lineal a minimizar.

A_ub: Matriz 2-D que, cuando se multiplica por matrices por *x*, da los valores de las restricciones de desigualdad del límite superior en *x*.

b_ub: Matriz 1-D de valores que representan el límite superior de cada restricción de desigualdad (fila) en *A_ub*.

A_eq: Matriz 2-D que, cuando se multiplica por matrices por *x*, da los valores de las restricciones de igualdad en *x*.

b_eq: Matriz 1-D de valores que representan el RHS de cada restricción de igualdad (fila) en *A_eq*.

bounds: secuencia, opcional pares para cada elemento en *x*, definiendo los límites en ese parámetro. Use None para uno de min o max cuando no haya límite en esa dirección. Por defecto, los límites son (0, Ninguno) (no negativo) print(): Salida por pantalla [13].

RESULTADOS

En los seguimientos realizados a la ruta de recolección se identificaron diferentes novedades o restricciones que influyen en la dinámica del proceso y que fueron caracterizadas, identificando su influencia en el proceso de recolección de RSD, los recorridos realizados por la ruta de recolección actual buscaron identificar las condiciones actuales de las vías teniendo en cuenta las variables necesarias para la construcción y análisis del modelo, Según Kinatan [12], las cuales son la distancia entre los puntos, el ancho de la vía y el sentido de las vías, de este modo los valores de distancia (*d*) identificados contemplan los recorridos necesarios para no hacer movimientos en contravía o retroceso por parte del vehículo.

Vías inadecuadas: Las vías inadecuadas se presentan cuando la vía es angosta dificultando el tránsito de vehículos de carga, cuando el espacio para hacer el giro en las esquinas no es suficiente para un vehículo pesado, cuando hay vías averiadas o no pavimentadas y cuando la vía no es apta para el ingreso de vehículos con peso superior a 10 Toneladas. En estos casos el tránsito del vehículo de recolección se dificulta o se restringe, por lo cual los vehículos deben buscar otras rutas o simplemente se retrasan para continuar con la ruta.

Obstáculos en el flujo del vehículo: Este tipo de novedades se presentan ocasionalmente en alguno de los siguientes casos, obras civiles en la vía, vehículos abandonados, negocios comerciales o ambulantes invadiendo la vía, o cuando hay objetos impidiendo el paso vehicular. En estos casos hay un retraso para el tránsito del vehículo y en ocasiones debe procederse a llamar las autoridades de tránsito para movilizar vehículos u obstáculos que impidan el tránsito, este tipo de novedad es frecuente en zonas residenciales con vías angostas.

Puntos de parada fija: Se presenta cuando la misma comunidad ha definido un punto común para la acumulación de basuras, normalmente en un parque o punto de fácil acceso para los residentes cercanos. Los puntos de acumulación masiva presentan en la actualidad casos de malos olores, proliferación de roedores e insectos, y mal aspecto visual, sin embargo, son puntos que pueden ser seleccionados como un punto fijo de ubicación de contenedor.

Grandes generadores: Pueden ser Instituciones educativas, centros de salud, centros comerciales, conjuntos residenciales y/o empresas, presentes en la zona de análisis que tienen dinámicas diferentes de generación de residuos por la cantidad y tipo de residuo, Estos puntos deben ser identificados y analizados diferenciadamente para determinar la estrategia de recolección que se va a implementar en cada uno de los casos.

Acumulación inadecuada: También se identificaron diversos casos que se presentan principalmente por la

falta de conciencia y cultura de algunos habitantes de la zona, disposición en horas inadecuadas (antes o después), disposición en bolsas rotas, disposición de materiales diferentes a RSD, disposición de residuos peligrosos.

Sentido de las vías: En la zona analizada se presentan múltiples casos de vías con un solo sentido, las cuales deben ser tenidas en cuenta para la definición de la ruta de recolección.

Vías ciegas: En la zona analizada se presentan varios puntos en los que hay vías ciegas, y el vehículo normalmente debe hacer largos retrocesos para ingresar o salir de calles o vías ciegas.

Alto tráfico vehicular: Zonas de la ciudad en las cuales se presenta flujo lento o congestión vehicular en diferentes horas del día.

La programación realizada de ingreso y tratamiento de los datos se presenta a continuación:

```
>> from scipy.optimize import linprog
>> c=[M x n*n]
>> A_ub=[[0,0,0,1,1,1,0,0,0],[0,0,0,1,1,1,0,0,0],[0,0,0,0,0,1,1,1,1].....]]
b_ub=[1,1,1,....,1]
>> res=linprog(c,A_ub,b_ub,A_eq,b_eq,bounds=(0,-None))
>> print(res)
>> print("Valor optimo: ",res.fun,"\nX: ",res.x)
```

Los puntos encontrados como la ruta más corta se pueden ver en la Tabla 2, y en la figura 3, la nueva ruta evidencia una disminución del recorrido frente a la ruta actual. De igual forma se calcularon algunos valores obtenidos en el recorrido realizado a través de la nueva ruta definida como se pueden ver en la tabla 3, encontrando importantes diferencias a los datos iniciales presentados en la tabla 1.

Tabla 2. Coordenadas y ruta de recolección

Contenedor	Coordenada
Cont 1	4.12802, -73.63687
Cont 2	4.12785, -73.6377
Cont 3	4.12678, -73.63694
...	...
Cont 37	4.13107, -73.63314
Cont 38	4.13102, -73.6322
Cont 39	4.13127, -73.63173
Cont 40	4.13124, -73.63165
Fin R C7R1	4.13161, -73.63038
PER	4.13203, -73.43619

Fuente: Elaboración propia

La búsqueda de una solución ideal aproximada y óptima se ha logrado a través de la minimización de los recorridos que se deben hacer entre los diferentes nodos

establecidos como punto de recolección o acumulación de residuos, de igual forma como se ha definido en diferentes soluciones a problemáticas planteadas para modelos de recolección como el analizado por S. Simón [14] en donde se define un modelo de programación lineal entera mixta, se logra encontrar una solución que mejora la eficiencia a la operación de transporte o recolección, cumpliendo las restricciones definidas por el prestador de servicio.

Tabla3. Datos esperados microruta C7R1

Parámetro	Datos
Distancia recorrida	7.1 km
Tiempo de recolección	2.4 h
Velocidad promedio	3 km/h
Velocidad máxima	46 km/h

Fuente: Elaboración propia

En este caso la prueba piloto realizada da cobertura al área, predios y población definida en las condiciones iniciales y además se han tenido en cuenta los criterios restrictivos identificados, ya que la definición de los puntos y coordenadas de ubicación busco la eliminación de contraflujos, retrocesos o reprocesos en la operación de recolección.

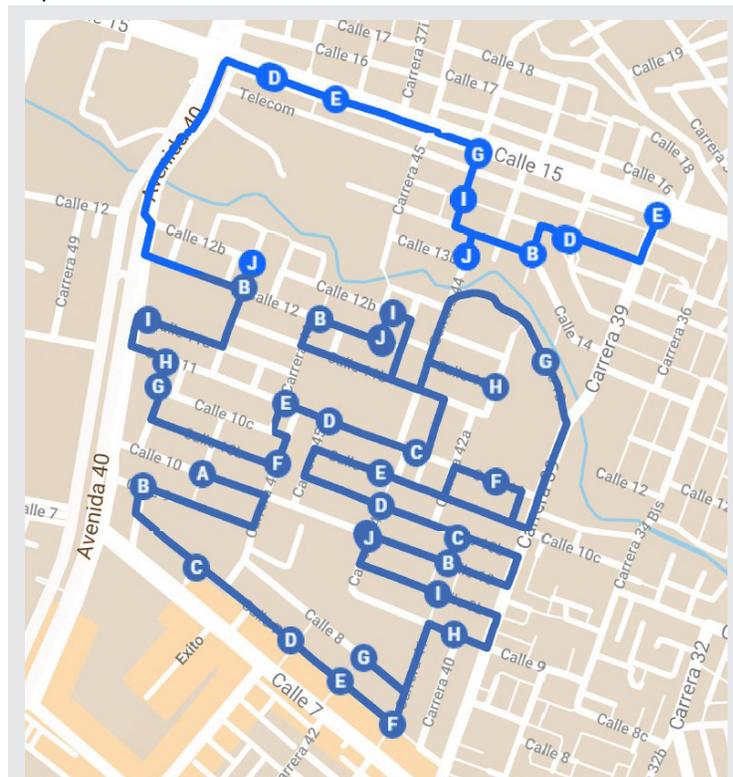


Figura 3. Ubicación de contenedores por método de centroide.

Fuente: Elaboración propia. Tomado de Google Maps

CONCLUSIONES

A partir de la información recolectada en los diarios de campo realizados sobre la operación en la ruta, se

pudo identificar que gran parte de las problemáticas presentadas obedecen a diferentes factores externos a la operación propia de la empresa, estos fenómenos son asociados a comportamientos sociales y culturales por prácticas inadecuadas de la misma comunidad al momento de realizar la presentación de los residuos. [15] De igual forma se evidencia la presencia de condiciones a excluir asociadas a la presencia en la zona de grandes generadores como centros comerciales y colegios, así como generadores institucionales, provenientes de servicios médicos cuyo tratamiento debe ser diferenciado con base en el volumen generado y la propia naturaleza de los residuos que en los primeros casos son de naturaleza reutilizable, en el segundo grupo se cuenta con los residuos peligrosos [16].

La propuesta apunta a la optimización del modelo de recolección, pasando de un sistema de acera a uno contenerizado, logrando la reducción de la distancia total recorrida, así como el tiempo medio de recolección de residuos sólidos domiciliarios en la trayectoria definida. Al pasar de 19,1 Km en el primer caso a 7,1 Km lo que genera una reducción en distancia del 62,8% y del 70% en tiempo al pasar de 8 horas en el recorrido a 2,4 horas, manteniendo una velocidad media durante el recorrido, las mejoras están asociadas a los retrocesos en la ruta, la eliminación de reprocesos al pasar dos o más veces por la misma vía y la disminución en las paradas durante el recorrido por la presentación de residuos a lo largo de la acera.

El modelo de contenerización requirió la agrupación de las unidades residenciales generadoras de residuos alrededor de un punto de acopio equidistante y con la capacidad del contenedor estándar adoptado por la empresa de servicios públicos que es de 300 kg, para ello se utilizó el método del centroide que agrupo un promedio de cincuenta unidades habitacionales por cada recipiente contenedor tomando en cuenta el promedio de residuos generados, de esta asignación se estima un máximo de cuarenta puntos de acopio para suplir las necesidades de la ruta que es de 12 Ton. métricas en cada recorrido.

Debido a la naturaleza de la asignación, el modelo de programación lineal propuesto, es entero al tomar como criterios para la asignación valores de cero y uno, siendo el primero la no asignación y el segundo la asignación del contenedor a la coordenada respectiva, de igual forma se cuenta con restricciones asociadas al peso total de RSD generados en la ruta, a la capacidad del contenedor en cada punto y la asignación para cada origen (i) y cada destino (j) como uno; la función objetivo contempla el producto de la distancia entre origen y destino (d_{ij}) y la variable de asignación de posición (x_{ij}). El modelo fue evaluado usando la rutina linprog de Python y el Árbol de expansión mínima encontrando coincidencias en la asignación realizada con peque-

ñas variaciones en cuanto a la geolocalización precisa de los contenedores, manteniendo la velocidad media dentro del recorrido en tres kilómetros por hora.

Los anteriores resultados indican que el establecimiento de un sistema contenerizado para el manejo de los Residuos Sólidos Domiciliarios en la ciudad, redundó en el aprovechamiento de los tiempos destinados para el proceso, así mismo mejora desde el punto de vista técnico el manejo de los RSD reduciendo el impacto de, por ejemplo, olores ofensivos como uno de los elementos de mejora o generación de vectores y focos de contaminación en el ambiente; finalmente la propuesta del sistema se presenta como óptimo aplicando los puntos de contenerización acciones que reducen ostensiblemente el recorrido que realiza el camión recolector al eliminar movimientos.

BIBLIOGRAFÍA

[1] E. Betanzo-Quezada, M. Á. Torres-Gurrola, J. A. Romero-Navarrete, and S. A. Obregón-Biosca, "EVALUACIÓN DE RUTAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS CON APOYO DE DISPOSITIVOS DE RASTREO SATELITAL: ANÁLISIS E IMPLICACIONES," *Rev. Int. Contam. Ambient.*, vol. 32, no. 3, pp. 323–337, Jul. 2016.

[2] L. B. Rocha-Medina, E. C. González La Rotta, and J. A. Orjuela Castro, "Una revisión al estado del arte del problema de ruteo de vehículos: Evolución histórica y métodos de solución," *Ing. ISSN-e 0121-750X*, Vol. 16, No. 2, 2011, págs. 35–55, vol. 16, no. 2, pp. 35–55, 2011.

[3] E. Salazar Hornig and N. Ruiz Fuentealba, "MODELO ACO PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS POR CONTENEDORES ACO MODEL APPLIED TO THE WASTE COLLECTION BY CONTAINERS," 2009.

[4] M. W. Carter and C. C. Price, *Operations research : a practical introduction*. CRC Press, 2001.

[5] J. Banks and J. S. Carson, *Discrete-event system simulation*. Prentice-Hall, 1984.

[6] J. Holm, K. de Lichtenberg, M. Thorup, and M. Thorup, "Poly-logarithmic deterministic fully-dynamic algorithms for connectivity, minimum spanning tree, 2-edge, and biconnectivity," *J. ACM*, vol. 48, no. 4, pp. 723–760, Jul. 2001.

[7] R. L. Graham and P. Hell, "On the History of the Minimum Spanning Tree Problem," *IEEE Ann. Hist. Comput.*, vol. 7, no. 1, pp. 43–57, 1985.

[8] X. Gao and L. Jia, "Degree-constrained minimum spanning tree problem with uncertain edge weights," *Appl. Soft Comput.*, vol. 56, no. C, pp. 580–588, Jul. 2017.

[9] J. L. Jain, S. G. Mohanty, and W. Böhm, *A course on queueing models*. Chapman & Hall/CRC, 2007.

[10] Q. Martín Martín, M. T. Santos Martín, and Y. del R. de Paz Santana, *Investigación operativa : problemas y ejercicios resueltos*. Madrid España ;;México: Pearson Educación, 2005.

[11] S. de planeación Villavicencio-Meta, "Planos cartograficos comuna 8 Villavicencio." Villavicencio, p. 10, 2010.

[12] B. Kinantan, A. Rahim Matondang, and J. Hidayati, "Waste management as an effort to improve urban area cleanliness and community income (journal review)," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 309, no. 1, p. 012017, Feb. 2018.

[13] C. python Argentina, "PyAr - Python Argentina." [Online]. Available: <http://www.python.org.ar/wiki/Tutorial>. [Accessed: 01-Feb-2019].

[14] S. Simón, J. Demaldé, J. Hernández, and M. Carnero, "Optimización de Recorridos para la Recolección de Residuos Infecciosos," *Inf. tecnológica*, vol. 23, no. 4, pp. 125-132, 2012.

[15] R. H. POLANCO and D. F. GARCIA, "Caracterización de la gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) en la ciudad de Villavicencio (Colombia)," *Rev. Espac.*, vol. 40, no. 04, Feb. 2019.

[16] Á. M. Niño Torres, J. M. Trujillo González, and A. P. Niño Torres, "GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO. UNA MIRADA DESDE LOS GRUPOS DE INTERÉS: EMPRESA, ESTADO Y COMUNIDAD," *Luna Azul*, 2017.





Multidisciplinario
e
ingenierías

Ingeniantes

Evaluación de la mercadotecnia de los servicios educativos en una institución de educación superior



Colaboración

Jonathan Carrillo Linares, Univermillenium; Arturo González Torres, TecNM / Instituto Tecnológico de Milpa Alta; Eduardo Rafael Poblano Ojinaga, TecNM / Instituto Tecnológico de La Laguna; Armando Iscander Ramírez Castañeda; TecNM / Instituto Tecnológico de Tiáhuac II; Tania Arias Rodríguez, Instituto Tecnológico Universal de México

RESUMEN: El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la mercadotecnia de servicios educativos para una Institución de Educación Superior (IES) ubicada en municipio de Ixtapaluca, Estado de México. Para desarrollar el estudio se utilizó el instrumento creado por Camacho, Ancona y Muñoz [1]. Se empleó una confiabilidad del 95% para la investigación. Los resultados arrojados fueron que el precio (73.33%) es un factor importante de competitividad de la IES; así mismo, la muestra encuestada señala que la universidad ha cumplido sus expectativas (67%). Por último, las recomendaciones que se hacen a la universidad, es con un 20% se deben realizar convenios con instituciones nacionales e internacionales y con el 23.33% se debe contar con instalaciones confortables y cómodas.

PALABRAS CLAVE: Evaluación, práctica empresarial, servicio educativo, competitividad.

ABSTRACT: The objective of this paper is to evaluate the marketing of educational services for a Higher Education Institution (IES) located in the municipality of Ixtapaluca, State of Mexico. To develop the study, the instrument created by Camacho, Ancona and Muñoz [1] was used. A 95% reliability was used for the investigation. The results were that the price (73.33%) is an important factor of competitiveness of the IES; likewise, the surveyed sample indicates that the university has fulfilled its expectations (67%). Finally, the recommendations made to the university, is with 20% should be made agreements with national and international institutions and with 23.33% should have comfortable and comfortable facilities.

KEYWORDS: Evaluation, business practice, educational service, competitiveness.

INTRODUCCIÓN

La mercadotecnia en el ámbito de la educación ha llegado a ser una herramienta de gran utilidad en las instituciones educación superior (IES), tanto en el sector gobierno como en el privado. Hoy en día, la consolidación en el mercado educativo, las universidades, necesitan una mercadotecnia competitiva. Las IES privadas al igual que otra institución lo que busca es subsistir esto quiere decir que buscan incrementar sus ventas y para una universidad es incrementar la matrícula de alumnos

lo cual significará tener rentabilidad. El presente proyecto busca evaluar la mercadotecnia de servicios de una Institución de Educación Superior (IES) en el sector privado, debido a que dicha universidad carece de un estudio en este ámbito y ayudará a tener un mejor panorama de la percepción de sus clientes.

Antecedentes

Suárez [2] en su trabajo: Mercadotecnia y gestión sanitaria. Él señala que los gerentes de la salud, en cualquier contexto y latitud, la mercadotecnia constituye una oportunidad para a la vez alimentar las oportunidades y es una herramienta gerencial para solucionar problemas. Por su parte Araujo [3] en su trabajo: Sistemas de información de mercadotecnia: herramientas necesarias en la toma de decisiones gerenciales, se destaca que los SIM en la mercadotecnia son útiles para suministrar con gran rapidez información precisas de diferentes fuentes, al identificar problemas y oportunidades para que le permitan a la gerencia responder acertadamente a las necesidades en el menor tiempo. Chica [4] en su trabajo: del Marketing de servicios al marketing relacional, se menciona que el marketing relacional se define como la administración del cliente, esto sólo puede darse a través de la búsqueda de su conocimiento, o sea, medir constantemente sus necesidades, temores, gustos, comportamiento dentro de su entorno o medio ambiente (social, cultural, político). López [5] en su investigación: Posibles escenarios mundiales de la educación superior, él busca referirse a la significación de las reformas universitarias en el ámbito de las universidades públicas y privadas. Thompson [6] en su trabajo: La Segmentación del Mercado, él destaca cuáles son los beneficios que brinda y qué requisitos son necesarios para una óptima segmentación. Torres & Paz [7] en su investigación: Métodos de recolección de datos para una investigación. Presentan una serie de criterios a considerar para diseñar la herramienta de recolección de información, así como los métodos de recolección para lograr en una investigación resultados confiables. Aristizábal, Restrepo & Arias [8] en su trabajo: Impactos del mercadeo social en organizaciones de servicios, el cual buscó estudiar los planteamientos y percepciones establecidas en la gerencia de mercadeo, para la estructuración, el diseño e implementación de acciones de Marketing Social. Según Pérez & Molina [9] en su trabajo: Elementos teóricos-conceptuales útiles para comprender las estrategias y la mercadotecnia de los servicios, donde se estudian los aspectos estratégicos de la administración de servicios, el marketing de los servicios; así como la mezcla de mercadotecnia. Barroso [10] en su investigación: ¿Cuál es el objetivo principal de la mercadotecnia? El objetivo es reflexionar sobre de esta disciplina. Se concluye que dicho objetivo es fomentar el intercambio voluntario entre dos o más partes que tienen algo que interesa a unos y a otros entre sí. López (2008) [11] en su trabajo: Tendencias de la educación superior en el

mundo y en América Latina y el Caribe. Es un ejercicio de Educación Superior internacional comparada que ofrece una síntesis de las principales tendencias de la Educación Superior a nivel mundial y en América Latina y el Caribe. Cerón, Alcántara & Figueroa [12] en su investigación: La mercadotecnia: una estrategia de competitividad. Identifica las tendencias actuales sobre las cuales trabaja la mercadotecnia, de tal forma que se definan las distintas estrategias que existen en el mundo actual que permita a las entidades obtener una ventaja frente a sus competidores. Según Moreno [13] en su trabajo: Una mirada integradora a la gestión de marketing en los servicios científico-técnicos. Realiza un análisis de los factores que inciden en la gestión integral de marketing en organizaciones de servicios. Para lograr este objetivo se realizó un estudio bibliográfico. Priego, Córdova & Lara [14] en su trabajo: La mercadotecnia en el ejercicio profesional de la enfermería en Tabasco (México). Se realizó una investigación de mercados de tipo descriptivo consistente en la aplicación de un cuestionario a 317 enfermeras(os), seleccionados en muestreo aleatorio estratificado ex-post por nivel de dominio. Cabral [15] en su investigación: Mercadotecnia y ética: ¿valores encontrados en las bibliotecas universitarias? Aborda la importancia de los conceptos éticos y mercadológicos que los profesionales de la información de las bibliotecas universitarias deben considerar a la hora de dar servicio, con la finalidad de elevar la calidad de éste para que la comunión entre la mercadotecnia y la ética. Galindrez [16] en su trabajo: Modelo de indicadores apoyados en la MKT para evaluar la calidad de la educación en las IES. Propone un instrumento para evaluar la calidad en la educación que las Instituciones de Educación Superior (IES) que ofrecen a sus estudiantes, cuyos indicadores se apoyen en la mercadotecnia, la cual considera a la educación como un servicio enfocado al estudiante. Montero [17] en su trabajo: En busca de un posicionamiento de mercado: Modelo de Mercadotecnia. En el identifica las variables que inciden en el diseño efectivo de una estrategia de mercadotecnia. Según Martínez, Rojas, Guillén, & Antúnez [18] Responsabilidad social universitaria, transferencia y mercadeo tecnológico: vinculación con el entorno social, en cuanto al mercadeo tecnológico se destacan planes de mercadeo, carteras de productos y/o servicios, promoción y publicidad, y generación de ingresos propios. Ponce, Besanilla & Rodríguez [19] en su investigación: Factores que influyen en el comportamiento del consumidor. Se analizaron cuatro factores que intervienen en la conducta del consumidor: Cultural, Personal, Psicológico y Social, con el objetivo de entender y prever la conducta de los clientes actuales o potenciales, que acaban en el mercado. Castillo, Bojórquez & Pérez [20] en su trabajo: La mercadotecnia, factor clave para la competitividad organizacional. La competitividad suele estudiarse en lo macroeconómico, pero se puede negar que, actualmente, ha adquirido una gran fuerza en un nuevo

ámbito, la organización. Larios [21] en su estudio: Mercadotecnia de las instituciones de educación superior. Él identificó los conceptos de la mercadotecnia y puntos relevantes para su estudio los cuales fueron: conceptualización e importancia a la mercadotecnia, tipología de la mercadotecnia, definición de la mercadotecnia educativa, la décima “p” en la mezcla de la mercadotecnia educativa. Camacho, Ancona & Muñoz [1] en su trabajo: Mercadotecnia de servicios. El esquema de los procesos educativos en la educación superior se ha modificado a través del tiempo, especialmente en los últimos 20 años, con la incursión de nuevos participantes y las influencias del ambiente de mercado y la competencia internacional. Cárdena [22] en su investigación: La Mercadotecnia en el Servicio Educativo Privado en México. La importancia de la mercadotecnia en el ámbito educativo como una herramienta útil de innovación en los modelos de gestión organizacional. Se puede concluir que la mercadotecnia educativa ha tomado una mayor importancia en el campo de la Educación Superior en México. Según Quispe & Ayaviri [23] Medición de la satisfacción del cliente en organizaciones no lucrativas de cooperación al desarrollo, teniendo como conclusión que la Satisfacción depende de su comportamiento y atención que preste la organización en el cliente. Andrade [24] en su investigación: Estrategias de marketing digital en la promoción de marca ciudad. Este estudio es el diseño de estrategias de marketing digital para la promoción de Marca Ciudad. Gutiérrez & Nava [25] en su trabajo: Mercadotecnia digital y las pequeñas y medianas empresas: revisión de la literatura. Se realizó una revisión de artículos de repositorios promovidos por EBSCO, SCOPUS y Google Académico. Buitrago [26] en su trabajo: Liderazgo ético como factor potenciador del marketing social hacia la innovación estratégica en la mercadotecnia moderna. El presente artículo se basó en una metodología de tipo documental, se analizó al liderazgo ético como factor potenciador del marketing social hacia la innovación estratégica en la mercadotecnia moderna. Sánchez, Vázquez, Mejía [27] en su investigación: La mercadotecnia y los elementos que influyen en la competitividad de las mis pymes comerciales en Guadalajara, México. Este trabajo tiene como propósito definir la correlación que existe entre los factores clave de la mercadotecnia, que impactan en la competitividad de las Mi Pymes del comercio al menudeo (prendas de vestir) de Guadalajara, con la aplicación de 380 encuestas a directivos o gerentes de las empresas y con el uso de ecuaciones estructurales para medir la interrelación de las variables. Jiménez & Gutiérrez [28] en su trabajo: La calidad educativa en educación superior: la importancia de su definición por parte de las (IES) y la evaluación de sus estudiantes al egreso de la licenciatura. La relación existente entre la calidad educativa y su evaluación, particularmente a en la enfocada en la medición de los logros de los egresados de formación profesional.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de Investigación

El estudio tiene un carácter exploratorio (Hernández, Fernández y Baptista [29], ya que representa un acercamiento al fenómeno de la mercadotécnica de servicios en cuanto a la identificación de los factores más significantes dentro de una IES. Además, la investigación sigue un estudio descriptivo, ya que busca especificar los factores importantes que inciden en la IES (Hernández, Fernández, & Baptista [30].

Metodología

Se aplicó el proceso de investigación propuesto por López [31].



Figura 1. Proceso de Investigación Cualitativa

Fuente: López [31].

- Propuesta inicial de partida. Se empezó con un marco teórico determinado. Se estableció lo que se estudiara, teniendo como una característica el problema de investigación. Así mismo, se definió la metodología que se utilizará.
- Trabajo de campo. Se selecciona la técnica de recolección de datos. Monistrol [32] define a esta etapa como una situación metodológica y también en sí un proceso, una secuencia de acciones, de comportamientos y de acontecimientos, no todos controlados por el investigador (...).
- Análisis e interpretación de datos cualitativos. Una de las decisiones más importantes del análisis cualitativo se manifiesta cuando la información obtenida deberá ser condensada para poder así pensar en significados, en sentidos, en categorías y, finalmente, en conclusiones. La información que se presenta es infinita y por ello se debe almacenar, pre-codificar, codificar, cortar, agregar, examinar y considerar (Schettini & Cortazzo, [33]).
- Elaboración del informe, planteamiento de nuevas líneas de acción: López (2009) señala que se presentan de forma ordenada las conclusiones y se lanzan nuevas líneas de actuación, en un continuo proceso de retroalimentación.

Cálculo de la muestra

Se empleó la fórmula propuesta por Murray & Larry [34].

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * p * q}{i^2}$$

Se utilizó una confiabilidad del 92% y un margen de error del 8%. El resultado de la fórmula se muestra a continuación:

$$n = \frac{(1.75)^2 * 0.5 * 0.5}{(0.08)^2} = 111.5664 = 112$$

RESULTADOS

Se presentan a continuación los resultados de las interrogantes realizadas a la muestra de estudio.

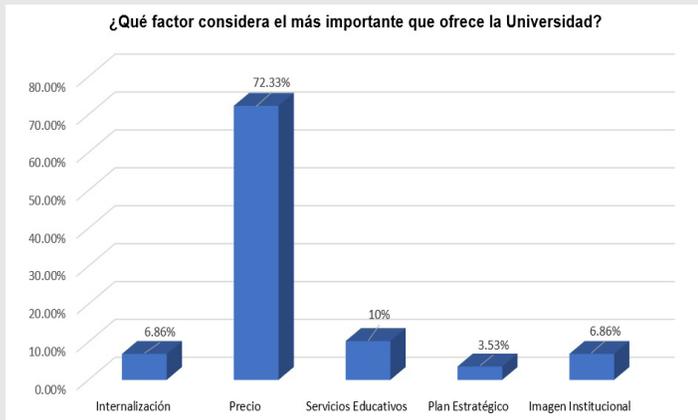


Figura 2. Resultados de pregunta 1.

Fuente: Elaboración propia (2019).

En los encuestados cabe destacar que el factor que más predomina para la toma de decisión en estudiar en la IES fue el precio (72.33%), el cual comparando con otras instituciones es competitivo.

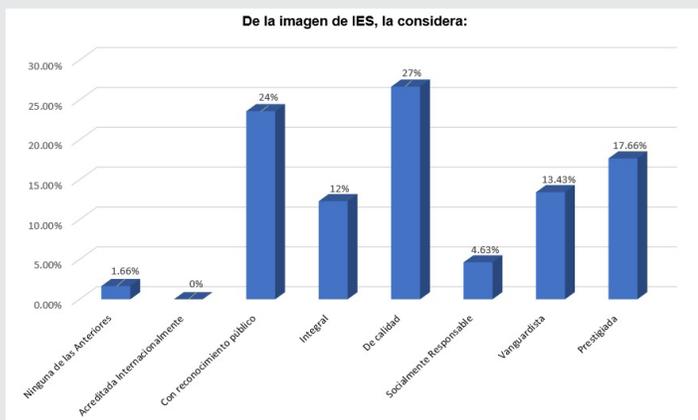


Figura 3. Resultados de pregunta 2.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Existen instituciones educativas privadas que operan en el mercado ofreciendo la educación, más sin embargo un punto importante para el éxito de las mismas es el reconocimiento público y sobre todo que sean de calidad por ende hay ocasiones que no llegan ser

recocidas. El plantel Ixtapaluca dentro del municipio va de la mano con la calidad (27%) y reconocimiento público e integral (24%).

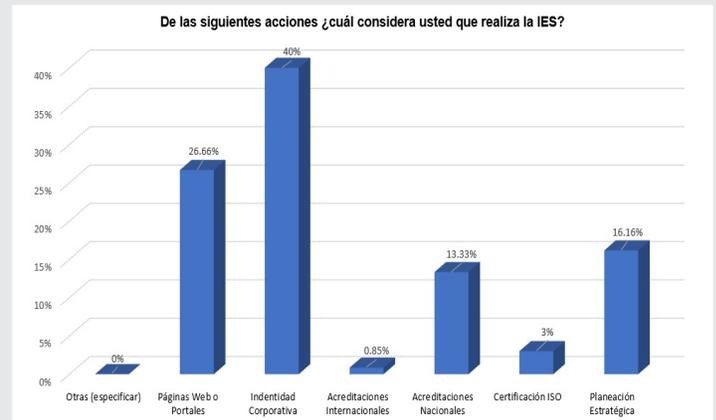


Figura 4. Resultados de pregunta 3.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Al definir quiénes somos y sobre todo hacia donde queremos llegar, habla mucho de la institución. En la muestra realizada se ve reflejado la identidad corporativa de la organización (40%) y la mercadotecnia empleada en los sitios web (26.66%) por parte de la IES.

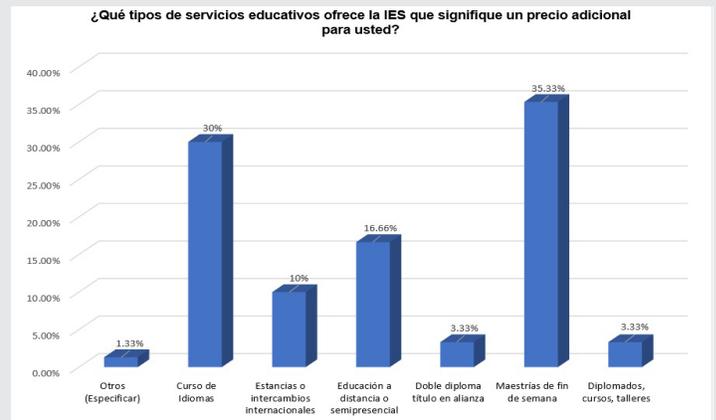


Figura 5. Resultados de pregunta 4.

Fuente: Elaboración propia (2019).

La muestra señala que los servicios adicionales que ofrece la IES, los más utilizados son las maestrías (35.33%), las cuales se imparten de manera sabatina. Otro servicio que se utiliza, es el curso de idiomas (30%).

La Figura 6 muestra, que los estudiantes ocupan los servicios adicionales con un 52%, lo cual deja ver, que falta más uso de estos servicios que la IES ofrece a su comunidad estudiantil.

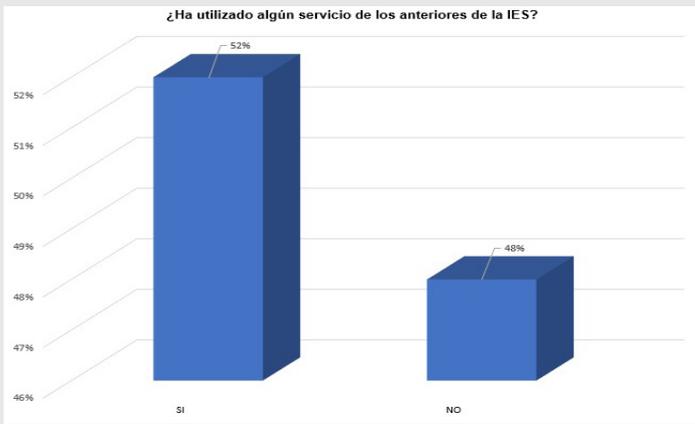


Figura 6. Resultados de pregunta 5.

Fuente: Elaboración propia (2019).

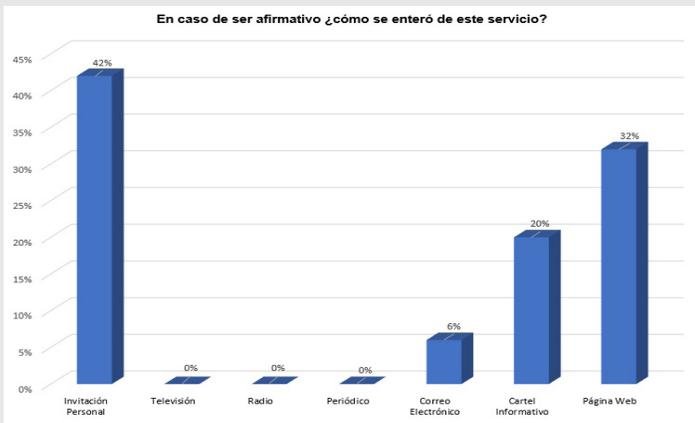


Figura 7. Resultados de pregunta 6.

Fuente: Elaboración propia (2019).

La figura anterior representa los resultados de como los estudiantes se enteran de los servicios de la universidad. Se puede apreciar que las invitaciones personales tuvieron un 42%, seguida, de las páginas web de la IES.

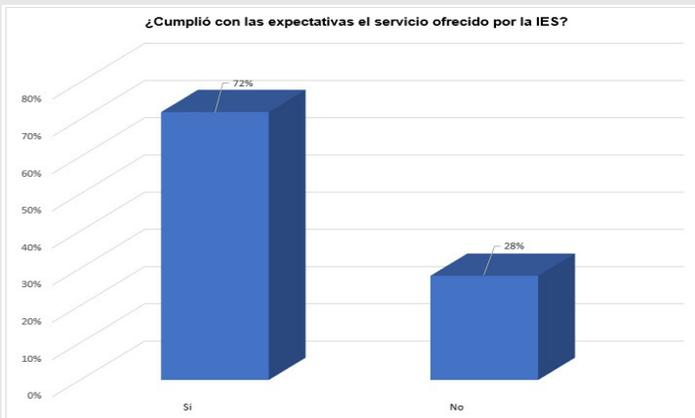


Figura 8. Resultados de pregunta 7.

Fuente: Elaboración propia (2019).

La figura anterior muestra que el 72% recomienda el servicio de la IES, debido a que cumplió sus expectativas y el 28% no las cumplió. Esto quiere decir que los alumnos que toman un servicio de la universidad, en su mayoría toman la iniciativa de recomendar los servicios de la misma.

tativas y el 28% no las cumplió. Esto quiere decir que los alumnos que toman un servicio de la universidad, en su mayoría toman la iniciativa de recomendar los servicios de la misma.

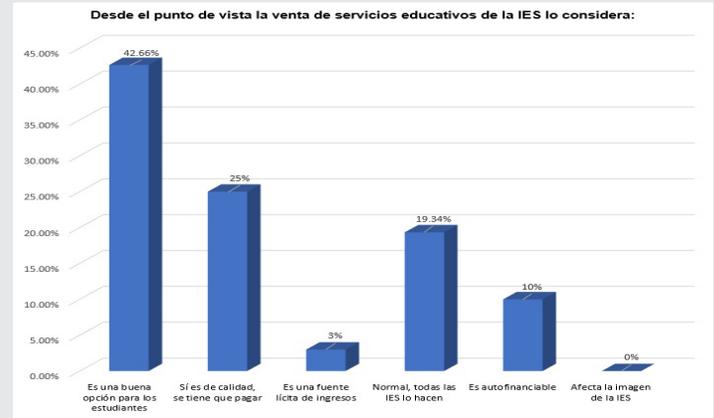


Figura 9. Resultados de pregunta 8.

Fuente: Elaboración propia (2019).

La figura anterior representa la venta de servicios educativos de la IES. Con un 42.66%, los estudiantes consideran que es una buena opción para los estudiantes. Un 25% considera que, si es de calidad, se tiene que pagar.

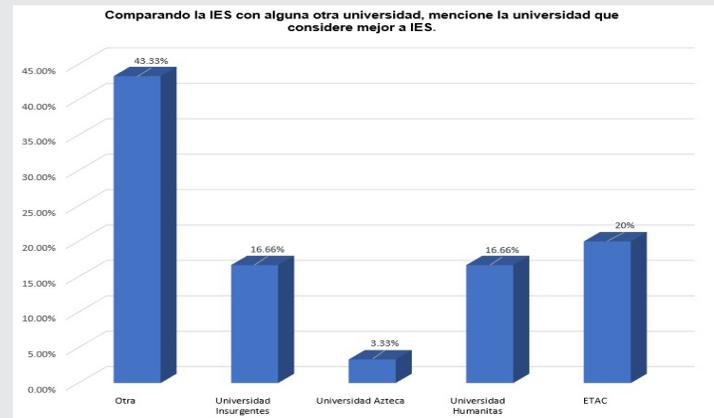


Figura 10. Resultados de pregunta 9.

Fuente: Elaboración propia (2019).

La figura anterior representa la comparación de la IES contra otra universidad. Se puede apreciar que, comparando el universo como institución privada de servicios educativos superiores, está se encuentra dentro de la competencia con las universidades del entorno ya que el 43.33% especifican otras universidades privadas y públicas.

La Figura 11 representa las mejoras que se harían dentro de la IES. A pesar que la universidad ha ido creciendo en cuanto a sus instalaciones y servicios educativos. Los puntos que sobresalen para mejorar los servicios ofrecidos son, con un 20% nos menciona que se realicen convenios con instituciones naciona-

les e internacionales y con el 23.33% con instalaciones confortables y cómodas.

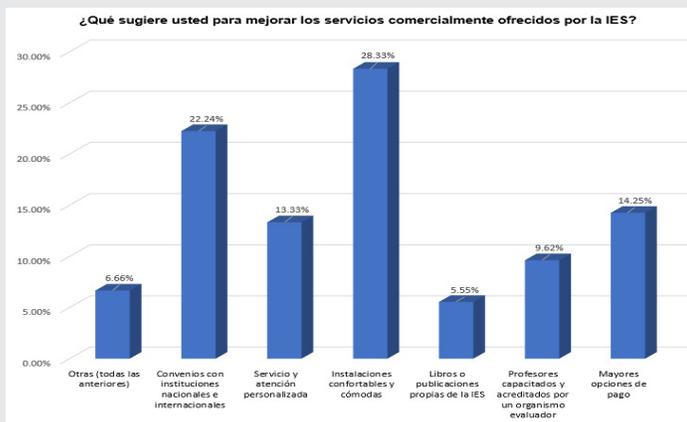


Figura 11. Resultados de pregunta 10.
Fuente: Elaboración propia (2019).

CONCLUSIONES

Es de importancia comentar que la mercadotecnia educativa ha ido tomando una gran parte en el campo de la educación superior en México y en este estudio cabe resaltar que la IES en cuanto a su mercadotecnia es una institución que cuenta con reconocimiento público dentro del municipio de Ixtapaluca, debido a que es una buena opción para los estudiantes ya que tiene su misión, visión, metas bien definidas (identidad corporativa). Uno de los factores que resaltaron bastante fue el precio que tiene la universidad, ya que comparado con otras instituciones es muy flexible para los estudiantes. Esto a su vez, ha logrado ser un factor competitivo con su competencia. Adicional es importante comentar que los servicios adicionales que ofrece la universidad como las maestrías, especialidades etc., están generando satisfacción a los estudiantes (clientes), lo cual ha dado como resultado, que un porcentaje elevado, recomiende a la IES.

AGRADECIMIENTOS

M. en C. Domingo Noé Marrón Ramos, M. D. Fátima Yaraset Mendoza Montero, Ing. Vianey Ríos Romero, M. en A. Ruth Rodríguez Cuellar por su asesoramiento en el proyecto.

El cuerpo académico de investigación: ITLAG-CA-5 por su asesoramiento y tutela en el proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Camacho Gómez, M. del S., Ancona Alcocer, M. del C. & García Muñoz Aparicio, C. (2011). *Mercadotecnia de Servicios*. XV Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Administrativas.

[2] Suárez Lugo, N. (2002). *Mercadotecnia y gestión sanitaria*. *Revista Cubana de Salud Pública*, 28(2), 201-223.

[3] Araujo, R., & Clemenza, C. (2005). *Sistemas de información de mercadotecnia: herramientas necesarias en la toma de decisiones gerenciales*. *Enlace: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 2 (2), 27-

[4] Chica Mesa, J. (2005). *Del Marketing de servicios al marketing relacional*. *Revista Colombiana de Marketing*, 4 (6), 60-67.

[5] López Segrera, F. (2005). *Posibles escenarios mundiales de la educación superior*. *Perfiles educativos*, 27(109-110), 140-165.

[6] Thompson, I. (2005). *La Segmentación del Mercado*. UNID.

[7] Torres, M. & Paz, K. (2006). *Métodos de recolección de datos para una investigación*. *Boletín Electrónico No. 03*. Facultad de Ingeniería - Universidad Rafael Landívar.

[8] Aristizábal Botero, C. A., Restrepo Múnera, M. L. & Arias Pérez, J. E. (2007). *Impactos del mercadeo social en organizaciones de servicios*. *Semestre Económico*, 10(19), 113-123.

[9] Pérez González, Y. & Molina Morejón, V. (2007). *Elementos teóricos-conceptuales útiles para comprender las estrategias y la mercadotecnia de los servicios*. *ACIMED*, 16(3).

[10] Barroso Tanoira, F. G. (2008). *¿Cuál es el objetivo principal de la mercadotecnia?*. *Revista de Ciencias Sociales*, 14(2), 413-418.

[11] López Segrera, F. (2008). *Tendencias de la educación superior en el mundo y en América Latina y el Caribe*. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)*, 13(2), 267-291.

[12] Cerón Islas, A., Alcántara Hernández, R. J. & Figueroa Velazquez, J. G. (2010). *La mercadotecnia: una estrategia de competitividad*. V Encuentro Estatal de Investigación en Ciencias Económico Administrativas, Pachuca, Hgo 2010. ISBN: 978-607-482-132-1.

[13] Moreno Oliva, O. (2011). *Una mirada integradora a la gestión de marketing en los servicios científico técnicos*. *Ciencia en su PC*, núm. 4, octubre-diciembre, pp. 106-121. Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba. Santiago de Cuba, Cuba.

[14] Priego Álvarez, H. R., Córdova Hernández, J. A. & Lara Gallegos, M. E. (2011). *La mercadotecnia en el ejercicio profesional de la enfermería en Tabasco (México)*. *Revista científica Pensamiento y Gestión*. No. 30.

- [15] Cabral Vargas, B. (2012). *Mercadotecnia y ética: ¿valores encontrados en las bibliotecas universitarias?*. *Biblioteca Universitaria*, 15 (2), 163-167.
- [16] Galindrez Jiménez, V. (2012). *Modelo de indicadores apoyados en la MKT para evaluar la calidad de la educación en las IES*. Universidad Autónoma de Chihuahua.
- [17] Montero Delgado, N. I., Muñoz Zapata, D. & Vázquez Núñez, S. O. (2012). *En busca de un posicionamiento de mercado: Modelo de Mercadotecnia*. Volumen 13, núm. 2, julio-diciembre. *Revista: Mercados y Negocios. Revistas Científicas de la Universidad de Guadalajara*.
- [18] Martínez de Carrasquero, C., Rojas de Mavárez, L., Guillén Romero, J., & Antúnez, N. (2012). *Responsabilidad social universitaria, transferencia y mercadeo tecnológico: vinculación con el entorno social*. *Revista Venezolana de Gerencia*, 17 (59), 512-528.
- [19] Ponce Díaz, M. de J., Besanilla Hernández, T. & Rodríguez Ibarra, H. A. (2012). *Factores que influyen en el comportamiento del consumidor. Contribuciones a la Economía*. *Revista Académica. Umed.net*.
- [20] Castillo Bobadilla, V. del P., Bojórquez Zapata, M. I. & Pérez Brito, A. E. (2013). *La mercadotecnia, factor clave para la competitividad organizacional*. *Gest. Soc.*, 6(1); 15-30, enero-junio.
- [21] Larios Gómez, E. (2014). *Mercadotecnia de las instituciones de educación superior*.
- [22] Cárdenas Cázares, L. (2015). *La Mercadotecnia en el Servicio Educativo Privado en México*. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 6 (11).
- [23] 29. Quispe Fernández, G. M. & Ayaviri Nina, V. D. (2015). *Medición de la satisfacción del cliente en organizaciones no lucrativas de cooperación al desarrollo*. *Revista Empresarial. Facultad de Investigaciones Empresariales. Centro de Investigación Empresarial. Instituto de Ciencias Empresariales. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*.
- [24] Andrade Yejas, D. A. (2016). *Estrategias de marketing digital en la promoción de Marca Ciudad*. *Revista Escuela de Administración de Negocios*. No. 80. Pp.59-72. Enero-junio. Bogotá.
- [25] Gutiérrez Leefmans, C., & Nava Rogel, R. (2016). *Mercadotecnia digital y las pequeñas y medianas empresas: revisión de la literatura*. *Enl@ce: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 13 (1), 45-61.
- [26] Buitrago, R. (2016). *Liderazgo ético como factor potenciador del marketing social hacia la innovación estratégica en la mercadotecnia moderna*. *Marketing Visionario. Volumen 5 Edición No 1. Mayo - Octubre*. Universidad Privada Dr. Rafael Bellosó Chacín, URBE, Venezuela.
- [27] Sánchez Gutiérrez, J., & Vázquez Ávila, G., & Mejía Trejo, J. (2017). *La mercadotecnia y los elementos que influyen en la competitividad de las mipymes comerciales en Guadalajara, México*. *INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 27 (65), 93-106.
- [28] Jiménez Moreno, J. A. & Gutiérrez Zavala. (2017). *La calidad educativa en educación superior: la importancia de su definición por parte de las IES y la evaluación de sus estudiantes al egreso de la licenciatura*. XIV Congreso Nacional de Investigación Educativa. COMIE. San Luis Potosí. México.
- [29] Hernández R., Fernández C. & Baptista P. (1998). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw-Hill Interamericana editores. México.
- [30] Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, L. (2010). *Metodología de la investigación*. 5a ed. México: McGraw-Hill.
- [31] López Noguero, F. (2009). *Frases y procesos de la Investigación Cualitativa. Métodos de Investigación y planificación en intervención socioeducativa*. Universidad Pablo de Olavide.
- [32] Monistrol Ruano, O. (2007). *El trabajo de campo en investigación cualitativa (I)*. *Nure Investigación*. Nº 28, mayo-junio.
- [33] Schettini, P. & Cortazzo, I. (2015). *Análisis de datos cualitativos en la investigación social. Procedimientos y herramientas para la interpretación de información cualitativa*. *Libros de Cátedra. Facultad de Trabajo Social. Universidad Nacional de la Plata. Editorial de la Universidad de la Plata*.
- [34] Murray R. S. & Larry J. S. (2009). *Estadística*. 4ta edición. Mc Graw-Hill. México, D.F.





Multidisciplinario
e
ingenierías

Ingeniantes

The importance of leadership as a teacher's competence in higher education



Colaboración

Laura Margarita Casas East; Carmen Leticia Salcedo Quevedo; Marcela Guzmán Cororna, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Campus Chapala

RESUMEN: En este artículo se ha resaltado la importancia de lo que es un profesor líder y cómo se debe ejercer el liderazgo efectivo, con el fin de transmitirles a los estudiantes la forma de ser líderes, además de actuar y expresarse de manera correcta ante las diferentes circunstancias que ocurran tanto en su carrera profesional como en su vida personal. El liderazgo ejercido por un grupo de profesores definitivamente impactará en la calidad de la formación que reciben los estudiantes y de la misma institución. El liderazgo y el trabajo en equipo deben ser competencias que se tomen en cuenta dentro del perfil docente. Los profesores deben ser elegidos cuidadosamente para cumplir con las tareas encomendadas, y que estén conectados emocionalmente con el resto del equipo de trabajo para sentirse motivados por el proyecto educativo que van a desarrollar. Un equipo de alto rendimiento necesita de líderes que cumplan objetivos, que tengan la creatividad suficiente para proponer mejoras en los procedimientos a fin de innovar y alcanzar mejores resultados con menor esfuerzo. Incluso estos docentes sobrepasarán los objetivos propuestos y plantearán nuevas formas de hacer las cosas.

PALABRAS CLAVE: Líder, liderazgo, Educación Superior.

ABSTRACT: This article covers the importance of what is a leading teacher and how effective leadership should be exercised in order to convey students to be leaders as well as act and express themselves properly in the different circumstances that might occur in their professional careers as well as their personal life. The leadership provided by a group of teachers definitely will impact the quality of the education received by students and the institution itself. Leadership and teamwork skills must be taken into consideration in the teacher's profile. Professors must be carefully chosen to fulfill the tasks assigned, and should be emotionally connected to the rest of the working team and feel motivated by the educational project they will be developing. A high-performance team needs leaders who accomplish objectives, with enough creativity to propose improvements in the procedures in order to innovate and achieve better results with less effort. Even these teachers will exceed the proposed objectives and will discourse new ways of doing things.

KEYWORDS: Leader, leadership, Higher Education.

INTRODUCTION

We are all aware of the importance of education in any society, to its growth, development and proper functioning. Nevertheless, the education of a persons is not static, is dynamic and must remain constantly changing to adapt to the variations that occur. The 21st century is identified by multiple movements in society, politics, economy, technology, education and jobs that are taking place in the world. One of the features of these fluctuations is globalization as a pop-up concept, the imposition of models of life and thought, transmitted by the mass media communication, the weakening of the proper authority, the important role of information as a source of wealth and power, the astonishing increase in technological progress, the rise of individualism, the obsession with efficiency and

the passage of a technological society to a society of knowledge [1].

All of the above are brewing a new reality, something that we do not achieve truly to understand and which in the field of education is perceived as the need to train people as they may be able to select, update, and use knowledge in a specific context and globalized world; to accomplish learning in different scenarios and patterns presented to them throughout their lives so that they can understand the potential of what they are learning in order to adapt their knowledge to new and unexpected situations. For universities this is a challenge and a source of permanent restructuring to adjust to the demands in this international context [1].

In schools the role of the teachers and their leadership style is very important. As Matthew Lynch says: Regardless of the course's level or subject, teachers provide direction, instructions, guidance, and motivation to their classes, stepping directly into the responsibilities of a leader within any business. Yet, only the most accomplished teachers — those recognized with awards and praise — view themselves as leaders; in fact, most teachers lack the training to provide the leadership their students need to excel.

For the sake of the students, it is vital that more teachers learn leadership skills and qualities. By examining how renowned teacher-leaders think and act and by exploring how teachers can develop the proper mindset, more schools can benefit from having true leaders in classrooms. [2]

Higher education has proven its viability over the centuries for its capacity to transform and bring about change and progress of society [3]. The pace of technological innovations and knowledge has gone beyond what one could expect, which is why educational institutions must improve and continuously renew at the same rhythm, as the education that is presently provided is not adequate to the challenges facing us and will not be significant for the students, in conclusion, it will become obsolete.

During the second half of the 20th century a profound change occurred regarding the paradigms in educational systems of the world, including the Mexican educational system. So as these changes are made, usually they have as background some transformations in political, economic, social and cultural systems. This is why we need to introduce deep renovations in the paradigms of vocational training currently offered by institutions of higher education [4].

The change of paradigms in the field of education must be reaffirmed structurally and qualitatively in higher education programs and even in conditions of a context of multiple forms of leadership and an effective exercise of academic leadership and management in educational

institutions [4]. "Therefore, school systems must actively develop teacher-leaders through carefully designed culture and programs" [2].

In the last three decades of the 20th century changes in educational policies at the international level have affected the social role of institutions of higher education. Have indeed encouraged competition between them and their forms of administration are becoming more standardized in matters such as legislation and internationalization through common degrees, exchanges, inter-institutional research and common methods of assessment [5]. The Universities that maintain a level of quality and academic leadership are those that will survive any change that might take place.

Universities are experiencing a process of evolution of their identity in order to transform into a flexible structure allowing broad social access to the knowledge and development of persons based on the needs to today's society [1] that assumed demand, because we are not sure of the direction in which our planet will pan out. Headed for the presence of this uncertainty our duty is to train our students, and if they are not educated by leaders they will not be constituted as the leaders which need to be to develop, both ways, professionally and personally.

Importance of leadership teaching as impact on the quality of education

Any institution should consider a standard of quality in the service provided. The higher education institutions are no an exception. It is of great importance to consider quality within education systems in order to keep them at the forefront [6].

Let's start by defining what quality is. In general, quality, in Latin, means "quality, way to be"; meaning "property or set of properties inherent to one thing, that allow appreciate it as equal, better or worse than the others of its kind". Another concept is offered by Noori and Radford who claim that the quality is the "perception about what clients have as well a product meets its total needs". According to the standard ISO 9000, the quality is: "Level in which a set of inherent characteristics fulfills requirements" [7]. In education quality should go one step further than these definitions, by the importance of it and by the social responsibility in which it is immersed. Despite this, the definition of Quality in Higher Education is a multidimensional term, simultaneously dynamic and contextual, but may some authors, like Garcia & Mulrooney [8] say that it is also perceived differently by different stakeholders groups: providers, users of products, users of outputs and employees of higher education. Others considered from the perspectives of public accountability (value for money), the organizations that hire the graduates, teachers and the culture of the institution.

Quality in the Higher Education area facilitates the measurement of efficiency, but unlike the business area which

is aimed at the satisfaction of individual needs, the University allows competition to achieve the social relevance, i.e., the extent to which the objectives that manages the University are aligned with the needs of society and contribute to their development [7].

Strategies aimed at improving the quality of education should have as goal to meet the needs and requirements of the economic, political and social development of the community to which they are integrated and beyond, to the global needs. The quality has to do with compliance with the purposes and objectives, the effects it produces and the degree of satisfaction experienced by those who use it or to take advantage of it [6].

The quality is always an organizational culture which favors the development of persons that meets the institutional mission and the promotion of human values [6]. One of the essential components that impact the quality of education is the leadership that teachers manage, in addition to the formal leadership of each Higher Education Institution. It is an issue which must be considered of the utmost importance and dealt with it deeply. The authority of any educational institution must strive to achieve that his formal leadership will become transformational leadership, at all levels, which will make a change in the structure of its system. It is essential to communicate clearly the institutional mission, live their commitment to the values sustaining the Organization and encourage human and professional persons involved [6]. The leadership provided by the teaching staff must be transformational and updated, so that it can accomplish high levels of efficiency.

The leadership as competence in the teaching profile in higher education: it's importance for higher education

Teachers are one of the pillars of any educational system. The University teaching society requires efficient student's education. The Higher Education Institutions should generate knowledge from scientific research as well as promoting the development of society from innovation, respecting and taking in consideration the values and ethics of their social and global environment. The complexity of these tasks requires the presence of teachers with multiple facets whose skills have been acquired in a systematic and diffuse manner, based mainly on experience and collaboration with other professionals. Therefore, the teacher's profile and their training is an indispensable tool through which the University prepares proposed professors for the new social scenarios [9].

The concern for the quality of higher education, regarding to the proper development of their purposes and processes, is related in a very special way to the teaching and research task conferred by the legislation in force to the Higher Education Institutions. In recent years we have seen in the universities that one of the options when assessing the quality of the service is based on

the satisfaction of the outlooks and expectations of the users. This assessment criterion is based on the conviction that achieving high levels of quality occurs if it covers the expectations of students, their interest is focused on the subjective criteria of young people, which provide information about the features or attributes that employ the learners to evaluate quality. Following this approach, the objective would be to adapt the service to the needs and demands of the students, which would lead us to having to provide the resources and capacities available in the University institution to achieve this goal [10].

In the integral formation of a person, and throughout his life, two types of skills are developed, Soft Skills and Hard Skills. The professional profile of every person is also constituted by this. If we consider that one of the objectives of college education is the achievement of the optimum training of the professionals that society requires, with soft and hard skills developed, is of vital importance to have teachers ready and able to reach the purposes which are placed to them and to properly build the knowledge needed to achieve this. The university teacher must respond to a clearly defined profile, determined by reaching the goals educationalist and that proper action is based in quality and efficiency [10]. The professional profile of teachers refers to a set of competences that identify the formation of a person. So for a teacher to have the necessary qualities he must have a transferential, flexible and versatile profile, able to adapt to the diversity and continuous changes that are taking place in the global society in which we live and that students perceive in different ways [1].

To develop a teaching profile appropriate to the reality and professionalism they must have at least three key tools: sensitivity, flexibility and knowledge. Only the teacher who knows the limits of discipline and the language in which it is expressed may explain why a particular question is not legitimate in a given context [11]. It is expected for the educator to have the knowledge and facts of the specific topic that he conveys, to commit with the results of his teaching action, being capable of teamwork with colleagues, and to handle their own training permanently [11]. The profile of the University teaching staff is conditioned by a historical evolution, marked by the educational, institutional, legislative and social model of the teaching process. His role will be framed in a systemic and interdisciplinary model where the teaching, research, their knowledge, know-how and will to monitor its educational action will shape their professional activity. It demands that the teacher develops the student with generic competences: personal, interpersonal, and instrumental as well as achievement and professional skills that shape the immediate professional future plan. It is expected that teachers, more than conveying abundant information, promotes the development of competences as a guarantee so that young people can continue learning throughout their lives and develops in a proper and satisfactory manner in complex and changing world.

Sunnie Gil [12], completed the first round of a study of 195 leaders in 15 countries over 30 global organizations. Participants were asked to choose the 15 most important leadership competencies from a list of 74. The author selected the top ones into five major themes that suggest a set of priorities for leaders and leadership development programs. The leadership competencies that must be developed are:

1. Demonstrates strong ethics and provides a sense of safety.
2. Empowers others to self-organize.
3. Fosters a sense of connection and belonging.
4. Shows openness to new ideas and fosters organizational learning.
5. Nurtures growth.

The teaching competence¹ of higher level, demand a re-evaluation of its conceptualization, characterization and classification, as well as its application in curriculum processes, evaluation and development. It is of utmost importance that the didactic strategies that teachers need to identify and manage to ensure the teaching-learning process, at the same time to develop these capabilities or competences required to address global challenges that will face them.

Sometimes the teaching profile is defined in a simplistic manner, where the competences required to teach any subject are not specified. The teachers are only expected to be an expert in their area of professional expertise. Therefore it is necessary to find an intermediate position in order to deliver a clear and precise message that account of the complexity of the necessary profile, but also seeking to focus attention and rank conditions to be [13]. Teachers should handle pedagogical didactic-competences that facilitate learning processes in a more autonomous way; where students learn to solve problems and to seek creative ways of doing things. That is why professors should know, select, use, evaluate, upgrade and recreate or create effective didactic intervention strategies. The University is responsible for providing teachers with various refresher courses to develop these specific skills. Educators must also comply with institutional competences, they must have the ability to articulate the macro with the micro: what is available in the educational system which develops level institution, be it workshop, yard classroom, etc. and outside the school space [13]. If the teacher does not dominate these said competences he may not be at the level of what is expected of him. Hence, the need to define a new teacher profile to ensure efficient, effective and satisfactory professional performance [1].

¹ The term competence is used herein to refer to the ability to "do with knowledge" and to be conscious of its consequences. Any competence concerns simultaneously, knowledge, ways of doing things, values and responsibility for the results it implies [13].

A teacher profile based on competence, serves two important functions in the continuous improvement of the profession [1]:

- 1) An articulated role between initial training and lifelong learning.
- 2) Energizing function of professional development throughout the career as well as the same profession.

The professor must be a critical and reflexive professional, autonomous and responsible for his professional performance. He must, in his level, establish educational alternatives and participate in concerning educational decisions in the appropriate areas. He must be in constant training and development in knowledge and skills in full. Also needs to be aware of the importance to adapt with flexibility to social demands and to teach the students in a comprehensive manner [1]. Teachers need to be supported by the Higher Educational Institutions to achieve this.

Some international agencies as ECLAC⁽(Economic Commission for Latin America) [13] express core competences that the teacher must have in order to practices a teaching - learning quality in the 21st century are:

- a) Ensure universal access to cultural codes of modernity; that is, form skills to participate in public life, to engage productively in modern life and the construction of the foundations for lifelong learning.
- b) Driving innovation through the adoption of measures to establish relationships between education, science and technology, and to encourage innovation in working practices.

Professors are prepared to carry out their professional work in the best way. But now the loss of meaning resulting from the change of unprocessed claims for years, unexpected changes that have occurred, the need to take charge of a high volume of administrative and supporter work, the need for curricula and programs that are constantly changing, using textbooks written by others, making this process that could be characterized as the loss of professionalism effectiveness of standardized skills, even if they had been well learned [13], have caused that teachers do not often meet their objectives effectively. They are overburdened by administrative work and it's difficult for them to concentrate on updating to be at the forefront.

It is currently intended that teachers and students, as a team, create learning situations to guide their cognitive and social capacities to provide solution to social needs. In itself, the curricular contents will no longer be themselves as to become the means to achieve such capacities who seek to educate students in the analysis, inference, prospecting, solving problems, continuous learning, adapting to changes, the proposition of values conducive to solidarity in reality intervention, more important issues that simply be recipients of data ([13]. Learning by competences must take into account the context, real work

situations and is the result of a process of integration associated with execution or performance criteria that implies commitment by the student as an actor responsible for their own learning.

As professors are to achieve skills and profile as required, it is needed to implement capacitation and training courses that commits them to increase their observation skills, sharpen reflective practices, strengthen the sense of their own training, develop multiple intellects and respond to the values which are followed in the educational institution to which they belong [13].

One of the aims of education is to educate students so that they can function in society efficiently and effectively. Any educational institution should manage a leadership style at all levels that constitute it. The required educational change at present times needs to be in accordance with the leaders that carry it out and also as part of competences than any manager, professor and student develop. If the traditional forms of management based on bureaucratic control and the technical authority are not sufficient by themselves, it is when it becomes essential to expand the idea of improvement of leadership including the professional and moral authority of everyone that works in an Institution of Higher Education [14].

The development of studies on leadership during the 20th century has contributed changing the conventional perceptions about what a leader is. In the early 20th century, in the field of Psychology existed yet the idea of the leader as a person possessing special and innate qualities as a source of his influence on others, already by mid-century the situation was completely opposite. Attempts to discover and measure special qualities of leadership had been found with multiple, often contradictory characteristics among themselves, which did not allow establishing a fixed pattern to characterize people perceived as leaders [15]. Now, in the 21st century, with all the constant change and disruption, where people's lives and work has been greatly influenced, like the technological innovations (personal computing, entertainment), invention of the smartphone, emergence of digital as a platform and the advent of social media, are some of the groundbreaking events that have taken place in a short span of time. They have significantly impacted how universities are educating, organizations work and how business are conducted globally [16].

As many human manifestations, leadership is a function both, as a person's potential and their motivation. In this century teachers must be updated with the existing different models of leadership and to apply them according to their personality. As mentioned by John Adair [17], an effective leader must control their emotions, maintain a social distance whitening their groups, earn the respect of followers, be fair and objective in their appreciations, and should know where he is heading and what he is doing; and then, with enthusiasm, communicate the ob-

jectives to others. He must listen and ask advice before taking important decisions, but it will be his responsibility to choose the adequate behavior or decisions to be taken. A teacher, as a leader, engage with students giving them recognition and appreciation. Correct them without damaging their self-esteem and without using negative criticism, being firm and disciplined, establishing his care and concern.

The teacher who wants to be a leader with his groups should develop a high self-esteem and feel noteworthy and competent. The University must support and appreciate their educators as to make them feel secure in order to perform the competence of an effective leadership.

Personal resources, i.e., all those characteristics that allows the person to be in a controlling situation of power (abilities, knowledge, skills, etc.) that might vary depending on the contexts to apply. On the other hand, this potential will not progress if the person does not have a strong desire to be a leader or is not externally motivated to assume as such [15]. In the 1950s, several theoretical models such as the "circumstantial" were developed, which defined different styles of a leader, and conceptualized the leadership as an interaction between styles of leadership and certain situational variables, particularly those referring to attitudes and behaviors of followers. This enabled the formation of leadership as the product of certain forms of relationship between a leader and his followers. From this framework, two basic types of leader were identified: the instrumental leader and charismatic leader.

Instrumental leader is the one that satisfies the instrumental expectations of his followers, thanks to the processes optimization and refers above all to the leadership that takes place in working environments. The charismatic leader, however, bases his leadership in the emotional bond with his followers. In this case, the influence on others is not due to logic, the position of authority of the leader or the confidence of the follower, but in the natural form of control and style of authority of the leader [15]. Martin Roll [16] tells us that one of the most important soft skill that leaders must have in the 21st century is resilience.

Some authors have established and recognized a variance between the charismatic leadership meaning the use of their captivating personality and the socialized one. The latter use their power to serve others, align their vision with the needs and aspirations of their followers, keeping an open communication with them and are supported by universal moral principles. In contrast the charismatic personality leaders use their power only in self-centered in order to promote their personal vision, maintain unambiguous communications and rely on external moral precepts to satisfy their own interests. They are characterized by the need for power, authoritarianism, selfishness,

neglecting the needs of their followers [15]. Following Popper [15], we recommend to develop a kind of charismatic leadership of a socialized type. This is an example of what teachers should be aware of to develop the kind of leadership that will exert in their professional practice.

Teachers should be conscious of the kind of leadership they will apply in their classrooms. They need to handle every situation that arises in an appropriate manner. In a world of collaboration, communities and networks, teachers need to develop leadership skills in their students focused in the abilities of listen deeply, encourage sharing of information and viewpoints and foster an environment of trust. Teachers must be able to developed the ability to take decisions in ambiguous environments, helping teams manage conflicts, acting as a guide in uncertain times or leading with conviction, courage and empathy [16]. For example, teachers can use one of the most widely followed leadership models, the Hersey and Blanchard situational leadership model, arising from the study of the conduct of leaders in diverse situations, helping in the diagnosis of each distinctive situation.

By 1969, Paul Hersey and Ken Blanchard published an article entitled "theory of the life cycle of leadership: is there a best style of leadership?" In this paper, the authors propose a model where they explain that leaders can change its methods of leadership. Hence the idea that teachers being leaders, can achieve a more efficient and effective practice that really works, so the leader depends on how your leadership style interacts in a certain situation. Everything lies in the maturity (or acceptance of responsibility for his actions) and level of preparation (capacity) of his students to do a particular task, which are extremely important situational factors. This model is based on the behavior of people.

It is important to identify the needs of the students rather than the lecturer or leader. If the teacher does not well understand these ideas, it will be a constraint to exercise the situational leadership effectively. Such would be the case of educators who decide to use coercive power and do not seek an effective communication with students, preferring to be obeyed by fear or threats, rather than accomplishing that young people follow them with respect, admiration and its own will [17].

All teachers must be leaders and develop this competence properly so students can be trained in leadership that will exert in their personal and professional life. We do not mean only that students take a course of leadership, they should live it in each of their lessons and teachers have to exercise effective leadership all the time, being able to influence and guide pupils as models to be followed. To achieve the educational challenge that will develop each one of the professors as a competent leader, with a worthy performance, not only depends on the goodwill of the teacher, nor being asked by their superiors to become one, they need an effective teacher

training program to improve these competences and professional skills that are required.

High performance team work in teachers leadership

We need to set clear aims in order to achieve an effective and efficient teacher profile. One of the main aspects to be taken into consideration is the ability of educators to be able to work well as a team. That is why we need to form educational teams that can accomplish high performance results², both, among them and with their students. Professors must be carefully chosen so they can fulfill the tasks assigned, and that are connected emotionally with the rest of the team so they can feel motivated by the educational project which will be developed. Training, emotions and motivation must work in a balanced way. It is not enough that educators working teams have a technical standard or appropriate knowledge; if they do not rely on others they will fail to be properly team integrated; therefore, their students will not be able to achieve their goals.

A high-performance team needs leaders to accomplish the objectives, with enough creativity to propose improvements in the procedures in order to innovate and achieve better results with less effort. Even these teachers will exceed the proposed goals and propose new ways of doing things. Therefore, they must be heard.

It might be a good idea to consider implementing a leadership profile in each Institution according to their vision, mission and goals, so that their teachers can and will be working in high performance and interdisciplinary teams, influencing their students in an individualistic form. A teacher is ruled by ethical and moral standards, but it is essential to live them day by day in their professional work. All professors must be charismatic leaders. The teachers, who choose to be effective leaders with their students, should guide them to work as high-performance teams and overcome the objectives proposed in the course.

CONCLUSIONS

Nowadays educational leadership performance is quite important, since teachers are those who can reach making a difference in the quality of the educational training given to students.

Over the last 50 or 60 years, many types and approaches of leadership have been developed and tried, so we can establish that, including teachers, we all must learn how to be better and professional leaders. Experience is our best tool to improve our professional performance, and

2 The term competence is used herein to refer to the ability to "do with knowledge" and to be conscious of its consequences. Any competence concerns simultaneously, knowledge, ways of doing things, values and responsibility for the results it implies [13].

knowing the different leadership models that have been developed; we can adapt them to our personality and apply them on each of the situations arising in the classroom. The academic planning of our educational training is very important in order to achieve the objectives that were projected. This will leave a permanent imprint in our students.

If professors are aware of the different theories of leadership and understand the leadership profile of the Institution that they are working for, can exercise them to perform in a better way in their professional practice, and gives them new tools to be competent teachers.

A professor that is respected and recognized by his students denotes that he applied his leadership correctly, making a balance between his moral and formal authority, understanding their students and giving them the recognition they deserve. This is how the students feel satisfied with the education they are receiving and recognize the quality they were expecting. This is the way that professors receive the unconditional support of their students and manages to work with them in a convincing and volunteer way, rather than with demands and pressures to obtain grades. The student attends class because they are interested in acquiring the knowledge, skills, and abilities that the teacher provides and not because they need those points to gain a passing grade.

Higher Education Institutions needs professors who have empathy with their colleagues and with their students, to be persuasive, consensus and supportive, in the proposed activities and goals.

A teacher who exercises an effective leadership style will feel confident in being innovative, creative and propose new ways to bring their students to academic success. This teacher will be able to make a foresight the problems that might arise and be able to resolve them with less pressure. This professor is the one that inspires students and generates an energy and enthusiasm that is transmitted to all those around him. This in turn will bring various benefits to the University, since the satisfied students with the education and service they are achieving will be the example for other students that will want to study this career, because they feel confident to recommend it. It is a social commitment of the Higher Education Institutes that their teachers develop their professional leadership.

“When you are committed to something bigger than yourself and you reach down inside you will find the strength to continue (joy in the labor of) [18].”

REFERENCES

[1] Z. Bozu y P. J. Canto Herrera, «El profesorado universitario en la sociedad del conocimiento: competencias profesionales docentes,» 2009. [En línea]. Available: [\[du/Vol2_2/arti_2_2_4.pdf\]\(http://webs.uvigo.es/refiedu/Vol2_2/arti_2_2_4.pdf\). \[Último acceso: 2 Marzo 2012\].](http://webs.uvigo.es/refiedu/Refie-</p>
</div>
<div data-bbox=)

[2] M. Lynch, «WHY MORE TEACHERS NEED A LEADERSHIP MINDSET,» *The Edvocate*, 13 October 2016. [En línea]. Available: <https://www.theedadvocate.org/teachers-need-leadership-mindset/>. [Último acceso: 22 Enero 2020].

[3] UNESCO, «DECLARACION MUNDIAL SOBRE LA EDUCACION SUPERIOR EN EL SIGLO XXI: VISIÓN Y ACCIÓN Y MARCO DE ACCIÓN PRIORITARIA PARA EL CAMBIO Y EL DESARROLLO DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR,» 9 Octubre 1998. [En línea]. Available: http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm. [Último acceso: 25 Febrero 2012].

[4] I. Alvarez Garcia, «Cambio de paradigmas en la formación profesional y desafíos para la educación superior,» *Libro Anual del ISEE*, p. 221 a 236, 2007.

[5] G. Varela-Petito, «Evaluating public higher education in Mexico,» *Public Higher Education Management and Policy OECD*, 2011.

[6] I. Álvarez García y C. Topete Barrera, «Búsqueda de la Calidad en la educación básica. Conceptos básicos, criterios de evaluación y estrategia de gestión,» *Revista Latinoamericana de estudios educativos*, p. 11 a 36, 2004.

[7] M. Aquino Febrillet, «CALIDAD EN LA EDUCACION SUPERIOR,» s.f.. [En línea]. Available: <http://www.bpm.uasd.edu.do/Members/maquino50/calidad-en-la-educacion-superior>. [Último acceso: 25 Febrero 2012].

[8] M. García, A. F. Kelly y H. Mulrooney, «What does 'quality' in higher education mean? Perceptions of staff, students,» March 2018. [En línea]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/323669298>. [Último acceso: 23 January 2020].

[9] P. Bermúdez y Á. Castro, «Evaluación de la Calidad de la Educación Superior y de la investigación (IV Foro),» Octubre 2007. [En línea]. Available: <http://www.ugr.es/~aepc/Vforo/LIBROIVFORO.pdf>. [Último acceso: 1 Marzo 2012].

[10] M. d. M. Martínez García, B. García Domingo y J. Quintanal Díaz, «El perfil del profesorado universitario de calidad desde la perspectiva del alumnado,» 2006. [En línea]. Available: <http://www.uned.es/educacionXX1/pdfs/09-09.pdf>. [Último acceso: 1 Marzo 2012].

[11] M. Tavárez Marzán, «PERFIL DEL DOCENTE LATINOAMERICANO: ¿MITO O REALIDAD?,» s.f. [En

línea]. Available: <http://saberes.wordpress.com/perfil-del-docente-latinoamericano%C2%BFmito-o-realidad/>. [Último acceso: 2 Marzo 2012].

[12] S. Gile, «The Most Important Leadership Competencies, According to Leaders Around the World,» 15 March 2016. [En línea]. Available: <https://hbr.org/2016/03/the-most-important-leadership-competencies-according-to-leaders-around-the-world>. [Último acceso: 23 January 2020].

[13] G. Bar, «Perfil y competencias del docente en el contexto institucional educativo,» Septiembre 1999. [En línea]. Available: <http://www.oei.es/de/gb.htm>. [Último acceso: 3 Marzo 2012].

[14] A. Bolívar, «LIDERAZGO, MEJORA Y CENTROS EDUCATIVOS,» El liderazgo en Educación. Universidad de Granada. Madrid UNED, p. 26 a 46, 1997.

[15] M. Popper, «The Development of Charismatic Leaders,» Political Psychology. Vol. 21. No. 4, 2000.

[16] M. Roll, «Leadership In The 21st Century,» Martin Roll. Business & Brand Leadership, November 2019. [En línea]. Available: <https://martinroll.com/resources/articles/leadership/leadership-in-the-21st-century/>. [Último acceso: 12 February 2020].

[17] B. Rodriguez Dieguez, Guía Práctica de aplicaciones del Liderazgo Situacional, Guatemala: Universidad Francisco Marroquin, 1995.

[18] W. Erhard, M. C. Jensen y K. Granger, Being A Leader and the Effective Exercise of Leadership: An Ontological Model, USA: Harvard Business School Negotiation, Organizations and Markets Research Papers, 2010.

[19] G. Villanueva Aguilar, J. De la Cruz Trejo, C. Urrutia Vargas y J. Sánchez Barrera, «Evaluación de la Competencia de Liderazgo Docente en el aula: orientada a la mejora de la enseñanza,» 2007. [En línea]. Available: http://dcb.fi-c.unam.mx/Eventos/Foro4/Memorias/Ponencia_07.pdf. [Último acceso: 3 Marzo 2012].

[20] UVM, «PLAN DE DESARROLLO INSTITUCIONAL UVM 2010-2015,» 4 Noviembre 2009. [En línea]. Available: http://www.roma.uvmnet.edu/downloads/PlanDesl10_15.pdf. [Último acceso: 3 Marzo 2012].

[21] J. Collins, Good to Great: Why Some Companies Make the Leap... and Others Don't, U.S.A.: Harper Business, 2001.

[22] P. Hersey y K. Blanchard, «Life cycle theory of leadership: Is there a best style of leadership?,» Training and Development Journal, pp. 26-34, 1969.

[23] Glion Institute of Higher Education, «Glion Institute of Higher Education,» s.f.. [En línea]. Available: http://es.glion.edu/es_gihe/es-es/a-cerca-de-glion/. [Último acceso: 10 Marzo 2012].

[24] UVM, «UVM Universidad del Valle de México. Glion,» s.f. [En línea]. Available: <http://www.uvmnet.edu/glion/>. [Último acceso: 10 Marzo 2012].

[25] A. Horn y J. Marfan, «Relación entre liderazgo educativo y desempeño escolar: Revisión de la investigación en Chile,» 2010. [En línea]. Available: <http://psicoperspectivas.cl/index.php/psicoperspectivas/article/viewFile/116/112>. [Último acceso: 17 Marzo 2012].

[26] L. Casas East y R. Mendoza Pérez, «El liderazgo,» 2019. [En línea]. Available: <https://classroom.google.com/c/NDEyODIzMzI0OTha/a/MjA3OTQ0NjgyNjRa/submissions/by-status/and-sort-last-name/done>.

[27] A. Hofmeyer, B. H. Sheingold y H. C. Klopper, «Leadership In Learning And Teaching In Higher Education: Perspectives Of Academics In Non-Formal Leadership Roles,» Contemporary Issues In Education Research , vol. 8, n^o 3, pp. 181-192, 2015.





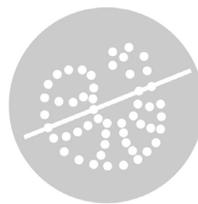
Multidisciplinario
e
ingenierías

Ingeniantes

Características organolépticas y estimación del tiempo de deshidratación del camarón (*Litopenaeus Vannamei*) mediante un modelo de regresión

RESUMEN: El presente artículo describe la investigación realizada a la estimación de tiempo de deshidratación del camarón (*Litopenaeus Vannamei*) y sus características organolépticas, en una deshidratadora de convección forzada manufacturada dentro del Instituto Tecnológico Superior de Alvarado, mediante la determinación de un modelo basado en tres temperaturas distintas; 60°C, 65°C y 75°C para obtener en el producto final una humedad aceptable del 18% y características sensoriales que aumentan su calidad por medio de una prueba sensorial descriptiva. Para tal efecto se determinaron curvas de secado del % de humedad, se realizó un análisis estadístico para determinar la distribución de frecuencia de los datos, se aplicó un modelo de regresión con análisis de varianzas, donde la prueba de hipótesis mostró una contribución significativa al modelo de regresión establecido; los resultados de los valores dentro de la muestra a 60°C mostraron mejores resultados en las características sensoriales mostrando un excelente color, olor normal característico del camarón, buen sabor y una textura relativamente flexible al tacto en comparación con las muestras de 65°C y 75°C, también mostró mayor coeficiente de determinación en un 99.8%, y menor error de estimación del 0.0006233 en el ajuste del % de humedad del tiempo de deshidratación.

PALABRAS CLAVE: Camarón, curvas de secado, deshidratado, regresión, tiempo de secado, pruebas organolépticas.



Colaboración

Gema del Carmen Jiménez Gómez; Leonardo Martínez Lara; Marcos Martínez Valenzuela, Instituto Tecnológico Superior de Alvarado

ABSTRACT: This article describes the investigation carried out to estimate the dehydration time of shrimp (*Litopenaeus Vannamei*) and its organoleptic characteristics, in a forced convection dehydrator manufactured within the Superior Technological Institute of Alvarado, by determining a model based on three temperatures. different; 60 °C, 65 °C and 75 °C to obtain an acceptable humidity of 18% in the final product and sensory characteristics that increase its quality by means of a descriptive sensory test. For this effect, drying curves of the humidity% were determined, a statistical analysis was performed to determine the frequency distribution of the data, a regression model with analysis of variances was applied, where the hypothesis test showed a significant contribution to the model. regression established; the results of the values within the sample at 60 °C showed better results in the sensory characteristics, showing excellent color, characteristic normal odor of the shrimp, good taste and a texture relatively flexible to the touch compared to the samples of 65 °C and 75 °C, also showed a higher determination coefficient of 99.8%, and a lower estimation error of 0.0006233 in adjusting the humidity% of the dehydration time.

KEYWORDS: Shrimp, drying curves, dehydrated, regression, drying time, organoleptic tests.

INTRODUCCIÓN

Los alimentos deshidratados se han utilizado desde tiempos pasados para consumo inmediato en temporadas de escasez de alimentos frescos. El agua es una molécula que está presente en los alimentos que consumimos, algunos son muy pobres en agua y por lo tanto su conservación es muy prolongada en el tiempo, por ejemplo, los granos de cereales o las legumbres secas, los granos de café, etc.; en otros alimentos ricos en

agua, el hombre provoca la pérdida del agua hasta conseguir alargar los periodos de vida útil de los mismos, por medio de diferentes técnicas: por deshidratación o desecación, por la adición de solutos a los alimentos como sales o azúcares, por congelación (el agua pasa a estado sólido), por vacío o por una combinación de ellos, como la liofilización [1].

Los alimentos que suelen deshidratarse son las frutas, las hortalizas, la carne, el pescado, la leche y los huevos, pero teniendo siempre en cuenta sus parámetros iniciales de calidad, ya que éstos van a ser determinantes para la calidad del producto de secado o en su posterior proceso de rehidratación [1].

Un alimento muy rico en nutrientes es el camarón, contemplado dentro de la categoría de mariscos y en México se registra un intenso dinamismo en términos de productividad sustentable en referencia al sector pesquero y acuícola, lo que ha propiciado la obtención de un millón 700 mil toneladas anuales, con un consumo per cápita de pescados y mariscos en 12.01 kilogramos al cierre del año 2015 [2].

En la zona de Alvarado, Veracruz; se realizan diversas actividades económicas como son turismo, agricultura, ganadería y por su puesto la pesca, siendo esta la principal fuente económica del municipio. Dentro de este sector existen grandes, medianos y pequeños productores y comerciantes de pescados y mariscos, los cuales destinan el producto a las envasadoras locales para que posteriormente estas coloquen el producto a los compradores mayoristas, minoristas, y/o hasta consumidores finales. Actualmente se registran 103 cooperativas en el municipio de Alvarado por CONAPESCA. También el registro de 26 embarcaciones mayores con puerto base en el municipio.

Con datos proporcionados por Capitanía del Puerto de Alvarado, se cuenta con un registro de 1800 embarcaciones menores. Y actualmente se encuentran expedidas 2000 licencias de navegación para el personal del mar (pescadores).

Anteriormente en la zona de Alvarado se comercializaba el camarón seco el cual ha dejado de encontrarse en el mercado por ser el proceso de secado de manera natural y duradero, el cual representa el riesgo de presentarse contaminantes ambientales, animales rastro, o existir variación del clima que hacen imposible en control eficaz del proceso de secado.

Existen diferentes formas de acelerar la deshidratación del camarón y evitar su contaminación por ejemplo: deshidratación solar, con aire caliente forzado, osmótica, por microondas, por liofilización, siendo en este caso el que se utiliza la deshidratación por aire caliente forzado ya que seca el alimento de forma homogénea gracias a la circulación continua del aire caliente hori-

zontal controlado por medio de un termostato y se obtiene un producto inocuo. [3]

El trabajo de investigación fue desarrollado en una deshidratadora de convección forzada fabricada en las instalaciones del ITSAV (Instituto Tecnológico Superior de Alvarado) la cual cuenta con las características adecuadas según normas de inocuidad, se realizaron las pruebas necesarias en el deshidratado de camarón y un análisis organoléptico, con el objetivo de obtener un camarón seco-salado apto para el consumo humano, con sabor, olor y textura característico, de igual forma, se plantea determinar el tiempo óptimo de deshidratado del producto y parámetros de control de temperatura adecuado. Ayudando de esta forma al aumento de la calidad del producto.

Los cárnicos y mariscos empiezan su deshidratación a partir de los 60 °C [5], por ello, se consideró en el estudio tres temperaturas distintas: 60°C, 65°C y 75°C las cuales ayudarían a la determinación del tiempo de deshidratación, se utilizaron herramientas estadísticas como el modelo de regresión lineal, para observar el comportamiento de las variables de temperatura, tiempo de secado y % de pérdida de humedad y probar si contribuyen significativamente al modelo en que la regresión describe los datos para cada una de las temperaturas sometidas. Para el análisis organoléptico se realizaron pruebas sensoriales, como lo son las descriptivas que intentan inferir las propiedades de un alimento y medirlas de la manera más objetiva posible [4].

MATERIAL Y MÉTODOS

La ejecución de este proyecto fue desarrollado en el laboratorio de automatización y control del ITSAV en un equipo de deshidratación de flujo de aire caliente, dicho equipo está elaborado con material de acero inoxidable grado alimenticio 304 adecuado para la conservación de la inocuidad; cuenta con 12 rejillas de 400 mm. de ancho por 390 mm de largo soportadas con ángulos en los extremos de 380 mm de longitud, con una separación entre ángulos de 40 mm, la parte inferior considera un espacio de 70 mm la cual soporta una resistencia de 1500 Watts que es controlada por un controlador proporcional, integral y derivativo (PID) y un termostato, tiene una vista frontal de cristal templado la cual es soportado por un marco de acero inoxidable. Antes de realizar las pruebas de deshidratación, se somete al camarón crudo a un proceso de cocción a una temperatura de 95 °C por un tiempo de 10 minutos, para posteriormente salarlo y escurrir el exceso de agua. Para efectos del presente estudio se tomaron pruebas de deshidratación y pruebas organolépticas, basadas en la experiencia de los comercializadores de camarón, con las características esenciales: color, olor, sabor y textura; dichas características están consideradas en la norma NMX-F-522-SCFI-2009 "Productos de la pesca. camarón seco-salado" la cual define que el camarón que sea sometido a ser seco-salado, debe

tener un porcentaje de humedad del 18%. Valor que por lo regular los productores de camarón seco-salado no llegan a cumplir.

En el desarrollo de las pruebas de deshidratación se sometieron 2,831 gramos de camarón (*Litopenaeus Vannamei*) distribuidas en tres pruebas a condiciones de temperatura de deshidratación de 60 °C, 65 °C y 75 °C respectivamente, con un espacio de 6 horas de deshidratación por cada prueba realizada.

Proceso de deshidratación

El proceso de deshidratación del camarón se desarrolló de la siguiente forma:

1. Pesado del camarón crudo.
2. Cocción del camarón a 95 °C de temperatura constante por un periodo de 10 minutos, previamente tratando el camarón con sal seca de calidad alimentaria.
3. Escurrido del exceso de agua por 10 minutos.
4. Pesado del camarón cocido.
5. Acomodo de los camarones en las charolas correspondientes de la máquina deshidratadora.
6. Ingreso de las charolas al interior de la deshidratadora.
7. Inicio del proceso de deshidratación a la temperatura correspondiente.
8. Obtención de la temperatura en °C del interior de la deshidratadora; cada 5 minutos durante un periodo aproximado de 6 horas y el pesado por charola cada 30 minutos.
9. Extracción de muestras de los camarones deshidratados.
10. Pesado de muestras de masa seca.

Pruebas sensoriales

Después de la deshidratación de las muestras de camarón, se realizaron las pruebas sensoriales, donde se trabajó con cocineros auténticos de la zona de Alvarado, conocedores de la comida típica Alvaradeña que identifican la calidad del camarón seco-salado. Se utilizaron pruebas descriptivas las cuales tratan de definir las propiedades del alimento y medirlas de la manera más objetiva posible. El propósito de realizar las pruebas sensoriales fue conocer si existe alguna variación del color, olor, sabor y textura del camarón deshidratado con las diferentes temperaturas a las que fue sometido.

En la prueba sensorial descriptiva se evaluó cada una de las muestras obtenidas con las tres temperaturas para poder definir cada característica sensorial. La tabla 1 muestra la asignación de puntos para cada característica organoléptica analizada. Se asignó un puntaje a cada criterio otorgando el menor valor al que no cumplía con la característica y asignando más valor para identificar al criterio que cumple con todos los requisitos para ser aceptado, y obtener un puntaje máximo de 20. Posteriormente se realizó una evaluación sobre la característica de calidad del producto en respuesta al conocimiento de los expertos.

Tabla 1. Escala de valoración

Característica organoléptica	Puntos
Color	5
Olor	5
Sabor	5
Textura	5
Total	20

Metodología

En la Figura 1 se muestra la metodología empleada para llegar al objetivo de obtener un camarón seco-salado apto para el consumo humano, con su sabor, olor y textura característico, determinando el tiempo óptimo de deshidratado del producto para obtener un proceso controlado, cumpliendo con las características de calidad de la NMX-F-522-SCFI-2009. Se determinaron las curvas de secado donde se mide el cambio de masa y temperatura con el tiempo a base de muestreo [4] de cada una de las temperaturas sometidas al estudio, se realizaron las pruebas sensoriales con la obtención de las muestras del camarón que se obtuvieron en las tres temperaturas y saber con ello qué papel jugó cada temperatura en sus características del camarón de acuerdo al color, olor, sabor y textura, donde se realizó una escala de intensidad para medir la calidad de cada resultado de acuerdo a las temperaturas sometidas. Se desarrollo un análisis estadístico donde se determinó la distribución de la frecuencia a la cual se ajusten los datos, se hizo la aplicación de la ecuación de regresión, obtención del coeficiente de determinación, para poder ser analizado y observar que tan bien se describen las ecuaciones de regresión de los datos mostrados en las distintas temperaturas de 60 °C, 65 °C y 75 °C, y probar si contribuyen significativamente a la forma de regresión establecida, así como la determinación del modelo que ajuste la variable de respuesta de pérdida de humedad al 18% como lo establece la norma NMX-F-522-SCFI-2009”.

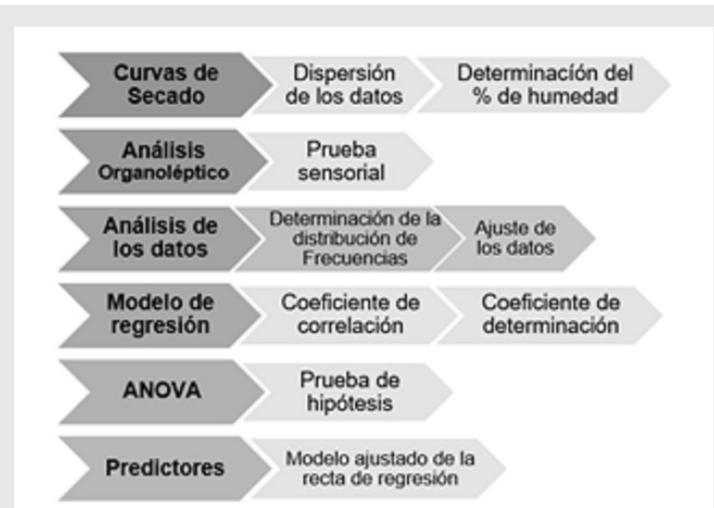


Figura 1. Metodología empleada. (Propia del autor)

RESULTADOS

Curvas de secado

Para la obtención de las curvas de secado Figura 2 primero se obtuvieron los datos de masa húmeda cocida mediante los cálculos establecidos en la NMX-F-083-1986 "Determinación de humedad en productos alimenticios", partiendo como base en un 74.38% de humedad contenida en el camarón crudo según resultados del estudio de la humedad [5], pesando las muestras de masa húmeda de cada charola previamente tarada, repitiendo cada 30 minutos para obtener los pesos que reflejen la variable en Y (% de pérdida de humedad) con respecto a X (tiempo de deshidratado).

Para determinar el porcentaje de humedad se aplicó la Ec. 1.

$$\% \text{ en Humedad} = (P-P1)/P2 \times 100 \quad \text{Ec. (1)}$$

En donde:

P= Peso del recipiente con la muestra húmeda, en gramos.

P1= Peso del recipiente con la muestra seca.

P2= Peso de la muestra en gramos.

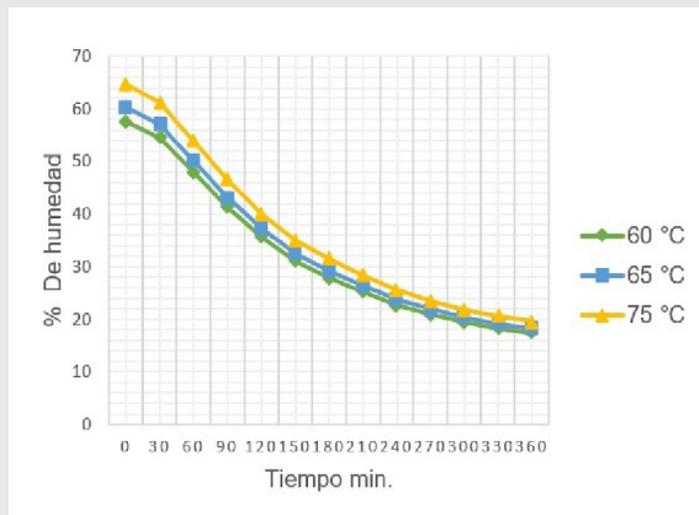


Figura 2. Curvas de secado. (Propia del autor en software Minitab 19)

Análisis Sensorial

Los resultados obtenidos de las pruebas organolépticas se muestran en la figura 3, donde se observa que a 60°C las características de color se obtuvo un criterio de excelente, en olor se obtuvo normal característico, en sabor fue muy bueno y la textura fue relativamente flexible. Para 65 °C en la categoría de color se obtuvo el criterio de brillante, en olor fue de normal característico, en sabor obtuvo el criterio de muy bueno, en textura se obtuvo el criterio de poco flexible. Para 75°C en la característica de color se obtuvo el criterio de claro, en olor fue de ligeramente perceptible, en sabor se obtuvo el criterio de bueno, y en textura fue de quebradizo.

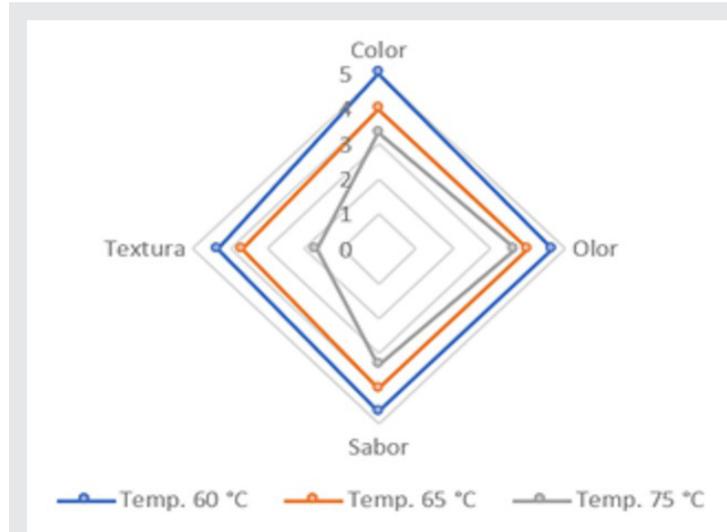


Figura 3. Resultado de la prueba organoléptica

De acuerdo a estos resultados, se determina que el deshidratado del camarón a 60°C obtiene un mejor puntaje sobre las características sensoriales con un producto con color excelente, un olor normal característico del camarón, tiene un sabor muy bueno y una textura relativamente flexible sienda esta la característica que marca la norma el cual debe ser el producto flexible al tacto. En la tabla 2 se muestra de manera general la calidad del producto con una evaluación de muy bueno para los parametros de 60°C.

Tabla 2. Calidad del producto

Calidad del producto		
Temperatura	Valor	Evaluación
60 °C	18.66	Muy Bueno
65 °C	15.66	Bueno
75 °C	12	Bueno

Determinación de la distribución de frecuencias

Conociendo la dispersión los datos de las temperaturas se procede a determinar cómo se encuentran distribuidos los valores para los resultados de la variable de pérdida de % de humedad en cada una de las temperaturas puestas a prueba, encontrándose que no siguen una distribución normal según la prueba de Anderson-Darling la cual compara la función de distribución acumulada empírica de los datos de la muestra con la distribución esperada si los datos fueran normales [6]. Para lo cual se llevó un análisis de distintas distribuciones de frecuencia y se observó que se ajustaba a una transformación de Box-Cox que estima un valor de Lambda, que minimiza la desviación estándar de una variable transformada estandarizada [7] para determinar así una distribución normal dada por la Ec. 2 y Ec. 3:

$$W_t = Y_t^\lambda, \quad \text{Si } \lambda \neq 0 \quad \text{Ec. (2)}$$

$$W_t = Ln(Y_t), \quad \text{Si } \lambda = 0 \quad \text{Ec. (3)}$$

donde Y_i es un valor de los datos originales y λ es el parámetro de la transformación. Los valores empleados en las transformaciones se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Transformación de λ .

λ	Transformación
2	$W_i = Y_i^2$
0.5	$W_i = \sqrt{Y_i}$
0	$W_i = \ln(Y_i)$
-0.5	$W_i = \frac{1}{\sqrt{Y_i}}$
-1	$W_i = \frac{1}{Y_i}$

Se realiza la transformación de Box-Cox del valor $\lambda -1$ para las variables de temperatura de 60 °C y 65 °C y $\lambda - 0.5$ para las variables de 75 °C. Según lo muestra la Tabla 4.

Tabla 4. Resultados de la transformación de λ

λ Empleando 95% de confianza				
Temperatura	Estimar	Lc Inferior	Lc superior	Valor redondo
60 °C	-0.86	-2.68	0.71	-1.00
65 °C	-1.02	-2.79	0.52	-1.00
75 °C	-0.58	-2.08	0.95	-0.50

Para determinar si los datos siguen una distribución normal, se compara el valor p con el nivel de significancia de 0.05 para las muestras de 60 °C, 65 °C y 75 °C obteniendo valores $p=0.810$ Figura 4, $p=0.675$ Figura 5 y $p=0.686$ Figura 6, respectivamente para cada temperatura, de esta forma se logra realizar los ajustes para adecuar los datos a una distribución normal.

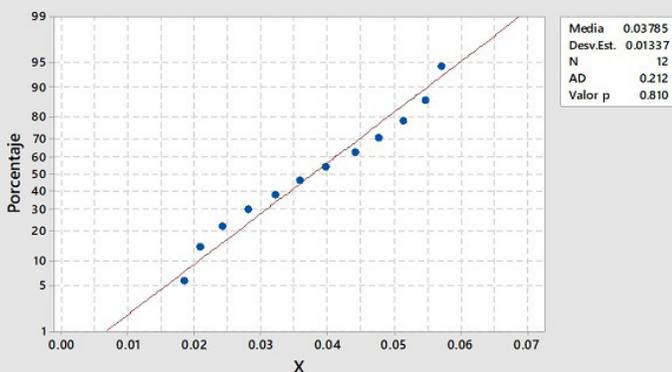


Figura 4. Distribución normal para 60 °C.

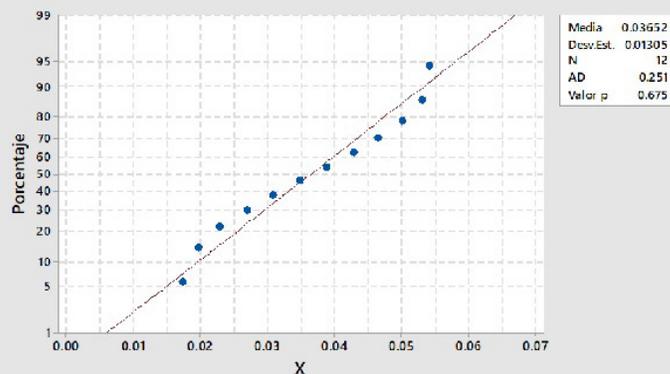


Figura 5. Distribución normal para 65 °C.

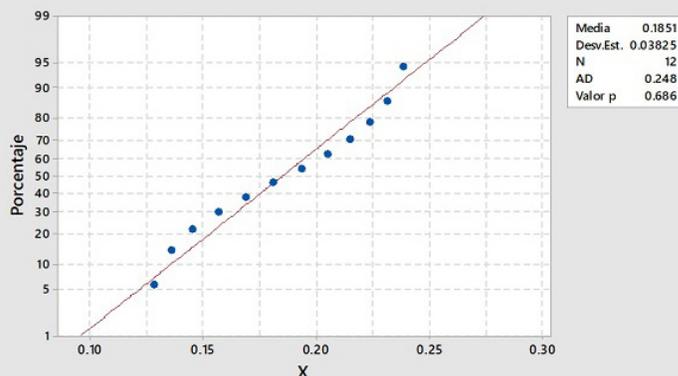


Figura 6. Distribución normal para 75 °C.

Modelo de regresión

Con los valores de cada una de las pruebas y los datos de la pérdida de % de humedad afectada a cada una de las temperaturas sometidas al proceso de deshidratación de 60 °C, 65 °C y 75 °C, en la Tabla 5 se establecen los modelos de regresión $Y = a + bx$, en conjunto con su coeficiente de determinación que medirá la proporción de la variabilidad en los datos (Y) explicada por el modelo de regresión mostrado en porcentaje, con valores de 0 al 100%, y determinación del menor valor del error de estimación que indica la magnitud del error de estimación de los modelos [8].

Tabla 5. Modelos de regresión.

Temperatura °C	Modelo de regresión	Coficiente de determinación R^2	Error estándar de estimación
60	$Y = 0.01377 + 0.000123 X$	99.80 %	0.0006233
65	$Y = 0.013049 + 0.000120 X$	99.47 %	0.0009960
75	$Y = 0.11636 + 0.000353 X$	99.48 %	0.0029041

Se observa que el modelo que presenta una mejor coeficiente de determinación y menor error estándar de la estimación es con la temperatura de 60 °C, es por ello que se consideró este modelo para el seguimiento del estudio.

Análisis de varianzas (ANOVA)

El análisis de varianzas permite probar la significancia de las diferencias entre más de dos medias muestrales

[9], y en la Tabla 6 se muestran los resultados del ANOVA para los datos representados por la temperatura de 60 °C.

Tabla 6. ANOVA.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	1	0.001962	0.001962	5049.28	0.000
x	1	0.001962	0.001962	5049.28	0.000
Error	10	0.000004	0.000000		
Total	11	0.001966			

Se prueba la hipótesis de la pendiente que determina el % de humedad de pérdida del camarón con respecto al tiempo de deshidratado de 60°C, quedando de la siguiente manera:

$$H_0: b = 0$$

$$H_1: b \neq 0$$

El valor de relación X y Y es de $p = 0.001$ lo cual indica que es menor al 5% de significación y con las evidencias mostradas se rechaza la hipótesis nula $H_0: b = 0$ y se acepta la hipótesis alterna $H_1: b \neq 0$, con lo que se puede concluir que la relación del tiempo de deshidratado si influye de manera significativa en la pérdida de % de humedad de los camarones en la muestra de 60 °C.

Estimación

El modelo ajustado de la recta de regresión es $Y = 0.01377 + 0.000123 X$ y puede interpretarse como predicción del valor que tomará Y cuando $X = W_i$. Para un valor del 18% de humedad, se obtiene con la Ec. 4 ver Tabla 3:

$$si: W_i = 1/Y_i \quad Ec. (4)$$

Entonces sustituyendo en la Ec.

$$W_i = 1/18$$

$$\% \text{ de humedad} = 0.055555$$

Despejando en el modelo ajustado y sustituyendo se obtiene: $0.055555 = 0.013772 + 0.000123 (x)$.

$X = 339.7$ minutos para deshidratar.

Para obtener 18% de humedad en los camarones se estima en un tiempo de 339.7 minutos de deshidratación a una temperatura de 60°C.

CONCLUSIONES

Para la obtención de un camarón seco-salado apto para el consumo humano, con sabor, olor y textura característica, y para aumentar la calidad del producto, por medio de las pruebas que se realizaron en el equipo deshidratador, se estableció el modelo de regresión $Y = 0.01377 + 0.000123X$ para los valores descritos en la temperatura de 60°C, obteniendo un coeficiente de determinación del 99.8%, con un error de estimación estándar de 0.0006233, tomando el modelo para predecir la variable de respuesta, dando como resultado el

tiempo ideal (X) de deshidratado del camarón de 339.7 minutos a una temperatura de 60 °C. Obteniendo también que en la prueba organoléptica que el camarón deshidratado a 60°C tiene en general una calidad de muy bueno en comparación con las demás temperaturas, logrando obtener un producto terminado con un color excelente, olor normal característico, sabor muy bueno, con textura relativamente flexible, y 18% de humedad en cumplimiento con lo sugerido dentro de la norma NMX-F-522-SCFI-2009.

BIBLIOGRAFÍA

[1] F. Martín, «Los distintos métodos de conservación de los alimentos,» *Restauración Colectiva*, p. 2, 2017.

[2] «<https://www.gob.mx/conapesca>,» CONAPESCA, 12 12 2019. [En línea]. Available: <https://www.gob.mx/conapesca/prensa/consumo-per-capita-anual-de-pescados-y-mariscos-llega-a-12-kg-conapesca>. [Último acceso: 14 11 2019].

[3] «El desidratador.com,» 2019. [En línea]. Available: <https://eldeshidratador.com/cocina/>.

[4] M. Keogh y K. Tilman, «El arte de deshidratar,» Gaia ediciones, Francia, 2015.

[5] N. L. Huamán Castillas, «Tipos de pruebas usadas en la evaluación sensorial,» Lima, 2010.

[6] R. E. Trybal, *Operaciones de transferencia de masa*, Hill, 1981.

[7] M. Echarte, A. Conchillo, D. Ansorena y I. Astiasa, «Nutrición Hospitalaria,» 2019, 2019. [En línea]. Available: <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v20n4/09AlimentosFuncionales.pdf>. [Último acceso: 13 12 2019].

[8] S. d. M. 18, «Copyright Minitab Inc. All rights Reserved,» 2019. [En línea]. Available: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/normality/test-for-normality/>. [Último acceso: 14 12 2019].

[9] S. d. M. 18, «Copyright 2019 Minitab Inc. All rights Reserved,» 2019. [En línea]. Available: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/quality-tools/how-to/individual-distribution-identification/methods-and-formulas/transformations/>. [Último acceso: 15 12 2019].

[10] H. Gutiérrez Pulido, *Análisis y diseño de Experimentos*, México: Mc Graw Hill, 2012.

[11] R. I. Levin y D. S. Rubin, *Estadística para administración y economía*, México: Pearson, 2004.





Multidisciplinario
e
ingenierías

Ingeniantes

Desarrollo de perfil y cultura de emprendimiento para la integración de un clúster de turismo alternativo para el desarrollo de la región sureste del Municipio de La Paz

RESUMEN: En Baja California Sur existen áreas que pueden ser beneficiadas para promover el turismo alternativo, hay atractivos que son distintivos y propios para desarrollar esta actividad. El Triunfo se encuentra en la Región Sureste del Municipio de La Paz, cuyos habitantes están interesados en aprovechar los recursos de la zona para su propio desarrollo, en la zona no hay fuentes de empleos, se presenta migración. Una estrategia de mercado como el clúster de turismo alternativo facilita esta posibilidad. Se observa que los habitantes no tienen experiencia como emprendedores, es necesario proponer acciones para propiciar la formación del perfil de emprendimiento. Para alcanzar el objetivo se aplicó una encuesta basada en el modelo de escala Likert la que infiere aspectos como: aptitudes (saber), actitudes (querer) y recursos (poder), con 14 ítems. La evaluación de la confiabilidad se evaluó mediante coeficiente alfa Cronbach cuyo valor fue .906 basada en elementos estandarizados, se infiere instrumento válido y fiable para medir el perfil de emprendimiento de los habitantes del Triunfo, es encontraron oportunidades para proponer como son: Gestión, capacitación, diseño de unidades de negocios y administrativa por medio de Coaching además del diseño del plan de intervención para fortalecer el perfil de emprendimiento.

PALABRAS CLAVE: Clúster, turismo alternativo, Desarrollo regional, perfil de emprendimiento.



Colaboración

Raquel Valdez Guerrero; Isela Margarita Robles Arias; Graciela Guadalupe Ríos Calderón, Instituto Tecnológico de La Paz

ABSTRACT: In Baja California Sur there are areas that can be benefited to promote alternative tourism, there are attractions that are distinctive and unique to develop this activity. El Triunfo is located in the Southeast Region of the Municipality of La Paz, whose inhabitants are interested in taking advantage of the resources of the area for their own development, in the area there are no sources of employment, migration occurs. A market strategy such as the alternative tourism cluster facilitates this possibility. It is observed that the inhabitants do not have experience as entrepreneurs, it is necessary to propose actions to promote the formation of the entrepreneurship profile. To achieve the objective, a survey based on the Likert scale model was applied, which inferred aspects such as: aptitudes (knowing), attitudes (wanting) and resources (power), with 14 items. The evaluation of reliability was evaluated using the Cronbach alpha coefficient whose value was .906 based on standardized elements. A valid and reliable instrument is inferred to measure the entrepreneurial profile of the inhabitants of El Triunfo, and they found opportunities to propose such as: Management, training, design of business and administrative units through Coaching as well as the design of the intervention plan to strengthen the entrepreneurial profile.

KEYWORDS: Cluster, alternative tourism, regional development, entrepreneurship profile.

INTRODUCCIÓN

Baja California Sur, posee dos polos turísticos de dimensión mundial, y su especialidad es la oferta de servicios turísticos, a partir de esta actividad principal, se desprenden otros servicios complementarios en donde existen empresas especializadas para otorgar estos servicios como son: pesca deportiva, agencias de viajes, bienes y raíces, visitas guiadas, buceo, snorkel, paseos en yate, etc. Considerando un análisis empírico, estas empresas trabajan de acuerdo a normativas locales o de cadenas, de donde proviene esta investigación, cuyo fin es el desarrollo de perfil y cultura de emprendimiento para la integración de un clúster de turismo alternativo para el desarrollo de la Región Sureste del Municipio de La Paz.

En esta región se puede observar que la actividad minera desarrollada con anterioridad en la localidad, dejó como legado un extenso tesoro: monumentos históricos, legados de música con instrumentos originales, construcciones con estilos únicos, panteones con arquitectura e historia de ingleses, chinos y mexicanos.

Sin embargo, estas poblaciones carecen de actividades productivas que permitan mantener una dinámica económica de sostenimiento, la población joven abandona la región de origen, busca mejores condiciones económicas en poblaciones más urbanizadas, primero por motivos de estudios y luego por posiciones laborales, por lo que las tradiciones están en franco declive.[6].

Un gran reto representa contar con acciones que permitan detonar el desarrollo de esta región, tomando en consideración el factor relevante de la participación de los habitantes en la creación de autoempleo aprovechando las características de los elementos que existen en el contexto, por lo que es importante reforzar éste aspecto con información relevante a la participación activa de los pobladores, y acciones entorno al desarrollo de la formación de competencias, el perfil empresarial y la cultura de emprendimiento, con la intención de potenciar los esfuerzos.

En su obra Moya [7] resalta una serie de atributos que requieren los emprendedores en su quehacer de "hacer que las cosas sucedan", así mismo González Salazar [10] menciona algunos elementos necesarios para ser emprendedor, como son características y cualidades que deben tener los emprendedores, y destaca que pueden ser aprendidos y así desarrollar las competencias necesarias para ser exitoso al emprender negocios.

El Clúster como estrategia de negocio

Toda empresa que compita en una industria debe contar con una estrategia competitiva, ya sea explícita o implícita dentro de las actividades especificadas en cada uno de sus departamentos funcionales como or-

ganización, el conocimiento las dimensiones esenciales de la industria son una guía específica para la formulación de estrategias en ese ambiente. [9] En la nueva economía las empresas y los mercados son los que dominan la dinámica del cambio. Las principales características que rigen a todas las actividades económicas son los cambios estructurales y la transformación de la organización y la operación del capitalismo con la globalización, la interdependencia y la incertidumbre por los cambios, la nueva economía está determinada por tres impulsores fundamentales:

1- La transición de la era industrial a la nueva era del conocimiento.

2.- El cambio continuo, rápido y simultáneo.

3.- La globalización de los mercados. En la producción, vía la fábrica mundial; en las finanzas internacionales, vía dinero electrónico; en el comercio, vía los acuerdos de liberalización comercial e integración regional; y en las comunicaciones, vía la globalización de los flujos de información y del conocimiento.

Según Villarreal los impulsores de la nueva economía tienen como soporte la revolución tecnológica en la información, las telecomunicaciones y la manufactura asistida por computadora, la marcha acelerada de la tercera revolución tecnológica (con grandes transformaciones en informática, la microelectrónica, los nuevos materiales, la biotecnología, la nanotecnología y las telecomunicaciones), promueve y posibilita los procesos de globalización de las industrias, del comercio, los servicios y las finanzas, componentes característicos del capitalismo global [12].

Ante estos retos la micro empresa tiene por ende que incursionar en nuevas estrategias que le permitan ser competitivo en estos nuevos foros, no existe otra opción que salir a competir al mercado local e internacional con los recursos necesarios y suficientes para entrar en el nuevo juego de la hipercompetencia global. Este nuevo juego se demandan empresas, sectores, regiones y países competitivos y sustentables, dando lugar al nuevo enfoque de competitividad sistémica.

De acuerdo con el Modelo de Competitividad Sistémica de Villarreal [12], existe una interacción dinámica entre varios sistemas que afecta el desempeño competitivo de las empresas:

a) El sistema definido por el grado de apertura económica y exposición a la globalización.

b) El sistema macroeconómico que define el ritmo de crecimiento y las condiciones de financiamiento e inversión; el sistema sectorial-industrial que define la densidad y solidez del tejido productivo de un país, estado o región.

d) El sistema institucional, definido por las reglas bajo las cuales funcionan los mercados y opera la economía en su conjunto, lo mismo que el Estado.

e) El sistema micro - empresarial, que es el núcleo base de la competitividad.

El funcionamiento de cualquiera de estos sistemas afecta a los demás de manera directa. De ahí que es imposible un entendimiento correcto de la competitividad o del crecimiento competitivo sin darse cuenta que existe interacción dinámica entre estos sistemas. Villareal define seis niveles dentro del sistema y formando parte de estos niveles define en ellos, diez capitales, sostenidos por sus respectivos pilares de la competitividad sistémica: microeconómico, meso económico, macroeconómico, internacional, institucional y político - Social [12].

En el nivel meso económico se ubica la competitividad consistente en:

- Empresas: articulando la micro, pequeña y mediana empresa con la grande.
- Sectores: formando conglomerados industriales y productivos (clúster).
- Regiones: formando polos de desarrollo regional.

Esto implica: Competitividad organizacional, competitividad logística, capital intelectual y sistema regional de innovación.

La competitividad sustentada en el Capital Organizacional, ésta se rige por la lógica de la articulación productiva entre empresas, entre sectores productivos e industrias (clúster) y finalmente entre regiones y países. Esta articulación cuando es eficiente, genera las economías de la aglomeración. La articulación productiva se da a su vez en tres subniveles, en los que incorporan esfuerzos específicos de organización empresarial y de promoción gubernamental, que son: Cadenas empresariales, conglomerados productivos o clúster y polos regionales.

El capital logístico se refiere al desarrollo de la infraestructura física, transporte y tecnológica que facilite la reducir los costos de transacción entre las empresas, e incorpora además la infraestructura para el desarrollo de capital humano y para la innovación y absorción tecnológica básica como los es: carreteras, puertos industriales, vías fluviales, aeropuertos, infraestructura energética y telecomunicaciones que sean además eficientes y competitivos internacionalmente.

El capital intelectual implica la innovación y construye una ventaja competitiva sustentable apoyada en el uso efectivo de las últimas tecnologías. La capacidad de mantener una ventaja competitiva en la investigación y el desarrollo tecnológico se explica por la creación y desarrollo de un entorno institucional óptimo, que incluye elementos como:

- Altas tasas de inversión en Investigación y Desarrollo.
- La capacidad de atraer al mejor talento de cualquier parte del mundo.
- La capacidad de innovar constantemente a lo largo de la cadena de valor en los procesos productivos.
- La capacidad de formar alianzas estratégicas entre instituciones públicas y las empresas.

En el nuevo enfoque de clúster se visualiza al individuo o la empresa, en la búsqueda su propio beneficio, pero también la del grupo como un sistema, optimiza la competitividad de su empresa y genera economías de aglomeración, que logra mediante:

- Alianzas estratégicas con: competidores, clientes y proveedores.
- Articulación entre empresas; cámaras empresariales.
- Cadena de confianza entre: sectores, empresas, trabajadores y gobierno.

En el mundo de hoy la ventaja competitiva básica reside en la capacidad de lograr mejoras en costo, calidad y servicio integral al cliente, mantener esta perspectiva es condición básica para sobrevivir.

La perspectiva regional surge como una mejor forma de representar las realidades económicas actuales. En la base de este enfoque se encuentra lo que se denomina análisis de clúster o encadenamientos productivos.

Las concentraciones de empresas que obtienen ventaja económica derivada de sus interacciones pueden relacionarse de dos maneras: entre "iguales" a través de la cooperación y la competencia, o jugando el rol de proveedores o clientes en la cadena de valor.

La forma de obtener ventaja es por medio del desarrollo y fortalecimiento de empresas competitivas sustentables tipo IFA: Inteligentes en organización, Flexibles en la producción y Ágiles en la comercialización. [12]

Para el caso de la puesta en marcha de conglomerados de micro empresas en micro regiones que posean atractivos distintivos, es relevante determinar competencias de perfil y cultura de emprendimiento para que la formación y desarrollo de capacidades y competencias contribuya, a que, desde su nacimiento, el conglomerado desarrolle competitividad.

La prestación de servicios de turismo alterativo.

El turismo alternativo es un concepto que agrupa actividades turístico-recreativas y que las personas realizan durante sus viajes y estancias, las cuales, a pesar de la diversa temática, convergen en que el atractivo focal en torno al cual giran es la naturaleza.

Este tipo de turismo surge como una contraposición al turismo convencional, pues busca que los viajes se lleven a cabo en localidades con un gran capital ambiental, en espacios y lugares desconocidos, que estimulen el desarrollo y la superación personal. Por otra parte, los practicantes de este tipo de turismo están dispuestos a pagar grandes sumas de dinero para conocer atractivos únicos de carácter natural o cultural.

Así pues, el Turismo Alternativo es más que una moda o un simple término para atraer visitantes, es el nombre

que se le da a un segmento de mercado bien definido y de gran relevancia en la sociedad contemporánea. La Secretaría de Turismo define al Turismo Alternativo, también llamado Turismo de Naturaleza, como “los viajes que tienen como fin realizar actividades recreativas en contacto directo con la naturaleza y las expresiones culturales que le envuelven con una actitud y compromiso de conocer, respetar, disfrutar y participar en la conservación de los recursos naturales y culturales”. Dentro del turismo alternativo se encuentran distintas modalidades, relacionadas entre sí por usar el capital ambiental como eje de las actividades tales como: Ecoturismo o Turismo Ecológico, Turismo Rural y Turismo de Aventura. [1]

Inventario de Atractivos Turísticos.

SECTUR lo define como “Es el catálogo ordenado de los lugares, objetos o acontecimientos de interés turístico de un área determinada. Su elaboración implica dos pasos: a) registro de información y, b) evaluación de los atractivos turísticos”. [1]

En base a esto, Casal [2] sugiere dos tipos de inventario: el inventario de ordenamientos para el primer punto, que se divide a su vez en dos grandes grupos: necesidades y recursos; y el inventario de atractivos para el segundo punto, que se divide también en dos grupos: reales y potenciales, dado que en las comunidades rurales se tiene mucho que ofrecer a todos aquellos que estén dispuestos a afrentarse a un mundo diferente del que conocen, dejando de lado la exuberancia de la ciudad y adentrándose a un mundo donde el hombre depende directamente del medio natural que lo rodea.

Lo que más llama la atención al turista que visita las comunidades rurales son: las costumbres, el folklore, los bailes, vestimenta, leyendas, la gastronomía, flora y fauna y demás elementos distintivos de la región [5].

MATERIAL Y MÉTODOS

Esta investigación es: campo, descriptiva, cualitativa. Para recopilación de la información: en un primer momento se realizó una entrevista cara a cara, con un grupo de 30 personas habitantes del lugar, con el apoyo del subdelegado del poblado El Triunfo quien convocó a la reunión. Se presentó el proyecto y los asistentes determinaron su interés en la participación en la integración del clúster, se establecieron los compromisos con los interesados a fin de recopilar la información y determinar que atractivos turísticos se tienen la zona, así como productos y servicios que son factibles de ofrecer, como son la fabricación artesanías y gastronomía, además del conocimiento sobre tradiciones de legados históricos y atractivos de la zona como son flora y fauna.

En la reunión se aplicó una plantilla de 5 preguntas básicas (ver tabla 1) a las personas que acudieron al llamado e interesadas en obtener información al respecto, se

tomó esta población por la demostración e interés por la asistencia al evento, teniendo:

Tabla 1. Productos que se ofrecen en la región/ manifiesto de interés de participar por los habitantes del Triunfo

Pregunta	Número de personas: Si	Número de personas: No
¿Cuál es el platillo típico de la localidad, sabe la receta para la preparación de este platillo?	20 (La Machaca Regional)	10
¿Elabora productos artesanales típicos de esta región?	1 (Cestos de palma y marcos de madera Choya)	29
¿Existen fuentes de autoempleo para sus descendientes en esta localidad?	5 (Temporal)	25
¿Está interesado en iniciar un proyecto de negocio para prestar servicios o vender productos a los visitantes y turistas que acuden a este lugar?	30 (Si, pero no sabe cómo hacerlo)	
¿Le interesa recibir capacitación o asesoría para formación de perfil emprendedor?	30	

Con el interés de visualizar que otras áreas alternativas de negocios potenciales existen en la región para aprovechar y diversificar opciones se identificó la flora y fauna endémicos del lugar, utilizando cédulas (ver tabla 2) que incluye información acerca de:

Tabla 2. Formato cedula de identificación. Fuente propia

Titulo
Fotografía
Video de muestra
Audio de entrevista
Bibliografías o consultas
Notas / Observaciones:
Datos de registros
¿Quién registró?
Fecha de registro:

Derivado de esta información se tiene como resultado que existen áreas de oportunidad para la generación de las unidades de negocios para la integración del clúster de turismo alternativo, con la participación de 30 emprendedores interesados en la participación en las áreas de:

- Ecoturismo: observación de la naturaleza, atractivos naturales del área, observación de flora, fauna y ecosistemas, talleres para salvar el medio ambiente y educación ambiental
- Turismo de aventura: montañismo, rapel, cabalgata y escalada.
- Turismo rural: fotografía rural, gastronomía, medicina natural, agroturismo, ecoarqueología, etnoturismo, talleres artesanales y vivencias místicas.

Así mismo fue aplicado un cuestionario para hacer un estudio socioeconómico a fin de establecer cuál es el ambiente, la dinámica y algunos atributos que rodea a los interesados, para tal efecto se consideraron los siguientes aspectos relevantes como son: ingreso económico, nivel de estudios, vivienda, servicios, cultura de ahorro entre otros.

Para procesar la información se graficó en Excel, de donde se obtiene:

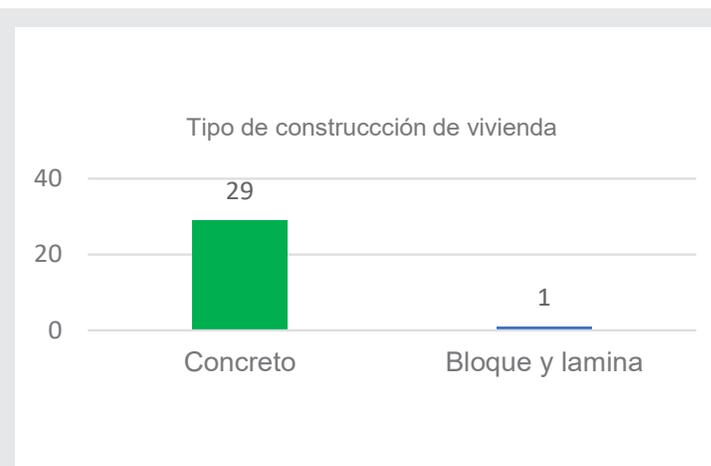


Figura 3. Tipo construcción vivienda habitantes del lugar. Fuente propia

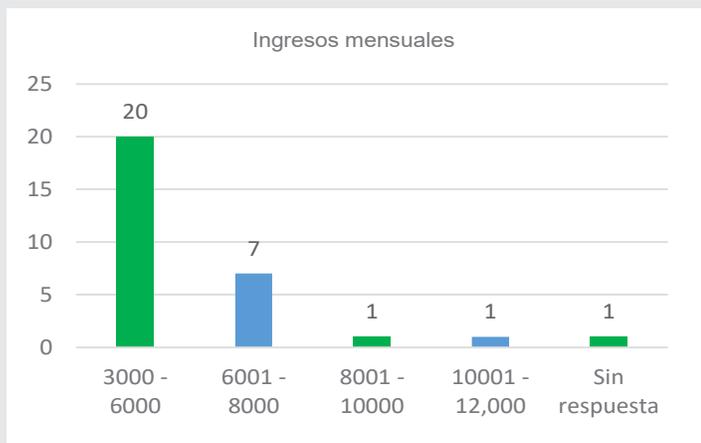


Figura 1. Ingreso económico, habitantes del lugar. Fuente propia

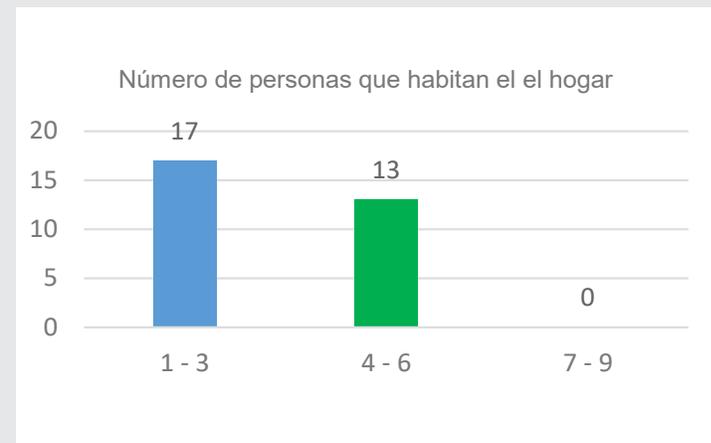


Figura 4. Personan habitan los hogares el lugar. Fuente propia

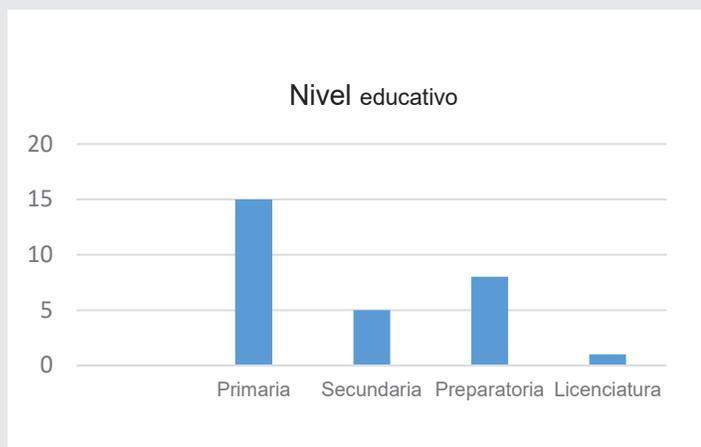


Figura 2. Nivel educativo habitantes del lugar. Fuente propia

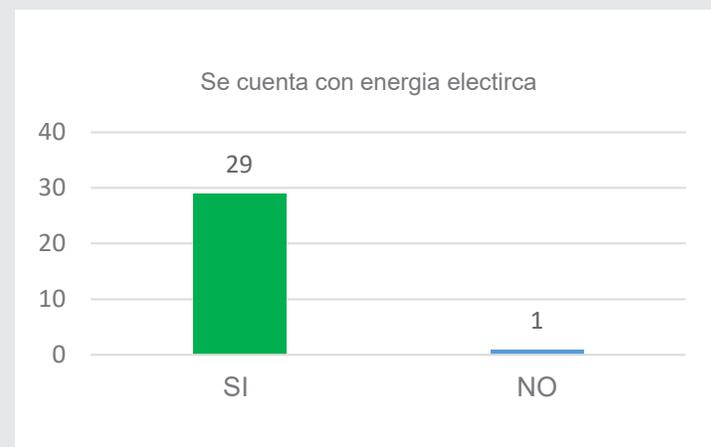


Figura 5. Servicios habitantes del lugar. Fuente propia

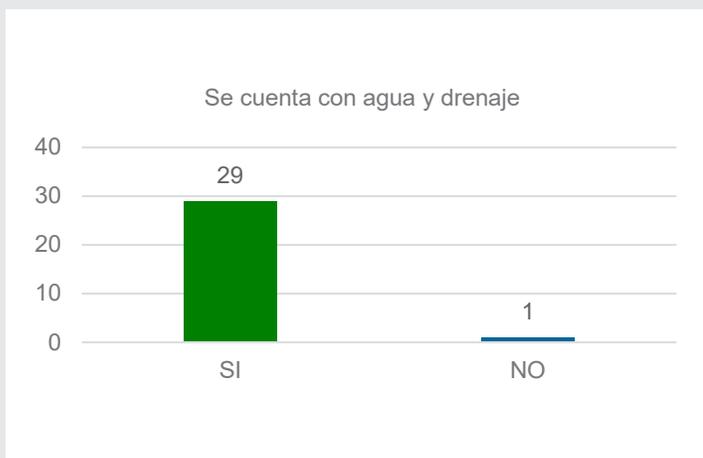


Figura 6. Servicios habitantes del lugar.
Fuente propia



Figura 7. Sistemas de comunicación en los hogares de los habitantes del lugar. Fuente propia



Figura 8. Cultura de ahorro de los habitantes del lugar.
Fuente propia

De igual forma se aplicó un cuestionario abierto, para saber si existe interés de los habitantes de la región en participar en la prestación de servicios de turismo alternativo, o venta de productos en la comunidad enfatizando, en el conocimiento las preferencias de los turistas y requerimientos de los mismos, los recursos naturales de la zona, el conocimiento de las actividades económicas y los ingresos, de la aplicación del cuestionario abierto se obtuvo que los habitantes del lugar:

- Visualizan beneficios potenciales en el sector turismo
- Comunidad si interés en enfocarse en otorgar servicios al turismo, pero no saben cómo hacerlo.
- Existen actividades en la región que denotan incremento del turismo.
- Se tienen en la actualidad más visitantes locales y extranjeros.
- Se han visto mejoras en relación al incremento del turismo.
- Es de su interés se respeten sus tradiciones.
- Los visitantes no le han generado problemas.
- Consideran que sus principales recursos son la tierra, el agua y la naturaleza.
- Se han percatado que en últimas fechas hay cambios con nuevos negocios y mejoras en la comunidad.
- Ignoran la existencia de programas de conservación de los recursos naturales en la región.

En relación a conocer aspectos relativos a la formación del perfil de emprendimiento, se aplicó la autoevaluación por medio de cuestionario ubicado en escala de frecuencia Likert, la que asume que la fuerza e intensidad de la experiencia es lineal, por lo tanto, va desde un totalmente de acuerdo a un totalmente desacuerdo, y considera que las actitudes pueden ser medidas. Aplicada en esta investigación para medir la percepción del nivel de desarrollo del perfil y cultura de emprendimiento en habitantes de la región, esta información permite: saber sobre fortalezas y debilidades en relación con la formación de perfil y cultura emprendimiento, y además conocer el compromiso del desempeño de las capacidades. Se ha utilizado la escala de valoración Likert considerando que es de fácil aplicación, y ofrece la medición de la autoevaluación. También permite analizar aspectos como actitudes o disposición a reaccionar de manera favorable o desfavorable ante un estímulo de una percepción respecto a la calidad, y engloba componentes: cognoscitivo (creencias), afectivo (sentimientos) y conductual, es un método en el que las personas aportan directamente datos y hacen una observación directa de sus conductas, es además muy sencilla de contestar.

Para estructurar la escala de valoración se consideraron 14 ítem, esta fue integrada por los criterios referidos por Moya Muñoz (2016) quien los denomina como "Competencias para el emprendimiento", quien coincide con González Salazar (2007) al referir los mismos

critérios para llevar a cabo el emprendimiento (Ver tabla 3)

Tabla 3. Criterios de autoevaluación referida al nivel de desarrollo del perfil y cultura de emprendimiento. Fuente propia con base en (Moya Muñoz, 2016)

Criterios	Atributos agrupados
1) Liderazgo	Capacidad de fijar objetivos, realizar seguimiento, orientar y motivar a los demás en consecución de objetivos, creando ambiente basado en confianza mutua y desarrollo personal/profesional
2) Tolerancia a incertidumbre	Capacidad para adaptarse y trabajar en diferentes y variadas situaciones cambiantes
3) Gestión de recursos	Capacidad para organizar y establecer los planes de acción necesarios para alcanzar objetivos fijados con los recursos disponibles: técnicos, económicos y humanos.
4) Negociación	Capacidad de resolver conflictos de intereses logrando acuerdos satisfactorios para ambas partes, crear un ambiente de colaboración con compromisos duraderos que fortalezcan la relación.
5) Creatividad	Capacidad para plantear soluciones nuevas y diferentes, resolución de problemas reales, análisis de requerimientos por clientes o por actividad.
6) Trabajo en equipo	Capacidad para fomentar ambiente de colaboración, comunicación y confianza entre los miembros del equipo y con socios estimulándolos hacia el logro de los objetivos comunes.
7) Gestión de riesgo	Capacidad de desenvolverse en escenarios arriesgados y de incertidumbre, toma decisiones asertivas, con actitudes investigativas bien informados, y sentido de responsabilidad.
8) Visión de negocio	Capacidad para detectar y generar oportunidades, interpretar variaciones de tendencias en el mercado y reconocer los peligros y las fuerzas externas que repercuten en la competitividad y efectividad del negocio.
9) Necesidad de independencia	Capacidad para tomar decisiones propias, asumir responsabilidad de resultados logrados, favorables o desfavorables sin pensar en culpables o benefactores.
10) Resolución de problemas	Capacidad de aportar soluciones factibles ante problemáticas actuales y previsibles que respondan a expectativas del cliente.
11) Comunicación	Capacidad para transmitir de forma efectiva: ideas, intenciones, conocimientos, información; hacer preguntas, comprender y escuchar activamente para llevar adelante un propósito
12) Capacidad de aprendizaje	Capacidad para evaluar con frecuencia y profundidad el comportamiento propio ubicado en el contexto real, desaprender y mirar desde otra perspectiva lo que se consideraba seguro, realizar mejoras en el comportamiento a partir del análisis de experiencias anteriores.
13) Orientación a resultados	Predisposición de actuar con interés por conseguir objetivos establecidos previamente, con metas y actividades estratégicas, buscando el desempeño competitivo.
14) Proactividad	Capacidad para actuar con anticipación, demostrando interés y preocupación por los requerimientos de los clientes (interno/externo).

Para la determinación de la fiabilidad la frecuencia se utilizó la aplicación de SPSS, teniendo:

Tabla 4. El coeficiente Alfa de Cronbach oscila entre el 0 y el 1. Cuanto más próximo este a 1 más consistentes serán los ítems entre sí (y viceversa), a mayor longitud del test, mayor es alfa (α).

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
.896	.906	14

El análisis de fiabilidad ha permitido determinar el grado en que los elementos del cuestionario se relacionan entre sí, y así identificar elementos que deberían ser excluidos de la, escala. Para este caso Alfa de Cronbach mide la correlación entre elementos promedio.

Se obtuvieron todas las tablas de frecuencias referidas a los 14 criterios establecidos de ellos, se incluyen: Liderazgo, tolerancia a incertidumbre y gestión de recursos.

Tabla 5 Liderazgo

	Frecuencia	%	% válido	% acumulado	
V	Sin respuesta	1	3.2	3.2	3.2
Á	En desacuerdo	1	3.2	3.2	6.5
L	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	5	16.1	16.1	22.6
I	De acuerdo	8	25.8	25.8	48.4
D	Totalmente de acuerdo	16	51.6	51.6	100.0
O	Total	31	100.0	100.0	

Tabla 6. Tolerancia a incertidumbre

	Frecuencia	%	% Válido	% acumulado	
V	Sin respuesta	2	6.5	6.5	6.5
Á	Ni De acuerdo ni en desacuerdo	7	22.6	22.6	29.0
L	De acuerdo	13	41.9	41.9	71.0
I	Totalmente de acuerdo	9	29.0	29.0	100.0
D	Total	31	100.0	100.0	
O					

Así mismo fue utilizada la escala de autoevaluación Likert, método de investigación para evaluar opiniones y actitudes de las personas respectivamente a los crite-

rios considerados. La información obtenida se concentró en una matriz, (ver tabla 4) en donde se muestra la valoración del resultado de la aplicación de la escala Likert, y posteriormente graficar en Excel (ver gráfico 9)

Tabla 7. Gestión de recursos

	Frecuencia	%	% válido	% acumulado
V	Sin respuesta	4	12.9	12.9
á	Totalmente en desacuerdo	1	3.2	16.1
li	En desacuerdo	2	6.5	22.6
d	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	7	22.6	45.2
o	De acuerdo	6	19.4	64.5
	Totalmente de acuerdo.	11	35.5	100.0
	Total	31	100.0	100.0

Tabla 8 Matriz de concertación de respuestas de la autoevaluación de la escala Likert.

CRITERIOS	S/R	1	2	3	4	5
1 Liderazgo		2		10	7	12
2 Tolerancia a la incertidumbre		1	1	1	17	11
3 Gestión de recursos		4	2	7	6	11
4 Negociación		3		5	11	12
5 Creatividad		3		5	11	12
6 Trabajo en equipo		4		5	10	12
7 Gestión de riesgo	3	3		7	12	9
8 Visión de negocio		4		4	14	9
9 Necesidad de independencia		3		8	12	8
10 Resolución de problemas				7	15	9
11 Comunicación		4	2	2	11	12
12 Capacidad de aprendizaje	1	2	2	7	11	10
13 Orientación a resultados		3		7	9	12
14 Productividad		1	1	5	8	16

Se graficó la información en Excel obteniendo:

En las tablas de datos se observa que se cuenta acentuadas fortalezas que se pueden capitalizar en favor de participación de los habitantes en la formación del conglomerado de empresas de turismo alternativo, tomando en consideración los atributos relacionados con los 14 criterios establecidos (ver tabla 2), e identificado

con las repuestas de la autoevaluación en el nivel de medición 5 Totalmente de acuerdo, identificado como el nivel positivo más alto, por lo que se han tomado en consideración para su ubicación en la matriz de análisis FODA.

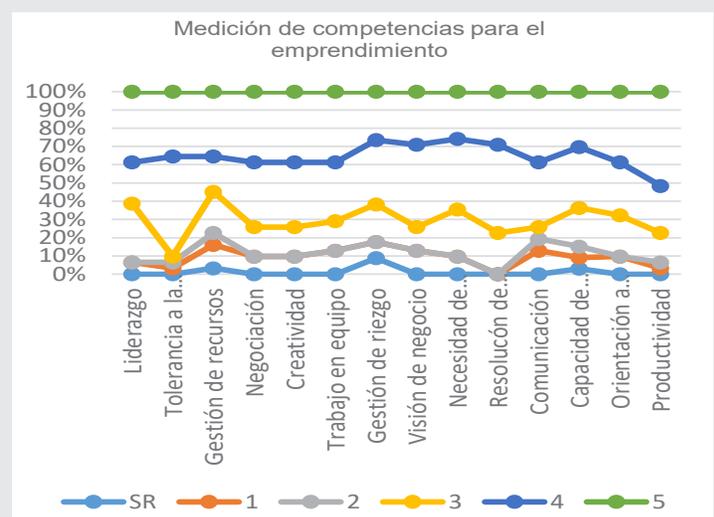


Figura 9 Medición de competencias para el emprendimiento. Fuente propia, aplicación del cuestionario de autoevaluación.

Así mismo existen debilidades que se pueden considerar como oportunidades de mejora como aspectos de: comunicación, tolerancia a la incertidumbre, la gestión de recursos y productividad.

ANÁLISIS

Aplicación de la herramienta que proporciona la planeación estratégica (Steiner, 1998), Matriz FODA para detectar oportunidades de mejora, y la generación de estrategias.

Con este análisis se determinan 5 acciones estratégicas para que conformación de la propuesta:

- 1.- Gestionar coordinación entre agentes privados y públicos.
- 2.- Plan de capacitación y desarrollo de habilidades y competencias en: proceso de producción, atención y servicio al cliente.
- 3.- Bajo el esquema de Coach, Duhne [3] Diseñar las unidades de negocios que integren el clúster. Tipo IFA: Organización inteligente, Producción flexible y Comercialización ágil.
- 4.- Diseñar la unidad administrativa del clúster a fin de conglomerar las unidades de negocio, así como integrar la cadena de valor que englobe todo el sistema organizativo
- 5.- Programa de intervención, conocimiento de conceptos y beneficios. para fortalecer el perfil y cultura de emprendimiento.

Tabla 9. Identificación de FODA

<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> -Desarrollo sostenible relacionado con naturaleza. -Monumentos históricos y artísticos. -Turismo alternativo. -Habitantes carácter abierto y hospitalario -Productos regionales. -Destino "seguro" y atractivo -Buena ubicación geográfica. -Diversidad de recursos para confeccionar productos y servicios -Potenciales emprendedores dispuestos a la participación -Sector privado y público cualificados y abiertos a las nuevas tendencias promocionales y a la utilización de las tecnologías de la información. 	<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> -Escasa gestión en coordinación de destinos. -Productos regionales desconocidos por turistas -Sin señalización identificable de la zona. -Escasa conexión entre agentes turísticos -Vías de comunicación deficientes. -No identificado el grado de satisfacción de usuarios -Escasa comunicación de la oferta turística -Escasa producción de productos regionales. -Escasa cualificación del personal en atención al turista -Escasa cualificación en tecnicismo en inglés. -Pocos recursos económicos asignados al turismo. -Recursos económicos bajos de los habitantes. - No existe página web.
<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Marcas de Destino mejor posicionadas - Rutas con mejores accesos y vista. - Destinos de competencia muy directa con mayores presupuestos dedicados a sus estrategias turísticas 	<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> -Gestionar coordinación entre agentes privados y públicos. -Plan de capacitación y desarrollo de habilidades y competencias en: proceso de producción, atención y servicio al cliente. -Diseñar las unidades de negocios que integren el clúster. -Diseñar la unidad administrativa del clúster a fin de conglomerar las unidades de negocio, así como integrar la cadena de valor que englobe todo el sistema organizativo. -Fortalecer el perfil y cultura de emprendimiento en los interesados a integrar el clúster con la intervención en un programa de información, conocimiento de conceptos y beneficios, determinación de objetivos y acciones estratégicas. -Utilización de tecnología para proyecto de comercialización del destino turístico. -Gestionar permisos y apoyos para el proyecto en dependencias del gobierno. -Gestionar certificaciones de normas de calidad según aplique para la elaboración de productos y servicios - Cursos idioma inglés básico. - Gestionar la promoción de la región a través de Secretaria de Turismo.

RESULTADOS

Esta propuesta el resultado de la investigación llevada a cabo en la Micro región Sur de La Paz B.C.S, se desarrolló a través de la aplicación de instrumentos para recopilar datos esa localidad, en la que como en muchas localidades de nuestro entorno se está presentando el fenómeno de pueblos fantasmas, por la migración de la población en la búsqueda de mejores oportunidades de vida. Sin embargo, con esta propuesta se rescata la posibilidad de la generación del autoempleo dado que, con la formación del perfil y cultura de emprendimiento, se facilita se pongan en marcha estrategias de mercadotecnia como es la formación del clúster de turismo alternativo, estrategia que en otros países (España) así como en otros estados de México tal como el ejemplo en León, Guanajuato, en la industria del calzado con la formación del clúster, han tenido casos de éxito.

Tomando en consideración las acciones estratégicas se estructura el plan de acción a saber:

Plan de acción para la formación del perfil y cultura de emprendimiento.

Objetivo: Presentar acciones que permitan en conjunto representar una estrategia para que los interesados en pertenecer al clúster de turismo alternativo fortalezcan el perfil y cultura de emprendimiento.

Misión: Crear y mantener el perfil de emprendimiento con base en el desarrollo de las habilidades, conocimientos y características que deben tener las personas para llevar a cabo cualquier idea, sin tener el temor a emprender y así lograr la realización de sus metas con éxito.

Visión: Lograr el desarrollo constante del perfil de emprendimiento adquiriendo habilidades, conocimientos y características para emprender con éxito.

Propuesta para fortalecer el perfil y cultura de emprendimiento de los habitantes de la región sureste del municipio de La Paz. Fuente propia (Ver Anexo A) Tabla 10.

CONCLUSIONES

Esta propuesta de acciones se diseñó con base en el interés de incidir en la problemática que se presenta en esta región, la disminución de la población por falta oportunidades de trabajo en el lugar. El objetivo planteado, diseñar propuesta para fortalecer el perfil y cultura de emprendimiento, se ha cumplido a través de la recopilación de la información, procesamiento y análisis de los datos. Un elemento clave para la obtención de la información ha sido el interés y la participación del Subdelegado de El Triunfo quien está comprometido para que se logre el desarrollo de la región, fue el punto de unión entre los habitantes de la localidad y la disponibilidad de la información para llevar a cabo la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

[1] 2012, I. d. (2012). *Estrategia: hacer del turismo una prioridad nacional para generar inversiones, empleos y combatir la pobreza, en las zonas con atractivos turísticos competitivos*. México: Secretaría de Turismo.

[2] Casal, F. (2002). *Servicios turísticos diferenciados: animación, turismo de aventura, turismo cultural, ecoturismo, turismo recreativo*. Turismo alternativo. México: Trillas.

[3] Duhne, Carmen. Garza L. Quintanilla A.M. (2008). *Coaching Ejecutivo. Una opción practica para lograr el desarrollo de la gente*. México.: Trillas

[4] Gronroos, C. (1994). *Marketing y Gestión de Servicios*. Madrid, España,: Diaz Santos. Margarita, M. L. (2007). *Manual Práctico Para El Diseño De La Escala Likert*. México: Trillas .

[5] Meza, S. F. (2018). *Plan estratégico para la operación de una red de productos y servicios turísticos en la comunidad de San Antonio B.C.S*. La Paz: ITLP.

[6] Morales Santos, A. M. (2017). *El turismo alternativo a través de redes de servicios para el desarrollo de la comunidad de San Antonio, La Paz BCS*. La Paz: ITLP.

[7] Moya Muñoz, P. (2016). *Competencias para el emprendimiento*. Santiago de Chile: Laboratorio de Innovación y Emprendimiento.

[8] Murillo Acevedo, A. L. (2012). *Tesis: "Diagnostico y Perspectivas del Turismo Alternativo en Todos Santos, Baja California Sur"*. La Paz, B.C.S. La Paz .

[9] Porter, M. E. (2008). *Estrategia competitiva. tecnicas para el analisis de los sectores industriales y de la competencia*. México: Patria.

[10] Salazar, D. M. (2007). *Plan de negocios para emprendedores al éxito*. Monterrey N.L. Mc. Graw Hill.

[11] Steiner, G. A. (1998). *Planeación estratégica, lo que todo director debe saber, una guía paso a paso*. México: CECSA.

[12] Villareal, R. (2015). *Un Modelo de Asociatividad y Competitividad Sistémica, en la Cadena Global de Valor*. México: Centro de Capital Intelectual y Competitividad.

[13] www.datatur.sectur.gob.mx/SitePage/Glosario. n.d.

[14] www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/m5mh.aspx?c=28004&s=est. n.d.

[15] www.nuestro-mexico.com/Baja-California-Sur/La-Paz/Áreas. n.d.

[16] www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/AsistenciaCapacitacion/Documents/boletin/b58/resenas/resena3.htm. n.d.

ANEXO A: Tabla 10 Acciones estratégicas

Objetivos	Acciones estratégicas	Plazo	Recursos	Indicadores	Unidad/medida
1.-Gestionar coordinación entre agentes privados y públicos.	1.1-Programa de comunicación 1.2-Contenido temático 1.3-Bitácora y gestión de acuerdos	3 meses	-Computadora -Papelería: material de oficina. Internet	Seguimiento de bitácora cubriendo el 100% de contenidos en el tiempo estimado	%
2.-Plan de capacitación y desarrollo de habilidades y competencias en: proceso de producción, atención y servicio al cliente	2.1-Diseño del plan 2.2-Contendidos, competencias a desarrollar. 2.3- Planeación de recursos. 2.4- Puesta en marcha	6 meses	Área para cursos. Mesas sillas, Computadora, proyector de multimedia. Papelería.	Número de participantes, cubriendo el 100% de contenidos del plan de capacitación en el tiempo estimado para el programa de cursos	%
3.-Bajo el esquema de Coach, Diseñar las unidades de negocios que integren el clúster. Tipo IFA: -Organización inteligente -Producción flexible -Comercialización ágil	3.1-Estudio de mercado 3.2-Ingeniería del proyecto 3.3 -Diseño organizativo 3.4-Análisis financiero 3.5-Descripción y análisis de impactos	6 meses	Área para de trabajo. Mesas sillas, Computadora, proyector de multimedia. Papelería.	Diseño de 100% de las unidades de negocios	%
4.-Diseñar la unidad administrativa del clúster a fin de conglomerar las unidades de negocio, así como integrar la cadena de valor que englobe todo el sistema organizativo	4.1-Integración de la cadena de valor: -Innovación -Manufactura -Logística y distribución -Marketing, 4.2- Tecnología a fin de implementar estrategias de comercialización. 4.3-Gestiones públicas y privadas 4.4-Identificación y cumplimiento de normas de calidad y certificaciones aplicables. 4.5-Capacitaciones y entrenamientos. 4.6- Gestión de recursos.	6 meses	Área para de trabajo. Mesas sillas, Computadora, proyector de multimedia. Papelería	Unidad administrativa de negocios con capacidad de atención al conglomerando 100% de las Unidades de Negocio en el tiempo estimado.	1
5.-Diseño del programa de intervención, conocimiento de conceptos y beneficios. para fortalecer el perfil y cultura de emprendimiento.	5.1-Determinación de objetivos, metas, acciones estratégicas y plazos para la puesta en marcha.	6 meses	Área para de trabajo. Mesas sillas, Computadora, proyector de multimedia. Papelería	Número de participantes en el clúster, cubriendo el 100% del programa	%





Calidad

y

Sistemas de Manufactura

Ingeniantes

Análisis AMFE y Matriz IPER en una bomba centrífuga de la industria del café

RESUMEN: El presente trabajo identifica los fallos y modos de fallo principales en una bomba centrífuga que representan mayor riesgo en la operación, seguridad del personal y medio ambiente, dentro de una empresa industrializadora de café en la ciudad de Orizaba Veracruz.

El estudio se realizó mediante la aplicación de la metodología “Análisis de Modo de Fallo y sus Efectos” (AMFE), en conjunto con la elaboración de la Matriz de “Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos” (IPER), para obtener los valores de criticidad de fallo por medio del cálculo del Número de Prioridad de Riesgo (NPR) y establecer las jerarquías o prioridades en el equipo.

Del análisis AMFE, se obtuvieron los modos de fallos principales y recurrentes que son la base para realizar modificaciones al plan de mantenimiento con actividades orientadas en preservar las funciones de los activos. La matriz IPER, permitió identificar las criticidades de los principales modos de fallo detectados.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se identificaron cinco modos de fallo principales, siendo los fallos del sello mecánico y la falta de suministro de agua de enfriamiento al sello mecánico los más importantes y de mayor criticidad con un NPR de 240 y 192 respectivamente.

PALABRAS CLAVE: Análisis AMFE, análisis de fallos, diagnóstico de bomba, evaluación de riesgo, matriz IPER.



Colaboración

Josué Arafat Amador Esquivel; Marcos Salazar Medina; Fernando Aguirre y Hernández; Guillermo Cortés Robles Carlos Díaz Ramos, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Orizaba

ABSTRACT: This work identifies the main failures and failure modes in a centrifugal pump that represents a greater risk in operation, personnel safety and the environment, within an industrialized coffee company in the city of Orizaba, Veracruz.

The study was carried out by applying the “Failure Mode Analysis and its Effects” (FMAE) methodology, in conjunction with the elaboration of the “Hazard Identification and Risk Assessment” (HIRA) Matrix, to obtain the values of failure criticality by calculating the Risk Priority Number (RPN) and establishing the hierarchies or the team’s priorities.

From the FMAE analysis, you obtain the main and recurring failure modes that are the basis for making modifications to the maintenance plan with activities aimed at preserving the functions of the assets. The HIRA matrix allowed to identify the criticalities of the main failure modes detected.

According to the results obtained, five main failure modes were identified, being the failures of the mechanical seal and the lack of transmission water supply to the mechanical seal the most important and the most critical with an RPN of 240 and 192 respectively.

KEYWORDS: AMFE analysis, failure analysis, pump diagnosis, risk assessment, IPER matrix.

INTRODUCCIÓN

El Análisis de Modos de Fallos y sus Efectos (AMFE), también conocido por sus iniciales anglosajonas FMEA (Failure Modes and Effects Analysis), es un método sistemático que trata de evitar y corregir los fallos acaecidos en los activos, revisando de forma metodológica las fallas, modos de fallo y consecuencias de los mismos [1].

Si bien, los análisis AMFE tienen muchas variantes según los sectores de que se trate, en todos ellos su desarrollo e implantación se basa en cuantificar y calificar los efectos inducidos por los fallos, priorizando las acciones según los niveles de riesgo que tienen sus repercusiones [2].

Actualmente, sólo un reducido número de empresas contemplan los criterios basados en las funciones de los activos al momento de fijar los planes de mantenimiento dentro de sus instalaciones, esto genera que las acciones empleadas a la preservación de los activos tengan poco impacto en su rendimiento, la seguridad y la administración de los riesgos. Lo anterior resulta más relevante, ya que, como menciona [3], la seguridad ha adquirido un valor estratégico en las organizaciones industriales, empleando numerosos recursos para evitar accidentes durante la operación de los activos.

[4] y [5], en su artículo destacan que la forma más consistente de utilizar la herramienta AMFE, está en recolectar datos con la observación directa, entrevistas no estructuradas y la realización del análisis de modo y efecto de falla, para encontrar la severidad de fallas y planear acciones de contención a fin de disminuir los fallos en los equipos. En términos concretos, el AMFE consiste en la realización de un análisis cualitativo sistemático de los fallos potenciales o reales de un sistema, causas y consecuencias que permite poner en evidencia los puntos críticos para definir acciones correctivas. Su aplicación puede abarcar diferentes fases, en la tabla 1, se observa los tipos de AMFE que pueden ser aplicados, [6].

Tabla 1. Diferentes tipos de AMFE.

Denominaciones	Objetivos deseados
AMFE producto	Mejorar la fiabilidad de un producto a través de su concepción.
AMFE proceso	Mejorar el proceso de fabricación de un producto.
AMFE medios de producción	Mejorar la fiabilidad de los medios de fabricación del producto.
AMFE seguridad	Garantizar la seguridad de los procesos que representen riesgos para el hombre.
AMFE Organización	Mejorar la fiabilidad de la organización de una actividad o de un servicio.

Cabe mencionar que trabajos similares han sido desarrollados para la aplicación del AMFE en contextos diferentes. En [7] se proporciona un mecanismo de diagnóstico correcto y oportuno de fallas en una bomba de la industria petroquímica, mediante la ganancia de conocimiento a través de la aplicación del AMFE, la novedad de este trabajo es la adquisición de conocimiento a través del impacto de los modos críticos de falla en los parámetros de operación tanto mecánicos como hidráulicos, incluyendo la presión de descarga y la velocidad de flujo. En [8] se expone la problemática de fallos que se han presentado en los componentes de las válvulas de desgasificación unidireccionales que se utilizan en el embalaje del café, se usaron AMFE y FTA (Fault tree analysis) conjuntamente para un análisis de falla eficiente. De acuerdo con este análisis, el modo de falla más crítico (80%), está relacionado con el cuerpo y la cubierta que tienden a desmontarse durante el uso. En [9] se ha intentado identificar y priorizar las fallas potenciales de los procesos de producción en la industria alimentaria. Se utiliza un enfoque híbrido basado en el Fuzzy Cognitive Map (FCM) y el AMFE de etapas múltiples para priorizar las fallas en los procesos de producción. Sus resultados se han comparado con los resultados tradicionales de NPR y FCM, con el fin de mostrar la eficacia del enfoque utilizado. Se descubre que el método propuesto está más cerca de la realidad y presenta una priorización más completa, ya que todas las fallas del sistema de fabricación ocurren individualmente en diferentes etapas del proceso. En [10] se ocupa del análisis de fallas de las bombas de inyección combustible en vehículos utilitarios de transporte, en conjunto con el AMFE se usa la microscopía electrónica de barrido (SEM) para piezas de la bomba como placas de levas y rodillos. Se identifica la presencia de agua en el sistema de combustible como la principal razón de falla en la bomba que genera picaduras por corrosión en sus componentes metálicos.

Recientemente en [11], se determinan los factores que influyen en el riesgo de calidad y se analiza la mitigación del riesgo en la cadena de suministro del café arábica, se identifican seis factores y 20 subfactores usando AMFE. Los resultados de este estudio indican que el conocimiento y las habilidades de los agricultores en términos de técnicas de cultivo son los principales riesgos inherentes a la cadena de suministro del café arábica.

Actualmente, las actividades de prevención de fallas en el sistema de bombeo en una empresa industrializadora de café son aplicadas basándose en la experiencia de los operadores de mantenimiento, realizando actividades muy generales de inspección visual de rutina como, por ejemplo: inspección visual de niveles de aceite, de estado del sello mecánico e inspección visual de acoplamiento motor bomba, sin emplear diagnósticos o análisis predictivos enfocados a las funciones del equipo.

De acuerdo con datos obtenidos del sistema SAP (Systems, Applications, Product) con el que cuenta la empresa, el promedio de eficacia en la aplicación de las actividades de prevención de fallas en el año 2019 fue del 91.3%, sin embargo, dentro de la planta existe un indicador denominado "aprovechamiento del tiempo", que evalúa el tiempo dedicado al cumplimiento de las actividades preventivas y correctivas, programadas o generadas, por parte de los operadores de mantenimiento.

Los resultados de este indicador en el año 2019 indican que el tiempo promedio empleado para de las actividades de prevención de fallas, es de 39.8%, mientras que el 60.2% del tiempo restante se emplea actividades de corrección de fallos. Esto revela que las acciones tomadas para la prevención de las averías son poco efectivas y que no están enfocadas a conservar la funcionalidad de la bomba.

Es por ello, que el presente estudio tiene por objeto realizar un análisis detallado, aplicando la metodología AMFE, para la identificación de las funciones, los modos de fallo, causas y consecuencias que representen el mayor riesgo en la integridad del equipo y en la continuidad en su operación, para luego seleccionar las mejores tareas de mantenimiento, adicionales o complementarias a las ya establecidas.

MATERIAL Y MÉTODOS

La implementación de la metodología AMFE que se expone para este trabajo de investigación se desarrolló siguiendo el formato propuesto por [12], sin embargo, es propio su utilización en conjunción con la matriz IPER como complemento en esta obra.

Se realizó el análisis del sistema de bombeo para poder determinar el equipo objeto de estudio en una empresa industrializadora de café en la ciudad de Orizaba Veracruz. El sistema está conformado por las siguientes bombas cuyas funciones se describen en la tabla 2.

Tabla 2. Descripción del sistema de bombeo de la planta de descafeinado.

Sistema de bombeo planta descafeinado.		
Tag	Tipo/Bombas	Descripción
BDL-1 y BDL-2.	Disolvente limpio	Suministran disolvente limpio al extractor.
BDS-1 y BDS-2.	Disolvente sucio.	Suministran el disolvente sucio al evaporador flash.
BREC-1, BREC-2, BREC-3, BREC-4, BREC-5, BREC-6, BREC-7 y BREC-8.	Recirculación	Recirculan el disolvente que no ha reaccionado dentro del extractor.

Cabe aclarar que la aplicación de esta metodología en todo el sistema es poco práctico, ya que obtendríamos los mismos resultados debido a que las bombas tienen las mismas especificaciones de operación y diseño, es por ello que se tomó como objeto de estudio a la bomba BDL-2, debido que es el activo que más ha presentado fallos dentro del conjunto según datos del sistema SAP.

Análisis funcional e identificación de los modos de fallo.

Se realizó la identificación de todas aquellas funciones que se espera que el equipo realice, parte del análisis funcional es identificar la función principal, así como las secundarias [13]. Estas se enlistaron tomando en consideración prioridad e importancia de acuerdo a las necesidades de operación del proceso. Se identificaron dos funciones secundarias y una principal para la bomba. Ya obtenidas las funciones principales y secundarias, se determinaron los modos de fallo, para lo cual es importante resaltar que no todos los modos de fallo tienen un efecto directo en la pérdida de la función principal. Se enlistaron los posibles modos de fallos encontrados que no es otra cosa sino la antifunción de las funciones ya detectadas. En pocas palabras; son la falta de cumplimiento de una especificación técnica o de una de sus funciones generales [14].

Efectos y causas/mecanismos de fallo

Ya obtenidas las funciones principales y secundarias, así como los modos de fallo para la bomba, se realizó una búsqueda de los reportes de mantenimiento correctivo generados en el sistema SAP para la conocer los efectos y causas de los fallos en la bomba. En colaboración con los operadores e ingenieros encargados del área de mantenimiento, se realizó un análisis de los reportes encontrados para determinar los efectos y causas de los problemas surgidos en el equipo.

Jerarquización del riesgo.

Para la jerarquización del riesgo de los modos de fallo resultantes de los análisis anteriores, primero se identificaron las frecuencias de los modos de falla más comunes de la bomba registrados en el sistema SAP por medio de un diagrama de Pareto. Luego, se realizó el cálculo del NPR utilizando las ponderaciones de severidad, ocurrencia y detección [12]. El NPR proporcionó valores entre los rangos de 1 y 1000, esto como indicador referente a las causas de una falla. Se les dio importancia a los índices de valores más altos de NPR, para posteriormente ejecutar acciones y prevenir posibles causas que desencadenen el fallo. Complementario al análisis AMFE, Se hace la Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPER) figura 1, con el fin de establecer las jerarquías y prioridades de atención en el equipo en cuestión, para el desarrollo de esta matriz se tomaron en cuenta los valores ponderados de probabilidad e impacto de cada una de las fallas. Se obtuvo esta herramienta de la norma ISO 45001 [15].

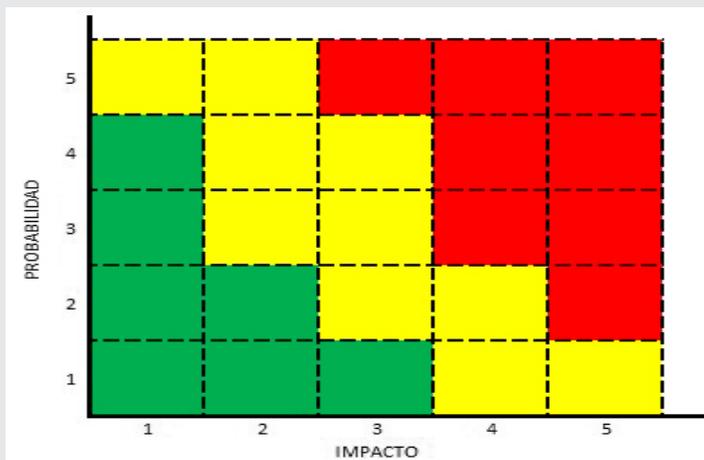


Figura 1. Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPER).

RESULTADOS

De las funciones identificadas en el análisis funcional para la bomba BDL-2 tenemos:

1. Transformar la energía mecánica de un impulsor o rodete en energía cinética o de presión para suministrar disolvente limpio a los extractores cuando se inicia un nuevo ciclo de extracción.
2. Contener fugas de disolvente.
3. Mantener presión dentro del sistema.

Para este estudio, se determinó que la función principal de la bomba BDL-2, recae en la función 1, las funciones 2 y 3, son consideradas como funciones secundarias, esto no quiere decir que por ser funciones secundarias dejan de tener importancia o son menos importantes. En la tabla 3, se muestra el análisis funcional junto con el análisis de modos de fallo para el equipo en cuestión.

Tabla 3. Análisis funcional bomba BDL-2.

Análisis funcional bomba BDL-2

Función del Proceso	Modo Potencial de Falla
Transformar la energía mecánica de un impulsor o rodete en energía cinética o de presión para suministrar disolvente limpio a los extractores cuando se inicia un nuevo ciclo de extracción.	Obstrucción de rodamientos
	Fallo de conexión y suministro eléctrico.
	Atasco en impulsor.
	Desgaste de acoplamiento entre motor y bomba.
	Baja capacidad de la bomba por caída de presión.
	Cavitación en la bomba.
Contener fugas de disolvente y mantener presión dentro del sistema.	Paro del motor.
	Fallo en sello mecánico.
	Falta de suministro de agua de enfriamiento al sello mecánico.

Efectos y causas/mecanismos de fallo

Los efectos identificados se muestran en la tabla 4, y nos dan un panorama claro sobre el comportamiento de cada falla.

Tabla 4. Efectos y causas/mecanismos de fallo bomba BDL-2.

Modo Potencial de Falla	Efectos Potenciales de la Falla	Causa/Mecanismos Potenciales de la Falla
Obstrucción de rodamientos	Motor no arranca, desgaste en el eje central, desbalanceo, vibraciones.	Mala instalación, pieza defectuosa, sobrecalentamiento, falta de lubricación.
Modo Potencial de Falla Fallo de conexión y suministro eléctrico.	Corte en el suministro de disolvente, Paro total de la bomba.	Desconexión de la red de suministro eléctrico, mal estado de conexiones, pérdida súbita de suministro eléctrico, fallo en subestación
Atasco en impulsor.	No suministra disolvente, vibraciones, daño en componentes internos.	Impulsor roto, material sólido dentro de la carcasa, desacoplamiento de impulsor a eje.
Desgaste de acoplamiento entre motor y bomba.	Vibraciones, ruptura de componentes internos, desgaste en sello mecánico.	Ruptura de rejilla, falta de lubricación, baleros gastados, desalineación.
Baja capacidad de la bomba por caída de presión.	Vibración, desbalance, ruido excesivo, incremento en tiempos de extracción.	Desacoplamiento de impulsor, desgaste de impulsor, baja en suministro eléctrico, desgaste en rodamientos.
Cavitación en la bomba.	Daño en componentes internos, desbalanceo del eje, ruido anormal, caída de presión.	Mal diseño de la bomba, caída de presión en la succión (vacío), formación de burbujas en el líquido.
Paro del motor.	Corte del suministro de disolvente, paro de producción.	Fallos de rodamientos superior e inferior, fallo en devanado, vibración, corte de suministro eléctrico.
Fallo en sello mecánico.	Fuga de disolvente, desperdicio de material, riesgo de incendio o explosión.	Falta de lubricación, torque excesivo, mala instalación, repuesto defectuoso, malas prácticas de operación, vibraciones en el eje, desbalanceo de impulsor, sobre presión en el sistema.
Falta de suministro de agua de enfriamiento al sello mecánico.	Sobrecalentamiento de sello mecánico, fuga por sello mecánico, desgaste excesivo de sello mecánico.	Contaminación de tanque de agua con solvente, mala operación, nula revisión.

Jerarquización del riesgo (cálculo del NPR).

Las frecuencias de los modos de fallo se representan en el Pareto de la figura 2, esto permite conocer los modos de fallo que representan mayor impacto en la continuidad operacional de la bomba.

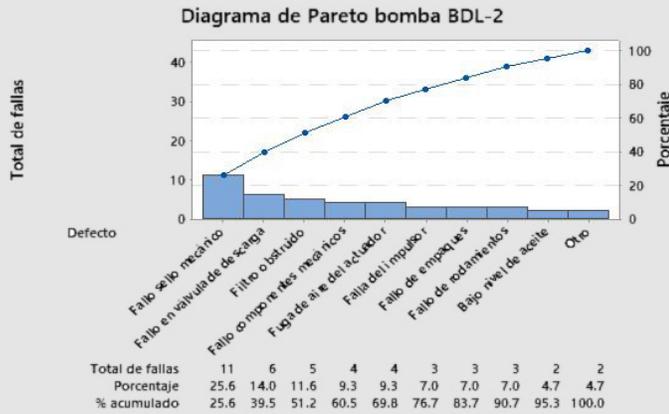


Figura 2. Diagrama de Pareto para fallas en bomba BDL-2, 2009/2019.

Fuente: Elaboración propia, con datos del sistema SAP.

En la tabla 5, se muestran los principales modos de fallos que de acuerdo con los resultados de la jerarquización del riesgo obtuvieron los mayores índices de NPR.

Tabla 5. Modos de fallo con NPR más significativos.

Modo de fallo	Efecto de falla	Causa/mecanismo de falla	NPR
Fallo en sello mecánico.	Fuga de disolvente, desperdicio de material, riesgo de incendio o explosión.	Falta de lubricación, torque excesivo, mala instalación, repuesto defectuoso, malas prácticas de operación, vibraciones en el eje, desbalanceo de impulsor, sobre presión en el sistema.	240
Falta de suministro de agua de enfriamiento al sello mecánico.	Sobrecalentamiento de sello mecánico, fuga por sello mecánico, desgaste excesivo de sello mecánico.	Contaminación de tanque de agua con solvente, mala operación, nula revisión.	192
Desgaste de acoplamiento entre motor y bomba.	Vibraciones, ruptura de componentes internos, desgaste en sello mecánico.	Ruptura de rejilla, falta de lubricación, baleros gastados, desalineación.	168
Paro del motor.	Corte del suministro de disolvente, paro de producción.	Fallos de rodamientos superior e inferior, fallo en devanado, vibración, corte de suministro eléctrico.	128
Baja capacidad de la bomba por caída de presión.	Vibración, desbalance, ruido excesivo, incremento en tiempos de extracción.	Desacoplamiento de impulsor, desgaste de impulsor, baja en suministro eléctrico, desgaste en rodamientos.	100

Al implementar la Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPER), para establecer las jerarquías y prioridades de atención en el equipo en cuestión, se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 6.

Tabla 6. Análisis y evaluación de riesgos bomba BDL-2.

N.	Identificación del riesgo	Análisis			
		Probabilidad	Evaluación		
	Modo de fallo	Consecuencias			
R1	Fallo en sello mecánico.	Fuga de disolvente, desperdicio de material, riesgo de incendio o explosión.	4	4	16
R2	Falta de suministro de agua de enfriamiento al sello mecánico.	Sobrecalentamiento de sello mecánico, fuga por sello mecánico, desgaste excesivo de sello mecánico.	3	3	9
R3	Desgaste de acoplamiento entre motor y bomba.	Vibraciones, ruptura de componentes internos, desgaste en sello mecánico.	2	4	8
R4	Paro del motor.	Corte del suministro de disolvente, paro de producción.	2	3	6
R5	Baja capacidad de la bomba por caída de presión.	No suministra disolvente, vibraciones, daño en componentes internos.	2	2	4

La matriz (IPER) desprendida de la tabla anterior se muestra en figura 3. Esta nos permite identificar las criticidades de los principales modos de fallo detectados.

Podemos apreciar que existe un modo de fallo (R1) de alto riesgo (área roja), la cual se le deberá dar un tratamiento especial y detallado para poder determinar la alternativa que sea mejor para reducir el riesgo a niveles de bajo impacto.

La zona de riesgo moderado (área amarilla), presenta la mayoría de los modos de fallos (R2, R3 y R4), estos modos también representan una oportunidad para la realización del mantenimiento que incluyan estrategias de control de riesgo.

Finalmente, el modo de fallo identificado como (R5), se encuentra en la zona no crítica, esto se traduce a que se tiene menos preocupación de que este evento pueda ocurrir con mayor frecuencia.

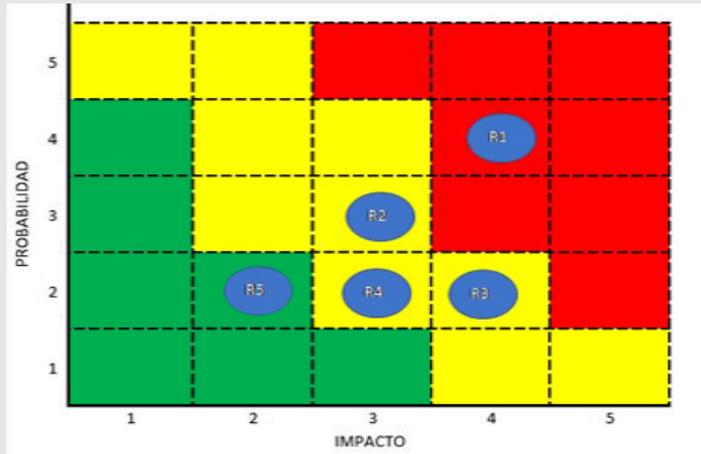


Figura 3. Matriz de riesgos para fallos en la bomba BDL-2.

CONCLUSIONES

Con la aplicación de la metodología AMFE, se lograron resultados que nos permite conocer el funcionamiento del equipo y las formas en que este puede fallar, para poder realizar un diseño y definir el tipo de acciones que se puedan implementar en un nuevo plan de mantenimiento. Esto último es la parte fundamental de este análisis.

Además, mediante la evaluación del riesgo, podemos reconocer los modos de fallo que más impacto causan al activo y así poder administrar de mejor forma el riesgo que representan.

Se concluye que:

1 El Análisis de Modo de Falla y sus Efectos permite dar un enfoque diferente a los planes de mantenimiento preventivo, ya que, el plan está en función de los modos de fallo del equipo y no necesariamente del equipo mismo.

2 AMFE, es una metodología que nos permite conocer cómo opera un equipo o sistema, y las formas en que estos pueden fallar, de una forma clara y precisa.

3 Se logran identificar los modos de fallo con mayores riesgos que representan las mejores oportunidades para el mantenimiento.

4 La implementación del AMFE permite generar las buenas prácticas de mantenimiento, dirigidas a mejorar el rendimiento de los activos y así reducir los impactos propios de su actividad.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Antonio C. M., Francisco J. M. G., y Sergio R. L. (2012). *Introducción a la Gestión de Calidad*. Madrid, España. Delta Publicaciones.

[2] Francisco J. G. F., (2005). *Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado*. España. FC Editorial.

[3] Agustín V. V., Andrés S. S. C., Bernardo P. P. C., Elena L.G., y María E. A. J., (2018). *Usefulness of Failure Mode and Effects Analysis for Improving Mobilization Safety in Critically Ill patients*. *Colombian Journal of Anesthesiology* 46(1), 3-6

[4] Jesús. V. G. S., Jesús. L. Q., Miguel. A. L. O., Pedro. P. M., y Alfredo. C. H., (2018). *Mantenimiento Industrial en Máquinas Herramientas por Medio de AMFE [versión electrónica]*. *Revista de Ingeniería Industrial*, 17(3), 209-212.

[5] José. R. A. O., Rocío. T. A., y Diana. M. J., (2010). *Empleando Criterios de Riesgo y Confianza [versión electrónica]*. *Revista Mexicana de Investigación en Materiales*, 25(1), 15-26.

[6] Carles Riba Romeva (2002). *Diseño Concurrente*. Barcelona, España. Ediciones UPC.

[7] Azadeh A., Ebrahimipour V., y Bavar P., (2010). *A Fuzzy Inference System for Pump Failure Diagnosis to Improve Maintenance Process: The Case of a Petrochemical Industry [versión electrónica]*. *Elsevier Journals*, 37(1), 627-639.

[8] Giorgio O., (2015). *Statistical Tools Applied for the Reduction of the Defect Rate of Coffee Degassing Valves [versión electrónica]*. *Elsevier Journals*, 3(1), 17-24.

[9] Mustafa J. R., Samuel Y., Mahsa. V, y Mohammad M. D., (2018). *Risk Analysis of Sequential Processes in Food Industry Integrating Multi-Stage Fuzzy Cognitive Map and Process Failure Mode and Effects Analysis [versión electrónica]*. *Elsevier Journals* 123(1), 325-337.

[10] Vikas R. D., Kundan. P., Pratik K., Atharva R., y Amod R., (2019). *Failure Analysis of Fuel Pumps Used for Diesel Engines in Transport Utility Vehicles [versión electrónica]*. *Elsevier Journals* 105(2), 1262-1272.

[11] Prawitasari, S. (2020). *Assessment and Risk Mitigation of Arabica Ijen Coffee Supply Chains [versión electrónica]*. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research* 436(1) 796-802.

[12] Morales, V. M. V. (n/d). *Manual AMEF 4 2008 español*. Consultado en marzo de 2020, de la página electrónica: https://www.academia.edu/8708638/Manual_AMEF_4_2008_Espanol

[13] Humberto. G. P., y Román V. S., (2010). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*. México D.F. McGRAW-HILL.

[14] Maite T. (n/d). *Fallos y Modos de Fallo*. consultado en marzo de 2020 de la página electrónica: <http://www.renovetec.com/irim/2-uncategorised/150-fallos-y-modos-de-fallo>.

[15] Alister C., (n(d). *NQA-ISO-45001-Guia-de-implantacion*. Consultado marzo de 2020 de la página electrónica: <https://www.nqa.com/medialibraries/NQA/NQAMediaLibrary/PDFs/Spanish%20PDFs/NQA-ISO-45001-Guia-de-implantacion.pdf>.





Multidisciplinario
e
ingenierías

Ingeniantes

Caracterización física y mecánica de un compuesto de mármol-cemento para uso alternativo en piso de casa-habitación

RESUMEN: El presente estudio tiene como propósito determinar el porcentaje de absorción, densidad, resistencia a la compresión y resistencia a la abrasión de una mezcla mármol-cemento para que pueda ser considerado como piso en casa-habitación. Se aplicó el procedimiento de la norma NMX-C-159-ONNCCE-2004 para la fabricación de 12 probetas cilíndricas con dimensión de 100 mm de diámetro y 200 mm de altura para los ensayos de absorción, densidad y compresión uniaxial; además, se fabricaron 12 probetas prismáticas con dimensión de 150X300X30 mm para el ensayo de abrasión. Para los ensayos de absorción y densidad se aplicó la norma NMX-C-263-ONNCCE-2010, para el ensayo de compresión uniaxial se aplicó la norma NMX-C-036-ONNCCE-2004 y para el ensayo de abrasión se aplicó la norma NTG 41087 h2. Los resultados obtenidos en este estudio muestran que la mezcla de mármol-cemento tuvo una absorción de 14.88%, una densidad de 1750 kg/m³, una resistencia a la compresión de 20.69 MPa y una resistencia al desgaste de 33 mm de ancho de huella. De acuerdo con los resultados obtenidos, esta mezcla cumple satisfactoriamente con la resistencia a la compresión mínima de 15 MPa requerida para pisos de concreto y con el desgaste máximo para un piso de casa-habitación.

PALABRAS CLAVE: Absorción, densidad, resistencia a la compresión, resistencia al desgaste, mezcla mármol-cemento, piso de casa-habitación.



Colaboración

Adolfo Manuel Morales Tassinari; Anai Rogel Flores; Jesus Joel Velazquez Toxtle, TECNM / Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez

ABSTRACT: This study has the purpose to determine the percentage of absorption, density, compressive strength and abrasion resistance of a marble-cement mixture so that it can be considered as floor in house-room. The procedure of standard NMX-C-159-ONNCCE-2004 was apply for the manufacture of 12 cylindrical specimens with a dimension of 100 mm in diameter and 200 mm in height for the uniaxial absorption, density and compression tests; also, 12 prismatic specimens with a dimension of 150X300X30 mm were manufactured for the abrasion test. For the absorption and density test, the standard NMX-C-263-ONNCCE-2010 was apply, for the uniaxial compression test, the standard NMX-C-036-ONNCCE-2004 was apply and for the abrasion test the standard NTG 41087 h2 was apply. The results obtained in this study show that the marble-cement mixture had an absorption of 14.88%, a density of 1700 kg/m³, a compressive strength of 20.69 MPa and an abrasion resistance of 33 mm of footprint. According to the results obtained, this mixture satisfactorily complies with the minimum compressive strength of 15 MPa required for concrete floors and with maximum wear for a house-room floor.

KEYWORDS: Absorption, compressive stress, desgaste stress, density, house-room floor, marble-cement mix.

INTRODUCCIÓN

Una de las principales actividades económicas del municipio de Tepexi de Rodríguez, Puebla, México es la extracción, transformación y venta de materiales pétreos naturales, debido a que existen canteras de travertino, lajas y mármol [1]. En este sentido, el tra-

vertino es una roca de calcita cristalina parcialmente porosa o celularmente estratificada de origen químico, formada por la precipitación de calcita en soluciones de agua calientes o tibias en el fondo de estanques poco profundos [2]; mientras que, la laja es una roca metamórfica de grano fino que presenta una escisión suave que permite que se divida en láminas delgadas [3]. Además, el mármol es una roca metamórfica que consiste predominantemente en calcita recristalizada (CaCO_3) y/o dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), que tiene una textura uniformemente cristalizada [4]. De la Figura 1a) a la Figura 1d), se muestran las fotografías de canteras del municipio de Tepexi de Rodríguez, Puebla, México:

maños; sin embargo, este proceso de transformación provoca la generación de residuos en trozos o en lodo, y que después de recolectarlos, las empresas de la transformación van a tirarlos sus terrenos a cielo abierto provocando afectaciones al medio ambiente. Cabe mencionar que, no existe una cuantificación real de los residuos de la industria marmolera, pero se estima que es de entre un 30% a un 40% de la producción total; en la Figura 2, se muestran fotografías del desecho de la industria marmolera del municipio de Tepexi de Rodríguez:

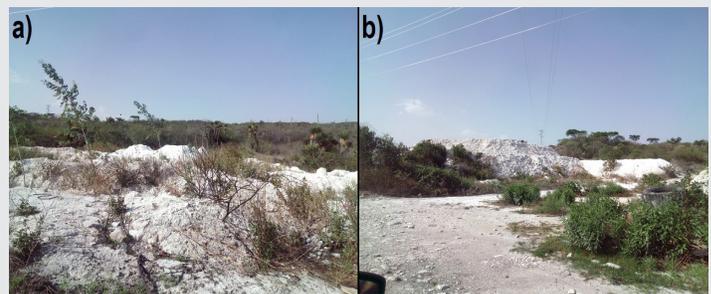


Figura 1. a) Travertino tipo Puebla de la cantera de Morallillo; b) Travertino tipo Puebla de la cantera de El Ejido; c) Laja tipo Tlayúa de la cantera de Colonia Morelos; d) Mármol tipo Café Tabaco de la cantera de Agua de La Luna.

Figura 2. Desechos de la industria marmolera.

Existen empresas dedicadas a la extracción, transformación y venta de diversos tipos de piedras, que son extraídas de las diversas canteras. Estas empresas transforman la piedra mediante las siguientes etapas del proceso de transformación [5]: a) Extracción es el corte del material en cantera; b) Laminado es el corte en sierras de puente en planta; c) Retapado es la aplicación de un material para reforzar la lámina; d) Pulido es el desgaste de las placas con abrasivos para darles brillo; e) Segmentación es el corte de la lámina de acuerdo a las especificaciones; f) Secado es eliminar los residuos de agua; g) Empaque.

Se sabe que los residuos de la industria marmolera generan un impacto ambiental significativo debido a la acumulación de polvos y escombros. En este sentido, la fuerte contaminación del suelo se debe a la acumulación de polvo sobre la superficie donde es depositado el residuo; de esta manera, el suelo absorbe el óxido de calcio (CaO) del residuo que con el tiempo va provocando que el suelo en donde se encuentra se vuelva infértil y no permita el crecimiento de vegetación [6].

En este sentido, las empresas obtienen diversos productos tales como: láminas, tiras y pisos de diversos ta-

A nivel mundial, se realizan esfuerzos para mitigar los efectos negativos del residuo de la industria del mármol buscando alternativas para su uso; por ejemplo, se ha evaluado la efectividad del polvo inerte de piedras de mármol blanco como plaguicida mineral en el control de *Sitophilus zeamais*, en granos de maíz (de la variedad Tusón) [7]. En otro estudio, se confirmó la alta efectividad de la aplicación inicial de residuo de mármol y purines porcinos para iniciar la recuperación del ecosistema en suelo mineros desnudos [8]; incluso, se ha investigado que cementos con un menor contenido de Clinker que incorpora un 10% y 20% de lodos graníticos cumplen con los requisitos establecidos en la norma UNE-EN 197-1 para cementos CEM II/A [9].

También, se han realizado investigaciones para que el polvo del mármol proveniente de las etapas de corte y pulido puedan ser utilizados para la elaboración de bloques [10], para la obtención de adoquines [11], para la fabricación de ladrillos [12], para la producción de cerámicas como tejas y baldosas [13], para la preparación de morteros [14], para la realización de concreto autocompactante [15], y de concreto con fibra de acero [16]. Además, el polvo de mármol finamente molido es utilizado como un componente en pinturas, pasta de dientes y plásticos [17].

Es importante mencionar que, en México también se han realizado esfuerzos por utilizar el polvo del mármol; por ejemplo, se mejoró el comportamiento físico y mecánico usando el polvo del mármol y el mucilago del nopal en mezclas de mortero [18]. Además, los estudiantes del Tecnológico de Monterrey (ITESM) campus Puebla desarrollaron un concreto compuesto con cemento blanco, desecho de PET y polvo de mármol [19]. Cabe aclarar que, el concreto es el material resultante de la mezcla de cemento, agregados pétreos (arena y grava) y agua; además, se ha demostrado que la sustitución de arena y grava por residuos del mármol, hasta en un 75% de cualquier formulación, favorece a la disminución del contenido de aire atrapado y aumenta considerablemente la resistencia a la compresión [20].

El presente estudio tiene como finalidad determinar el porcentaje de absorción, la densidad, la resistencia a la compresión y la resistencia al desgaste de un compuesto a base de polvo de mármol del residuo de la industria marmolera de la localidad de Tepexi de Rodríguez, Puebla, México, para que pueda ser considerado como piso de casa-habitación. Esta investigación resulta relevante debido que al obtener un producto a base de polvo e mármol que pueda ser utilizado en la elaboración de pisos para casa-habitación, mitigaría el impacto ambiental provocado por el residuo proveniente del proceso de corte de la industria marmolera de este municipio.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Laboratorio de Ciencias e Investigación en Materiales (LACIIM) del Centro de Competitividad y Tecnología para la Industria del Mármol del Estado de Puebla (CECOTIMEP) perteneciente al Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez. Para el estudio, se utilizaron los siguientes equipos y materiales: vernier análogo marca MITUTO modelo 530-312, pulidora marca MTI modelo UNIPOL-820, horno de secado marca MEMMERT modelo UP500, báscula digita marca METTLER TOLEDO modelo PB3002-S, báscula digital marca IBN modelo ECO-C150, máquina de compresión marca MATEST modelo SERVOPPLUS, contenedores de plástico con capacidad de 18 litros, polvo de mármol, cemento marca CRUZ AZUL, arena y agua.

Preparación de la Mezcla

Para el diseño de la mezcla se utilizó una relación de peso agua/cemento de 0.62 para tener una resistencia de diseño de 250 kg/cm². Se utilizó una mezcla de 30 kg en este estudio, la cual consistió de: 40% polvo de mármol (12 kg), 25% cemento (7.5 kg), 20% arena (6 kg) y 15% agua (4.5 kg). Para la preparación de la mezcla, se pesaron todos los compuestos con una báscula digital; de la Figura 3a) a la Figura 3), se muestran las fotografías del pesado de los compuestos de la mezcla:



Figura 3. Fotografías del pesado de los componentes de la mezcla: a) Agua; b) Polvo de mármol; c) Cemento; d) Arena.

Después de tener las proporciones adecuadas de los compuestos, de acuerdo con el procedimiento de la norma NMX-C-159-ONNCCE-2004 [21], primero se realizó la mezcla entre la arena y el polvo de mármol hasta una combinación uniforme, después se adicionó y mezcló el cemento hasta una distribución uniforme y, por último, se agregó y mezcló el agua hasta obtener una mezcla homogénea. De la Figura 4a) a la Figura 4d), se muestran las fotografías del proceso para la obtención de la mezcla homogénea:



Figura 4. Obtención de la mezcla: a) Mezclado de arena, polvo de mármol y cemento; b) Vertido de agua; c) Mezclado; d) Mezcla homogénea obtenida.

Para la elaboración de las probetas, y de acuerdo con el procedimiento de la norma NMX-C-159-ONNCCE-2004 [21], se colocó la mezcla homogénea dentro de los moldes en tres capas del mismo espesor. Al verter cada capa, se realizó el varillado donde se efectuaron 25 penetraciones con una varilla compactando cada capa en todo su espesor, permitiendo que la varilla penetrara la capa inmediata inferior. Finalmente, cada probeta fue enrazada para darle el acabado a la cara superficial; de la Figura 5a) a la Figura 5d), se muestra el proceso de elaboración:

Para el acondicionamiento de las 18 probetas, fue necesario lijar las probetas en las caras planas con una máquina pulidora utilizando lijas de grano 100, esto se realizó con la finalidad de que las probetas no tuvieran protuberancias para la realización de los ensayos. En la Figura 7, se muestran fotografías del lijado de las caras probetas:

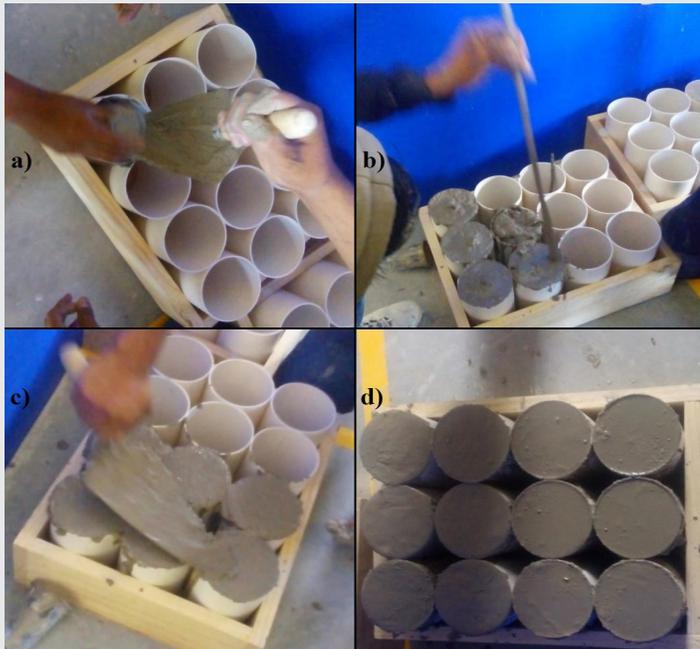


Figura 5. Elaboración de las probetas:
a) Vertido de la mezcla; b) Varillado de la mezcla; c) Razado de las probetas; d) Probetas terminadas.



Figura 7. Lijado de las caras de las probetas:
a) Probetas cilíndricas; b) Probetas prismáticas.

Después de haber elaborado las 12 probetas cilíndricas y las 6 probetas prismáticas, se dejaron secando dentro de un cuarto a temperatura ambiente durante 2 días; y pasado ese tiempo, fueron desmoldadas. Finalmente, las probetas desmoldadas se dejaron dentro de un cuarto a temperatura ambiente hasta completar 28 días para que fraguaran. En la Figura 6a), se muestra la fotografía de las 12 probetas cilíndricas fraguadas; mientras que en la Figura 6b), se muestra la fotografía de las 6 probetas prismáticas fraguadas:

Una vez que se lijaron las caras de las 24 probetas, se verificó con un vernier las dimensiones de las 12 probetas cilíndricas y de las 6 probetas prismáticas; en la Figura 8a) se muestra la fotografía de la medición de probeta cilíndrica; mientras que en la Figura 8b), se muestra la fotografía de la medición de una probeta prismática:



Figura 6. Probetas fraguadas:
a) Probetas cilíndricas; b) Probetas prismáticas.



Figura 8. Fotografías de la medición de las probetas;
a) Probeta cilíndrica; b) Probeta prismática.

Ensayo de Absorción y Densidad

Para los ensayos de absorción y densidad se aplicó el procedimiento de la norma NMX-C-263-ONCCE-2010 [22], de esta manera, primero se precalentó

el horno a una temperatura de 60°C; una vez precalentado, 6 probetas cilíndricas de la mezcla mármol-cemento se introdujeron en el horno de secado y se secaron una temperatura de 60±2°C durante 96 horas hasta obtener peso seco constante. En la Figura 9a), se muestra una fotografía del horno precalentado; mientras que en la Figura 9b), se muestra una fotografía de las 6 probetas dentro del horno de secado:



Figura 9. Secado de las probetas cilíndricas:
a) Horno precalentado b) Probetas cilíndricas dentro del horno.

Para garantizar que las 6 probetas cilíndricas se encontraran en condición seca, se pesaron con una báscula digital cada 24 horas; por lo que se obtuvo peso constante hasta las 96 horas. En la Figura 10a), se muestra la fotografía del peso seco de la probeta P02; mientras que en la Figura 10b), se muestra la fotografía del peso seco de la probeta P06:



Figura 10. Peso seco de las probetas cilíndricas:
a) Probeta P02; b) Probeta P06.

Después de obtener el peso seco, las 6 probetas cilíndricas se sumergieron en agua potable a una temperatura de 22±2°C para que se saturaran. En la

Figura 11, se muestra la fotografía de las 6 probetas cilíndricas sumergidas en agua potable:



Figura 11. Probetas sumergidas en agua potable.

Para garantizar que las 6 probetas cilíndricas se encontraran saturadas, se pesaron con una báscula digital cada 24 horas; por lo que se obtuvo peso constante después de 96 horas. En la Figura 12a), se muestra la fotografía del peso saturado de la probeta PA02; mientras que en la Figura 12b), se muestra la fotografía del peso saturado de la probeta P06:



Figura 12. Peso saturado de las probetas cilíndricas:
a) Probeta P02; b) Probeta P06.

Finalmente, se realizó la pesada hidrostática de las 6 probeta cilíndricas para obtener su peso suspendido. En la Figura 13a), se muestra la fotografía del peso suspendido de la probeta P02; mientras que en la Figura 13b), se muestra la fotografía del peso suspendido de la probeta P06:



Figura 13. Peso suspendido de las probetas cilíndricas: a) Probeta P02; b) Probeta P06.

Ensayo de Compresión Uniaxial.

Para los ensayos de compresión uniaxial se aplicó el procedimiento de la norma NMX-C-083-ONC-CE-2002 [23]; para esto, cada probeta cilíndrica fue ubicada en la máquina de compresión, de tal forma que la probeta estuviera centrada en los dados. En la Figura 14, se muestran fotografías de la probeta P1 durante el ensayo de compresión uniaxial:

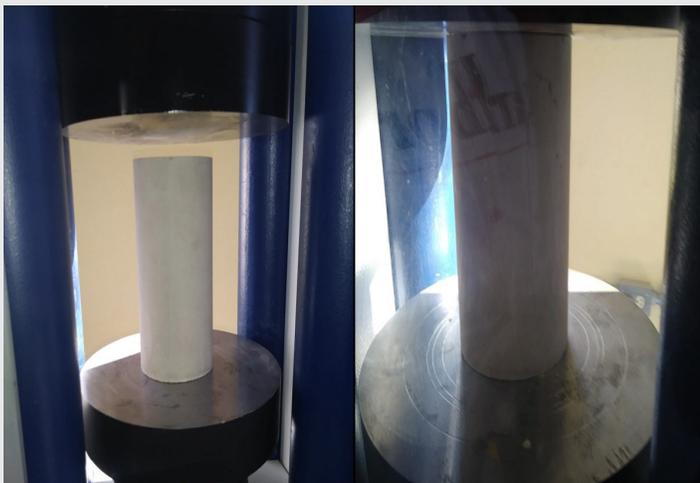


Figura 14. Probeta P1 en el ensayo de compresión.

Cabe mencionar que, la velocidad a la que fueron realizados los ensayos de compresión uniaxial fue de 3 kN/s a temperatura ambiente. En la Figura 15, se muestra la fotografía de las 6 probetas cilíndricas después del ensayo de compresión uniaxial:



Figura 15. Probetas cilíndricas después del ensayo de compresión uniaxial.

Ensayo de Abrasión

Para los ensayos de abrasión se aplicó el procedimiento de la norma NTG 41087 h2 [24]; para esto, cada probeta prismática fue ubicada en la máquina de abrasión, de tal forma que la probeta estuviera centrada verticalmente en el disco. En la Figura 16, se muestran fotografías de las probetas P12 y P15 durante el ensayo de abrasión:

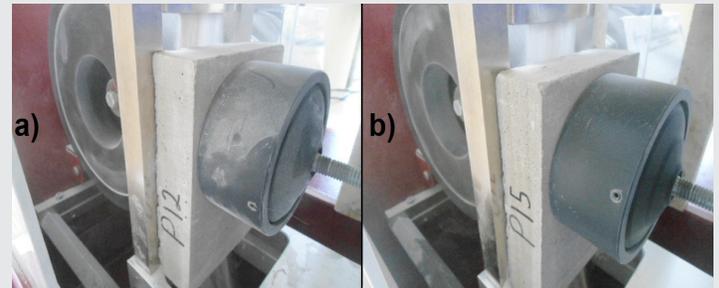


Figura 16. Probetas durante el ensayo de abrasión: a) Probeta P12; b) Probeta P15

Cabe mencionar que, la velocidad a la que fueron realizados los ensayos de abrasión fue de 75 rpm a temperatura ambiente. En la Figura 17, se muestra la fotografía de las probetas después del ensayo de abrasión:



Figura 17. Probetas después del ensayo de abrasión.

Finalmente, a cada probeta prismática se le mide el ancho de huella en el centro de la misma con un vernier; en la Figura 18, se muestra la fotografía de la medición del ancho de huella de la probeta prismática P11:

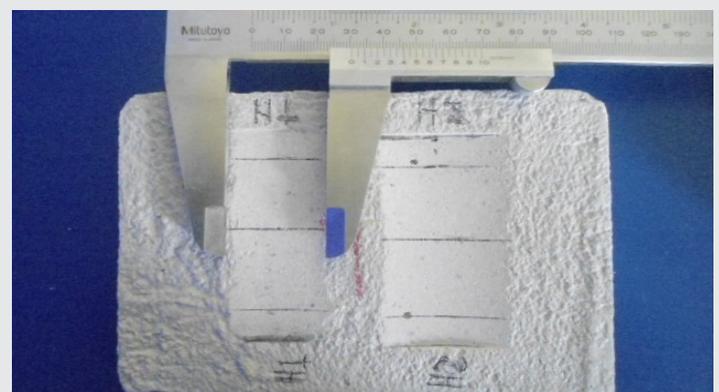


Figura 18. Ancho de huella de la probeta P11.

RESULTADOS

Resultados del Porcentaje de Absorción y Densidad De acuerdo con la norma NMX-C-263-ONCCE-2010, el porcentaje de absorción se calcula mediante la ecuación (1); mientras, la densidad se calcula mediante la ecuación (2):

$$A_A = \frac{A - B}{A} \times 100\% \quad \text{Ec (1)}$$

$$\rho = \frac{A}{B - D} \times 1000 \quad \text{Ec (2)}$$

En la Tabla 1, se muestran los resultados del porcentaje de absorción y de la densidad de la mezcla mármol-cemento:

Tabla 1. Resultados del porcentaje de absorción y densidad.

Núm. de Prob.	Peso Seco A (kg)	Peso Sat. B (kg)	Peso Susp. D (kg)	Porc. de Abs. A _A (%)	Dens. ρ (kg/m ³)
P01	3.180	3.620	1.810	13.84	1757
P02	3.200	3.640	1.820	13.75	1758
P03	3.160	3.600	1.790	13.92	1746
P04	3.200	3.680	1.840	15.00	1739
P05	3.200	3.660	1.830	14.38	1749
P06	3.260	3.720	1.860	14.11	1753
Promedio				14.17	1750
Desviación Estándar				0.42	6.58

Como se muestra en la Tabla 1, la mezcla mármol-cemento tuvo un porcentaje de absorción de 14.17% con una desviación estándar de 0.42%; además, una densidad de 1750 kg/m³ con una desviación estándar de 6.58 kg/m³. En la Figura 19), se muestra el diagrama de caja del porcentaje de absorción; mientras que en la Figura 20), se muestra el diagrama de caja de la densidad:

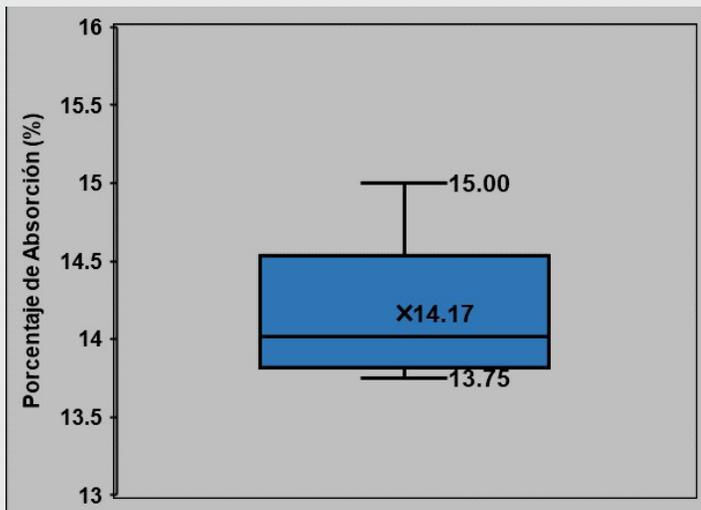


Figura 19. Diagrama de caja del porcentaje de absorción.

Cabe mencionar que, la densidad de 1750 kg/m³ de la mezcla mármol-cemento resulta que es comparable con una mezcla de concreto ligero que tiene

una densidad entre 1203 a 1845 kg/m³; por lo tanto, la densidad obtenida resulta conveniente, cuando se tiene que utilizar en una casa-habitación de dos pisos, debido a que la mezcla tendrá menor peso por unidad de volumen.

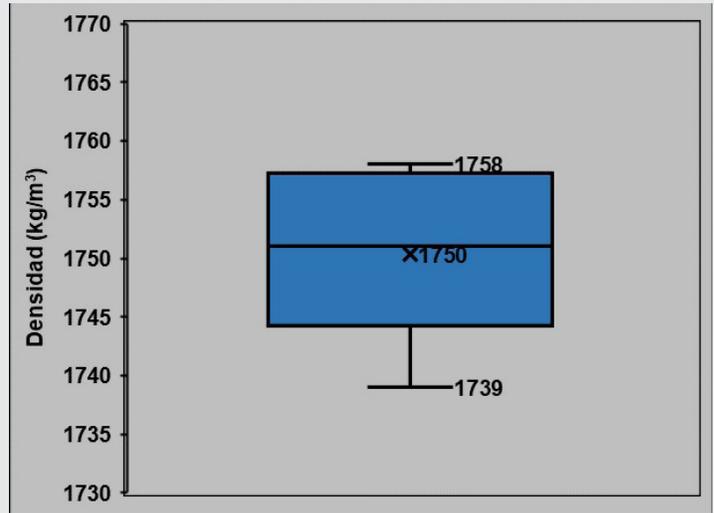


Figura 20. Diagrama de caja de la densidad.

Resultados de la Resistencia a la Compresión

De acuerdo con la norma NMX-C-083-ONCCE-2002, a partir de la carga de compresión (P) y del área de la sección transversal de compresión (A_C) se obtiene la resistencia a la compresión (S) mediante la ecuación (3):

$$S = \frac{P}{A_C} \quad \text{Ec (3)}$$

En la Tabla 2, se muestran los resultados de la resistencia a la compresión de la mezcla mármol cemento:

Tabla 2. Resultados de la resistencia a la compresión.

Núm. de Prob.	Carga de Compresión P (N)	Área de Compresión A _C (mm ²)	Resistencia a la Compresión S (MPa)
P01	195876	8659.015	22.62
P02	103693	8824.754	11.75
P03	201597	8824.734	22.85
P04	176353	8824.7544	20.37
P05	203957	8824.7544	23.11
P06	204815	8741.678	23.43
Promedio			20.69
Desviación Estándar			4.12

Como se muestra en la Tabla 2, la mezcla mármol-cemento tuvo una resistencia a la compresión promedio de 20.69 MPa con una desviación estándar de 4.12 MPa. En la Figura 21), se muestra en diagrama de caja de la resistencia a la compresión:

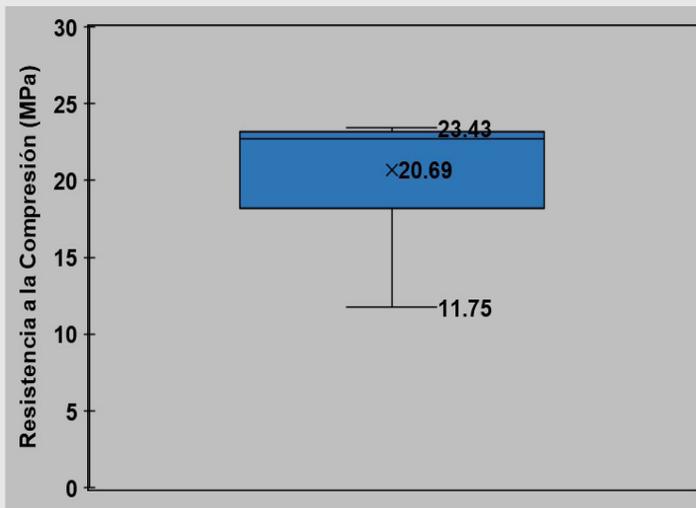


Figura 21. Diagrama de caja de la resistencia a la compresión.

Cabe mencionar que, la resistencia a la compresión obtenida de 20.69 MPa (211 kg/cm²) cumple con los parámetros mínimos en pisos de casa-habitación de 150 kg/cm²; por lo tanto, el uso como piso alternativo en casa-habitación resulta viable.

Resultados de la Resistencia al Desgaste

De acuerdo con la norma NTG 41087 h2, con los valores medidos de los dos anchos de huella medidos en cada probeta prismática, en la Tabla 3 se muestran los resultados de la resistencia al Desgaste de la mezcla mármol-cemento:

Tabla 3. Resultados de la resistencia al desgaste.

Núm. de Prob.	Ancho de Huella 1 (mm)	Ancho de Huella 2 (mm)	Ancho de Huella Promedio (mm)
P01	33	35	34
P02	33	33	33
P03	33	31	32
P04	35	33	34
P05	33	31	32
P06	33	31	32
Promedio			33
Desviación Estándar			2

Como se muestra en la Tabla 3, la mezcla mármol-cemento tuvo una resistencia al desgaste promedio de 33 mm con una desviación estándar de 2 mm. En la Figura 22), se muestra en diagrama de caja de la resistencia al desgaste:

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, la mezcla mármol-cemento tiene un porcentaje de absorción de 14.17%, una densidad de 1750 kg/m³, una resistencia a la compresión de 20.69 MPa y una resistencia a la abrasión con un ancho de huella de 33 mm. Cabe

mencionar que el concreto utilizado en pisos de casa habitación tienen una resistencia a la compresión de 15 MPa (150 kg/cm²) [25]. A decir, existen tres tipos de concretos: concreto de peso normal, concreto de peso ligero y concreto autocompactante; por lo que en la tabla 4, se muestran las propiedades de los tres tipos de concretos [26]:

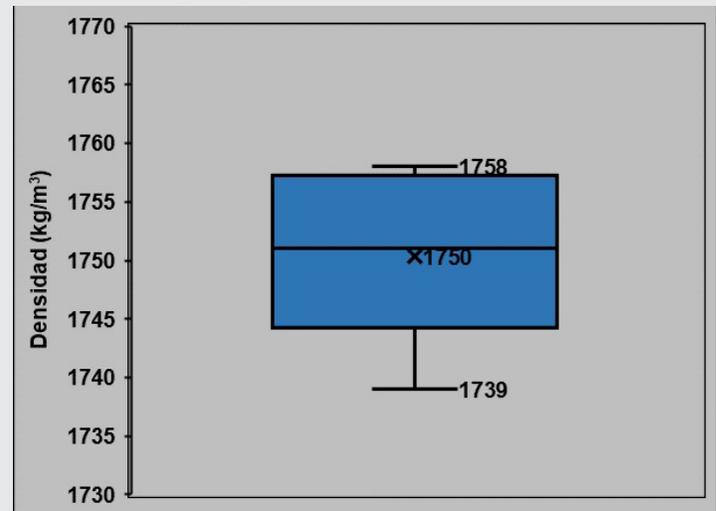


Figura 22. Diagrama de caja de la resistencia a la abrasión.

Tabla 4. Propiedades de los tres tipos de concretos.

Propiedad	Concreto de Peso Normal	Concreto Autocom.	Concreto de Peso Ligero
Resistencia a la Compresión Mínima f'_c (MPa)	15	15	15
Rango de Densidad en estado endurecido ρ' (KN/m ³)	22.7 – 23.5	22.7 – 23.5	11.8 – 18.1

En este sentido la mezcla de mármol-cemento que tiene una resistencia a la compresión de 20.69 MPa cumple con los parámetros de resistencia a la compresión de cualquier tipo de concreto; además, la mezcla de mármol-cemento que tiene densidad de 1750 kg/m³ cumple con el rango de densidad de un concreto ligero de 11.8 a 18.1 kN/m³ (1203 a 1845 kg/m³). Por lo que, se concluye que la mezcla de mármol-cemento cumple con requisitos para ser considerada como piso alternativo en casa-habitación.

BIBLIOGRAFÍA

[1] *Panorama minero del Estado de Puebla. México: Servicio Geológico Mexicano, 2017.*
 [2] *Standard terminology relating to dimension stone, ASTM Standard C119-16, 2016.*
 [3] *Dimension Stone Design Manual Version VIII: Slate. USA: Marble Institute of America, 2016.*

- [4] Dimension Stone Design Manual Version VIII: Marble and Onix. USA: Marble Institute of America, 2016.
- [5] Coordinación General de Minería. “Estudio de la Cadena Productiva del Mármol”. Subdirección de Cadenas Productivas. Dirección de Fomento y Organización. Dirección General de Desarrollo Minero. Coordinación General de Minería. Secretaría de Economía. México, (2015)
- [6] A. Santos; N. Villegas; J. Betancourt. “Residuo de mármol como insumo en la construcción civil - diagnóstico de la Comarca Lagunera”. *Revista de la Construcción*, vol. 11 No.2, pp. 17-26. (2012).
- [7] Y. Rodríguez-Ledesma; R. Mirabal-García; C. Suárez-Pérez; M. García-González; A. Albert-Rodríguez; I. Orrantia-Cárdenas. “Control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky con polvo de mármol en granos de maíz almacenados”. *Pastos y Forrajes*, Vol.40, No. 4, pp. 296-301. (2017).
- [8] R. Zornoza; A. Faz; S. Martínez-Martínez; J. Acosta; M. Gómez-López; S. Avilés-Marín. “Marble waste and pig slurry increment soil quality and reduce metal availability in a tailing pond”. *Terra Latinoamericana*, Vol. 31, No.2, pp. 105-114. (2017).
- [9] Gabriel Medina Martínez. “Reutilización de residuos industriales en el diseño de nuevos materiales eco-eficientes de base cemento. Aplicación en la Ingeniería Civil”. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura. España, 2018.
- [10] F. Aukour. “Feasibility study manufacturing concrete eco-blocks using marble sludge powder as raw materials”. *Sustainable Development and Planning IV*, Vol. 2, pp. 845-851. (2009).
- [11] O. Gencel; C. Ozel; F. Koksai; E. Erdogmusd; G. Martínez-Barrerae; W Brostow. “Properties of concrete paving made with waste marble”. *Journal of Cleaner Production*, No. 21, pp. 62-70. (2011).
- [12] K. Kartini; E. Norul; B. Noor; H. Ahmad. “Development of lightweight sand-cement bricks using quarry dust, rice husk and kenaf powder for sustainability”. *International Journal of Civil & Environmental Engineering*, Vol. 12, No. 6, pp. 1-7. (2012).
- [13] Rubén Castaño Domene. “Propuesta de instalación para la recuperación de lodos procedentes del mecanizado del mármol”. Trabajo de fin de Master. Universidad de Almería. España, 2011.
- [14] T. Kavas; A. Olgun. “Properties of cement and mortar incorporating marble dust and crushed brick”. *Ceramics-Silikáty*, Vol. 52, No. 1, pp. 24-28. (2008).
- [15] P. Valdez; B. Barragán; I. Girbes; N. Shuttleworth; A. Cockburn. “Uso de residuos de la industria del mármol como filler para la producción de hormigones auto-compactantes”. *Materiales de Construcción*, Vol. 61, No. 301, pp. 61-76. (2011).
- [16] M. Coutinho; A. Ramos. “Aplicação de um concreto fibroso fluido ecoeficiente”. *Construcción y Cemento. Investigación y Desarrollo*, Vol. 6, No. 1, pp. 64-84. (2014).
- [17] Coordinación General de Minería. “Perfil del mercado del mármol”. Subdirección de Cadenas Productivas. Dirección de Fomento y Organización. Dirección General de Desarrollo Minero. Coordinación General de Minería. Secretaría de Economía. México, (2016).
- [18] J. Betancourt; F. Cortés; J. Rentería; A. Díaz; M. Vaquera. “Comportamiento de mezclas de mortero con residuos de mármol (polvo), cáscara de nuez y mucílago de nopal”. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, Vol. 13, No. 1. (2019).
- [19] A. Valdés. “Construir más con menos, un reclamo urgente para un mejor futuro”. *Construcción y Tecnología en Concreto*, pp. 16-21. (2016).
- [20] H. Hebhouh; H. Aoun; M. Belachia; H. Houari; E. Ghorbel. “Use of waste marble aggregates in concrete”. *Construction and Building Materials*, Vol. 25, No. 3, pp. 1167-1171. (2011).
- [21] Industria de la Construcción – Concreto – Elaboración y Curado de Especímenes en el Laboratorio – Método de Prueba, NMX-C-159-ONNCCE-2004, 2004.
- [22] Industria de la Construcción – Concreto Hidráulico Endurecido – Determinación de la Masa Específica, Absorción y Vacíos, NMX-C-263-ONNCCE-2010, 2010.
- [23] Industria de la Construcción – Concreto – Determinación de la Resistencia a la Compresión de Cilindros de Concreto – Método de Prueba, NMX-C-083-ONNCCE-2002, 2003.
- [24] Métodos de Ensayo - Determinación de la resistencia al desgaste por abrasión de adoquines de concreto, NTG 41087 h2, 2012.
- [25] J. Carrillo; S. Alcocer; W. Aérador. “Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo”. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, Vol. XIV, No. 2, pp. 285-298. (2013).
- [26] Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto, NTC-C, 2017.





Ciencias *de la* Computación

Ingeniantes

Prueba de autenticación para el logueo web mediante algoritmo genético



Colaboración

Fernando Alberto Hernández Guevara; Keila Elena Ocaña Drouaillet; Roberto Ángel Meléndez Armenta; Jorge Mario Figueroa García, Instituto Tecnológico Superior de Misantla

RESUMEN: Los algoritmos evolutivos tienen su aplicación en la ingeniería en problemas complejos de optimización, las pruebas de Turing se basan en la interrogación para diferenciar computadoras de humanos, derivado de que los sistemas web por su naturaleza pública y multiplataforma son susceptibles a vulnerabilidades frente a ciber atacantes, implementar una prueba de turing automática y pública, con algoritmos genéticos, para diferenciar computadoras de humanos y así facilitar el acceso de los usuarios en el Sistema Integral del Tecnológico de Misantla (SITM), aunque en el mercado hay tecnologías para el control de acceso, ninguna cumple con las necesidades primordiales para minimizar las posibles amenazas a la seguridad del SITM. En su desarrollo se usó el paradigma de la POO, con la finalidad de construir una función objetivo con “ciertas regularidades”, es decir que verifiquen que sus respectivos valores en las funciones sean similares. Logrando con ello la creación de un algoritmo genético que asegura la identificación, autenticación y autorización a aquella información que se almacena, procesa y comunica, elevando la seguridad del Sistema Integral del Tecnológico de Misantla.

PALABRAS CLAVE: captcha, algoritmo genético, backend, frontend.

ABSTRACT: Evolutionary algorithms have their application in engineering in complex optimization problems, Turing tests rely on interrogation to differentiate computers from humans, derived from the fact that web systems due to their public and cross-platform nature are susceptible to vulnerabilities against cyber attackers, implement an automatic and public turing test, with genetic algorithms, to differentiate computers from humans and thus facilitate user access in the Misantla Technological Integral System (SITM), Although there are technologies for access control on the market, none of them meet the essential needs to minimize possible threats to SITM security. In its development, the OOP paradigm was used, in order to build an objective function with “certain regularities”, that is, verify that their respective values in the functions are similar. Thus achieving the creation of a genetic algorithm that ensures the identification, authentication and authorization of that information that is stored, processes and communicates, increasing the security of the Misantla Technological Integral System.

KEYWORDS: captcha, Genetic algorithm, backend, frontend.

INTRODUCCIÓN

Desde el principio de los tiempos del surgimiento del término informática el humano ha tratado de replicar las operaciones rutinarias que realiza de forma manual o análoga, empezando desde pequeños problemas matemáticos hasta el nivel biológico, como son la inteligencia artificial, la cual no es lo mismo que replicar el pensamiento humano en una computadora o una tecnología que remplace lo biológico a lo digital, surgiendo con esto la inteligencia artificial, que es el campo científico de la informática que se centra en la creación de programas y mecanismos que pueden mostrar comportamientos considerados inteligentes, esto puede resumirse como la capacidad de adaptación al entorno para resolver los problemas que se le presenten, lo que nos permite implementar en las máquinas un mecanismo para simular el comportamiento de un ser vivo, capaz de

4. ECMAScript: es una especificación de lenguaje de programación publicada por ECMA International. ECMAScript define un lenguaje de tipos dinámicos ligeramente inspirado en Java y otros lenguajes del estilo de C. Soporta algunas características de la programación orientada a objetos mediante objetos basados en prototipos y pseudoclases[5].

5. JavaScript: es una importante tecnología web que provee de interactividad y efectos especiales las páginas web. Cada vez que una página web hace más que estar ahí y mostrar información estática para que puedas ver mostrando actualizaciones de contenido oportunas, o mapas interactivos, o gráficos animados 2D/3D, o desplazarse por reproductores de video, etc. puedes apostar a que JavaScript probablemente esté involucrado[6].

6. JSON: es un formato ligero de intercambio de datos. Leerlo y escribirlo es simple para humanos, mientras que para las máquinas es simple interpretarlo y generarlo. Está basado en un subconjunto del lenguaje de programación JavaScript, standard ECMA-262.[7].

RESULTADOS

Algoritmo Genético

Los algoritmos genéticos que simulan la evolución utilizando el código de computadora para ayudar a encontrar soluciones óptimas cuando se enfrentan problemas que involucran múltiples requisitos, son parte de una clase de algoritmos evolutivos que conforman un segmento más grande, el software de aprendizaje automático.

Como son la integración de una prueba de turing con algoritmos genéticos (AG), para la identificación entre un humano y un algoritmo mal intencionado (spam), que busca el acceso a un sistema de información mediante la autenticación a través de un formulario.

Los algoritmos evolutivos tienen su aplicación en la ingeniería en problemas complejos de optimización. De manera particular en esta investigación se utiliza un AG con la estructura de una prueba de turing, con el fin de diferenciar computadoras de humanos.

El funcionamiento del algoritmo genético parte de una población inicial, es definida por un conjunto de individuos. Cada individuo de la población es una propuesta de solución al problema.

En este caso de estudio, la población inicial se definió aleatoriamente. Cada individuo es evaluado mediante una función objetivo con el propósito de evaluar la aptitud de este, para después pasar al proceso de selección.

Una vez seleccionado un par de individuos, se cruzan para generar dos nuevos individuos. Tras el cruce se da lugar a la mutación, consiste en modificar a uno o varios de sus genes de manera aleatoria. Para el criterio de convergencia o terminación, en este caso se limitó a un número máximo de evoluciones (generaciones).

El pseudocódigo de un algoritmo evolutivo, se expresa de la siguiente forma:

```

BEGIN /* Algoritmo evolutivo Simple */
  Generar una población inicial
  Computar la función de evaluación de cada individuo.
  FOR Generaciones DO
    BEGIN /* Producir nueva generación */
      FOR Sobrevivientes DO
        BEGIN
          Seleccionar aleatoriamente individuo sobreviviente.
          Mutar sobreviviente con cierta probabilidad.
          Insertar sobreviviente en la nueva población.
        END
      FOR Poblaciontotal-Sobrevivientes DO
        BEGIN /* Ciclo Reproductivo */
          Seleccionar dos individuos de la anterior generación, para el cruce (Selección por ruleta).
          Cruzar con cierta probabilidad los dos individuos obteniendo dos descendientes.
          Mutar descendiente con cierta probabilidad.
          Computar la función de evaluación del descendiente mutado.
          Insertar descendiente mutado en la nueva generación.
        END
      END
    END
  END

```

Codificación de los genes: el primer paso es determinar cómo representar los datos, esta es la base de la AG, que representa al individuo a través de genes que imitan algún elemento de los datos, para esto se representaron los genes como caracteres (caracteres ASCII), cada carácter puede provenir de uno de estas 26 letras: ABCDEFGHIJKLMN-OPQRSTUVWXYZ. A su vez se necesita un objetivo, en este caso, es la palabra que el usuario ingrese.

Población inicial: la población inicial parte de la inicialización del individuo que consiste en pre-asignar los valores de los caracteres en la codificación de los genes, es principalmente una clase de conveniencia que mantiene a todos nuestros individuos unidos como una unidad.

Selección: para garantizar que los mejores individuos tienen una mayor posibilidad de ser padres, frente a los individuos menos buenos. se debe de tener precaución para dar una oportunidad de reproducirse a los individuos menos buenos. Éstos

pueden incluir material genético útil en el proceso de reproducción. Esta idea define la presión selectiva que determina en qué grado la reproducción está dirigida por los mejores individuos. En la clase se usa un enfoque de selección de ruleta (Seleccionar por genes aleatorios y elegir el mejor).

Cruza: se puede tener uno o más operadores de cruce para la representación. Algunos aspectos importantes a tener en cuenta son:

- Los hijos deberían heredar algunas características de cada padre.
- Si éste no es el caso, entonces estamos ante un operador de mutación.
- Se debe diseñar de acuerdo a la representación.
- La recombinación debe producir cromosomas válidos.
- Se utiliza con una probabilidad alta de actuación sobre cada pareja de padres a cruzar, el punto de cruce puede ser entre 0.5 y 0.9, si no actúan los padres son los descendientes del proceso de recombinación de la pareja.

Para el experimento descrito en el presente el punto de cruce (tasa uniforme) fue determinado al 0.5%.

Mutación: al igual que en el cruce, en la mutación se puede tener uno o más operadores de mutación para nuestra representación. Pero existen aspectos a considerar para realizar el proceso:

- Debe permitir alcanzar cualquier parte del espacio de búsqueda.
 - El tamaño de la mutación debe ser controlado.
 - Debe producir cromosomas válidos.
 - Se aplica con una probabilidad muy baja de actuación sobre cada descendiente obtenido tras aplicar el operador de cruce.
- La tasa de valores aleatorios está mutada al 0.01 %.

Tabla 1. Resumen de los parámetros del algoritmo evolutivo.

Parámetro	Valor
Tamaño de la población.	Depende del objetivo.
Tamaño del Cromosoma	27
Selección	Ruleta
Porcentaje de cruce	0.5%
Probabilidad de mutación	0.1%
Numero de generaciones	200
Corridas	6
Métrica	Menor Costo

Aplicación

El ambiente de desarrollo del algoritmo evolutivo se realizó en un lenguaje de programación PHP. La funcionalidad del algoritmo evolutivo se rige mediante los parámetros descritos anteriormente y resumidos en la Tabla 1. Resumen de los parámetros del algoritmo evolutivo.

Después de que los parámetros del algoritmo estocástico están configurados, se procedió a realizar la

implementación, la cual se describe a continuación. La Figura 2. Integración AG, muestra la composición de un algoritmo genético y una prueba de turing, la cual le solicita al usuario la siguiente instrucción:

¿Eres un humano?

Forma una palabra con los siguientes caracteres: (ABCDEFGHIJKLMNPOQRSTUVWXYZ).



Figura 2. Integración AG

Fuente: Elaboración Propia, FAHG.

Posteriormente, se ingresa la palabra que el usuario decida siempre y cuando sea en mayúsculas y se elabore con las letras que le muestra en pantalla, se da clic en validar, para verificar que el humano está cumpliendo con la instrucción y no sea un algoritmo mal intencionado que requiere saturar el sistema con la solicitud de peticiones, como se puede observar en la Figura 3. Ingreso de la palabra en AG.



Figura 3. Ingreso de la palabra AG

Fuente: Elaboración Propia, FAHG.

Después de dar clic en la validación, se corre el algoritmo genético, el cual internamente tiene la regla que se le mostró al usuario, que le indica que formule una palabra con los siguientes caracteres "ABCDEFGHIJKLMNPOQRSTUVWXYZ", el AG vuelve la palabra tecleada por el usuario su objetivo, con base en esto debe de lograr la palabra ingresada a partir de dicha restricción, cabe mencionar que

la palabra puede ser cualquiera, con cualquier carácter conocido, pero para tales casos donde no se respete la norma no se alcanzará la meta, siempre y cuando se cumpla el criterio el AG llegará a su objetivo y se habilitará el botón desbloquear, como se puede observar en la Figura 4. Corrida AG.

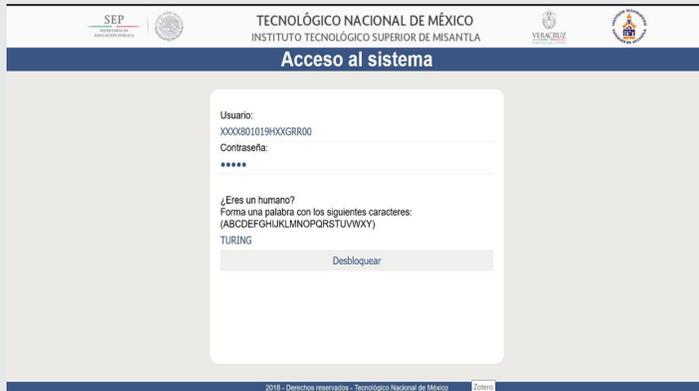


Figura 4. Corrida AG
Fuente: Elaboración Propia, FAHG.

En la Figura 5. Botón ingresar, se puede observar que después de dar clic en el botón desbloquear, si el AG llegó a su objetivo, se habilita el botón de ingresar y se accede a la pantalla principal.



Figura 5. Botón ingresar
Fuente: Elaboración Propia, FAHG.

En la Figura 6. Autenticación correcta, se puede visualizar la pantalla del sistema, después de cumplir los requisitos previos para el mismo.

En caso de que el usuario no comprenda la instrucción e ingrese algo erróneo o que el algoritmo genético no alcance el objetivo, el sistema enviará un mensaje de error, como se puede observar en la Figura 7. Error AG, posterior a dar clic en desbloquear, ya que es la parte del proceso donde se valida que el AG llegue al objetivo (la palabra que ingresa el usuario final).



Figura 6. Autenticación correcta
Fuente: Elaboración Propia, FAHG.

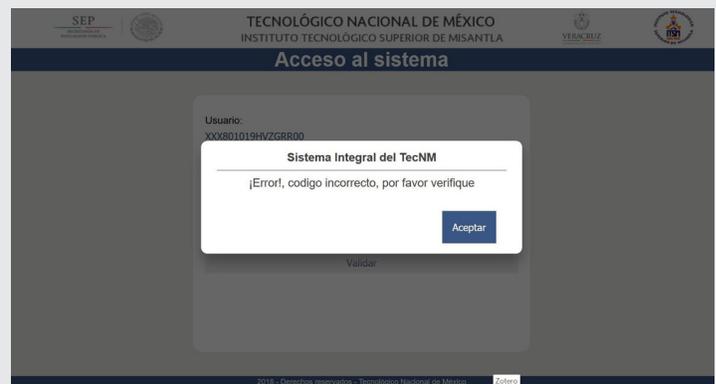


Figura 7. Error AG
Fuente: Elaboración Propia, FAHG.

Validación

En la tabla 2 se muestran una comparación con los resultados obtenidos al momento de ejecución de AG con distintos tamaños en el objetivo. En la columna tiempo, describe en segundos cuanto tardo el proceso de ejecución para la resolución de la instancia.

Tabla 2. Resultados obtenidos en las instancias del experimento.

Instancia	Matriz	Tamaño	Generaciones	Fitness	Tiempo
Instancia_1	1x4	4	9	1	.04s
Instancia_2	1x4	4	24	1	.01s
Instancia_3	1x4	4	29	1	0.013s
Instancia_4	1x11	11	167	1	.063s
Instancia_5	1x11	11	124	1	.06s
Instancia_6	1x11	11	45	3	.038s

En la comparativa que se muestra en la tabla 3, se describen los tiempos que se llevó en la resolución de 6 objetivos para el AG y la misma cantidad para el captcha, en la columna instancia, describe el número de objetivo a alcanzar y/o prueba realizada, igual que para captcha, en la columna tiempo, se visualiza el tiempo que tardo en cada uno de ellos para llegar a la solución correspondiente. Se puede ver que después de los experimentos realizados el AG tiene una ventaja para tales casos.

Tabla 3. Comparativa entre un captcha tradicional y la solución propuesta.

AG		CAPTCHA	
Instancia	Tiempo	Instancia	Tiempo
Objetivo1	.04s	Objetivo1	13s
Objetivo2	.01s	Objetivo2	3s
Objetivo3	0.013s	Objetivo3	2.45s
Objetivo4	.063s	Objetivo4	2.62s
Objetivo5	.06s	Objetivo5	2.62s
Objetivo6	.038s	Objetivo6	3.81s

[4] P. Prescott, *HTML 5*. Babelcube Inc., 2015.
 [5] N. Prusty, *Learning ECMAScript 6*. Packt Publishing Ltd, 2015.
 [6] C. Vigouroux, *Aprender a desarrollar con JavaScript*. Ediciones ENI, 2017.
 [7] A. Gangemi et al., *The Semantic Web: 15th International Conference, ESWC 2018, Heraklion, Crete, Greece, June 3-7, 2018, Proceedings*. Springer, 2018.

CONCLUSIONES

Como producto de esta investigación se logró realizar la integración de un algoritmo evolutivo con una prueba de Turing, enfocado a un ámbito web para el Sistema Integral del Tecnológico de Misantla y así garantizar que es un humano el que trata de ingresar y no un algoritmo automático.

Para obtener un funcionamiento óptimo del algoritmo genético, se recomienda un número mayor en el número de generaciones, pues entre más generaciones sean evaluadas se obtendrá un mejor resultado en el desempeño de los individuos.

Un problema habitual en las ejecuciones de los AG, surge debido a la alta velocidad con la que el algoritmo converge, en algunos casos la convergencia es muy rápida, lo que suele denominarse convergencia prematura, en la cual el algoritmo converge hacia óptimos locales, mientras que en otros casos el problema es justo el contrario, es decir se produce una convergencia lenta del AG. Al comparar la función objetivo del AG propuesto en el presente trabajo contra el CAPTCHA tradicional, la obtención de n funciones objetivo aproximadas puede resultar mejor que el captcha tradicional, en el supuesto caso que la evaluación aproximada resulta como mínimo n veces más rápida que el captcha y a su vez garantiza que quién inicia sesión en el Sistema Integral del Tecnológico de Misantla (SITM) es un humano o persona real y no un algoritmo de spam.

BIBLIOGRAFÍA

[1] X. G. GARCÍA, *Desarrollo y reutilización de componentes software y multimedia mediante lenguajes de guión*. Ediciones Paraninfo, S.A., 2014.
 [2] J. M. E. González, J. G. Caballero, y A. N. García, *Integración de sistemas de automatización industrial Edición 2019*. Ediciones Paraninfo, S.A., 2019.
 [3] C. P. Millahual, *PHP 7 - Sitios Dinámicos: Aprenda a programar sin conocimientos previos*. RedUsers, 2019.





Ciencias
de la
Computación

Ingeniantes

Desarrollo de un programa para el Robot NAO basado en una rutina terapéutica para la atención de la parálisis cerebral infantil (DIF municipal de la ciudad de Ajalpan, Puebla)



Colaboración

Víctor César Olguín Zárate; Lorena Santos Espinosa; Miguel Flores Zárate, Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan

RESUMEN: La Parálisis cerebral infantil (PCI) es un término usado para describir un grupo de incapacidades motoras producidas por un daño en el cerebro del niño que pueden ocurrir en el período prenatal, perinatal o postnatal. El tratamiento debe ser individualizado, en función de la situación en que se encuentra el niño (edad, afectación motriz, capacidades cognitivas, patología asociada), teniendo en cuenta el entorno familiar, social, escolar. En este artículo se describe el desarrollo de una terapia programada en el robot NAO la cual tiene como objetivo evaluar el uso del Robot NAO como una herramienta que pueda llegar a ser significativa en el proceso de mejoras motrices en niños con PCI, este proyecto se desarrolla en vinculación con el DIF municipal de la Ciudad de Ajalpan, Puebla donde personal especializado define las rutinas que el robot NAO efectuará y estas tendrán que ser replicadas por el paciente.

PALABRAS CLAVE: Robot NAO, Programación de terapia con robot, Tratamientos Terapéuticos, Parálisis Cerebral Infantil, Rehabilitación de Pacientes.

ABSTRACT: Children Cerebral Palsy (CCP) is a term used to describe a group of motor disabilities caused by damage to the child's brain that may occur in the prenatal, perinatal or postnatal period. The treatment must be individualized, depending on the situation in which the child, taking into account the family, social, school environment. This article describes the development of a programmed therapy in the NAO robot, which aims to evaluate the use of the NAO Robot as a tool that can become significant in the motor improvement process in children with PCI, this project is developed in Linking with the DIF municipality of the City of Ajalpan, Puebla where specialized personnel define the routines that the robot NAO performed and these will have to be replicated by the patient.

KEYWORDS: NAO Robot, Robot therapy programming, Therapeutic Treatments, Child Cerebral Palsy, Patient Rehabilitation.

INTRODUCCIÓN

La tecnología mejora día a día y aparecen nuevas aplicaciones en diferentes campos del saber humano. Una de tantas áreas que está revolucionando las nuevas tecnologías es el área de la salud humana. Los avances en la recopilación de información, la investigación, los tratamientos y las comunicaciones han dado a los responsables de la salud nuevas herramientas para trabajar y lograr la pronta recuperación de pacientes ayudando a mejorar su calidad de vida. Para el proyecto que se describe a continuación se atiende la patología de la Parálisis Cerebral Infantil, la cual es un grupo de trastornos que pueden comprometer las funciones del cerebro y del sistema nervioso como el movimiento, el aprendizaje, la audición, la visión y el pensamiento [1]. Hay algunos tipos diferentes de parálisis cerebral, entre ellas: espástica, discinética, atáxica, hipotónica y mixta. La parálisis cerebral es causada por lesiones o anomalías

del cerebro. La mayoría de estos problemas ocurre a medida que el bebé crece en el útero. Sin embargo, se pueden presentar en cualquier momento durante los primeros 2 años de vida, mientras el cerebro del bebé aún se está desarrollando [2]. Este proyecto está focalizado en el DIF municipal de la ciudad de Ajalpan, Puebla, lugar donde se colabora con los especialistas en la atención de niños con PCI para definir las rutinas de atención que serán programadas en el Robot NAO. Este proyecto tiene como objetivo evaluar el impacto de utilizar un Robot NAO como una herramienta de ayuda en las terapias de movilidad en pacientes con PCI. La factibilidad de utilizar al Robot NAO como una herramienta está apoyada en el hecho de que no existe un tratamiento específico para la PCI, el objetivo de cualquier tratamiento es ayudar a la persona a ser lo más independiente posible [3]. Cada actividad desarrollada en este proyecto deberá ser evaluada para definir indicadores que permitan determinar si el uso de esta tecnología contribuye a la mejora en el desarrollo de las pacientes con PCI, además de poder evaluar el nivel de aceptación entre la población atendida con el Robot NAO.

MATERIAL Y MÉTODOS

Recolección de Datos

La obtención de datos de atención de pacientes para este estudio se llevó a cabo dentro de la Unidad Básica de Rehabilitación (UBR) del DIF municipal de la ciudad de Ajalpan, Puebla, para este proceso se contó con el apoyo del encargado de esta unidad (L.T.F. José Sánchez Solís). El proceso de recolección de datos fue a través de un censo donde se identificaron las edades y patologías que presentaban los pacientes al ingresar o al acudir regularmente a Terapias en la UBR.

Para este estudio no fue necesaria la toma de una muestra, debido a que fue posible identificar a toda la población atendida a través de un censo, esto generó una mayor representatividad. Es importante mencionar que solamente se tomaron en cuenta para este análisis a pacientes recurrentes a las terapias, ya que se observó que existían casos de pacientes que no le daban seguimiento a la atención y rehabilitación de la PCI [4].

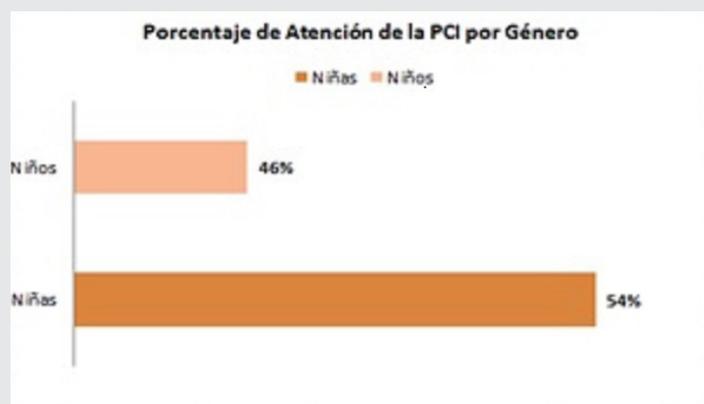


Figura 1. Porcentaje de Atención de la PCI por género en el DIF Municipal de la Ciudad de Ajalpan.

Parálisis Cerebral Infantil

Para tener un marco conceptual sobre la patología sobre la cual se desarrollaron las rutinas en el Robot NAO, fue necesaria todas las referencias posibles acerca de la PCI. La parálisis cerebral infantil (PCI) es la causa más común de discapacidad física grave en la infancia. Una de las definiciones más aceptadas la describe como “un grupo de alteraciones no progresivas del movimiento y la postura que limitan la actividad, debido a una lesión del cerebro no progresiva ocurrida durante el desarrollo cerebral del feto o el niño pequeño”.

Los trastornos motores se acompañan frecuentemente de alteraciones sensoriales, perceptivas, cognitivas, de la comunicación, epilepsia y/o problemas musculoesqueléticos secundarios [5].

La causa más frecuente de PCI es el déficit de suministro sanguíneo a un encéfalo en desarrollo, debido a hemorragias, inflamación o ictus. Las causas son diversas y, a veces no se conocen con certeza.

Por definición la lesión es estable (no progresiva) y los trastornos son persistentes, pero cambian con la edad. Las manifestaciones de la PCI dependen de la extensión y la localización de la lesión cerebral, así como de la capacidad del cerebro a adaptarse a ella. En los últimos años el pronóstico ha mejorado gracias a nuevas herramientas y enfoques terapéuticos.

El tratamiento se basa en los síntomas de la persona y en la necesidad de prevenir complicaciones[6].

Por último, en función de la severidad con la que se manifiesta la parálisis cerebral, podemos dividirla en:

Parálisis Cerebral Leve

Se produce cuando la persona no está limitada en las actividades de la vida diaria, aunque presenta alguna alteración física.

Parálisis Cerebral Moderada

En este caso el individuo tiene dificultades para realizar las actividades diarias y necesita medios de asistencia o apoyos.

Parálisis Cerebral Severa

La persona requiere de apoyos para prácticamente todas las actividades de la vida diaria.

En esta investigación de acuerdo a los datos analizados se identificó que la mayoría de pacientes atendidos en la Unidad Básica de Rehabilitación presentan Parálisis Cerebral Severa, es con este tipo de pacientes (previa autorización) con los cuales se realizarán en una siguiente etapa las pruebas de rehabilitación con el Robot NAO.

Robot NAO (NAO – H25)

El robot Nao es del tipo Humanoide y mide 58 cm de al-

tura, pesa 4.3 kg y tiene una carcasa fabricada en plástico (véase Figura 2). Usa una batería de litio de 21.6V, con una autonomía aproximada de 45 minutos con el robot en actividad. El consumo en uso normal es de 30W, y en actividad 70W. Permite conexión con cargador de 24V [7].

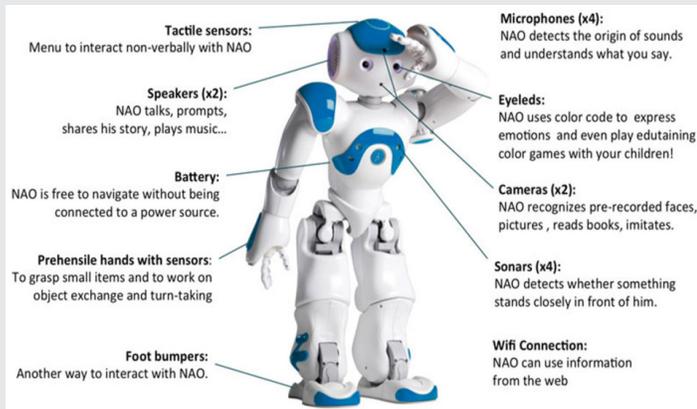


Figura 2. Robot NAO

Características Técnicas

- 25 Grados de Libertad
- Caminado omnidireccional
- Dos manos prensiles
- CPU ATOM Z530 1.6 GHz
- Memoria Flash de 256 MB SDRAM / 2 GB
- Sensor de Inercia con Giroscopio de dos ejes y Acelerómetro de 3 ejes.
- 1x Puerto Ethernet RJ45 - 10/100/1000 base T y Wi-Fi IEEE 802.11b/g
- 2x Cámaras de video (960p@30fps), mejor sensibilidad en VGA. Visión -horizontal de 239°, visión vertical de 68°. Resolución de alta definición.
- Capacidad de procesamiento de visión
- Reconocimiento de objetos
- Dos altavoces y síntesis vocal multi-idioma (Español e Inglés precargados)
- Cuenta con software especial de programación y simulación [8].

Choregraphe

Diseñado por Aldebaran Robotics, es el software de programación que permite crear y editar fácilmente movimientos y comportamientos para NAO.

La interfaz gráfica, librería estándar de comportamientos y las avanzadas funciones de programación permiten tanto iniciarse como profundizar en la relación con el Robot NAO.

La forma de programación en CHOREGRAPHE se pueden iniciar comportamientos ya existentes arrastrándolos o copiándolos desde la librería o crearlos personalizando cajas y guardándolas en librerías propias [9].

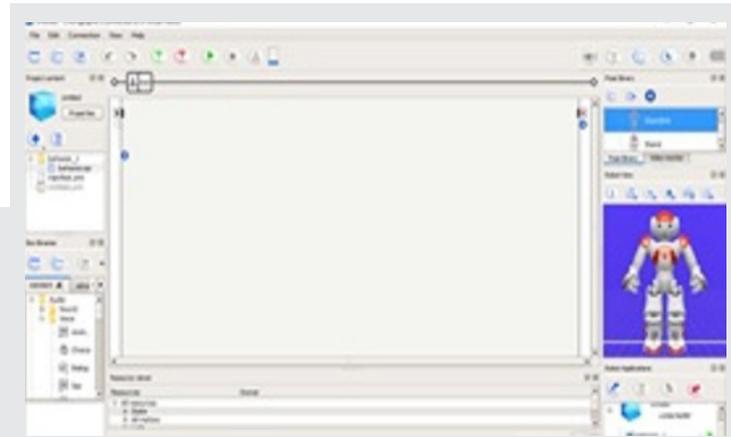


Figura 3.-Interfaz de programación de CHOREGRAPHE

Las cajas de comportamientos ya programadas son fácilmente configurables, y además se pueden crear cajas nuevas editando movimientos propios o escribiéndolos en un script de Python. Además, es multiplataforma, compatible con Windows, Mac OS y Linux.

Una vez que se finaliza la programación de los comportamientos del Robot NAO podemos decir que tenemos un BEHAVIOR finalizado, así se le conoce al conjunto de Instrucciones que pueden ser enviadas o instaladas en el Robot NAO.

PROGRAMACIÓN DE TERAPIA

Actualmente existen diversos tratamientos y terapias, las cuales tienen como objetivo ayudar a los pequeños con PCI a tener una mejor calidad de vida, mejorar su condición postural y sobre todo poder realizar actividades básicas en forma independiente.

Los niños con parálisis cerebral se retrasan en la adquisición de habilidades motoras en diversos grados, pero por lo general alcanzan su máximo potencial para la movilidad independiente a la edad de 6 años.

En esta investigación a través del encargado de la Unidad Básica de Rehabilitación del DIF Municipal de la ciudad de Ajalpan, Puebla se definieron las rutinas que el Robot desarrollará y el paciente reproducirá a través de instrucciones por voz. Estas rutinas están enfocadas a mejorar la condición postural de los pacientes, ya que les permitirán una independencia en actividades básicas [10].

Las actividades que definieron los especialistas para poder desarrollar una etapa de pruebas fueron las siguientes:

- Sentadillas
- Marcha
- Abdominales



Figura 4.-Forma de Ejecución de una sentadilla

Modelado

La fase inicial para la programación de la terapia en el Robot NAO consistió en desarrollar el esquema general de la terapia postural. Se eligió un Diagrama de Flujo debido a su fácil interpretación y comprensión, sobre este se plasmaron los procesos que se llevarían a cabo en el Behavior del Robot NAO.

La ventaja de modelar este proceso, con ayuda de una representación gráfica (diagrama de flujo de proceso), permitió apreciar con facilidad las interrelaciones existentes entre las distintas actividades. Así, es posible analizar cada actividad, definir los puntos de contacto con otros procesos e identificar los subprocesos comprendidos. Al mismo tiempo, los problemas pueden ponerse de manifiesto claramente dando la oportunidad al inicio de acciones de mejora. Un ejemplo de esto es que las etapas más generales como los tipos de postura que tenía que ejecutar el Robot fueron atendidas de manera específica y más detallada [11].

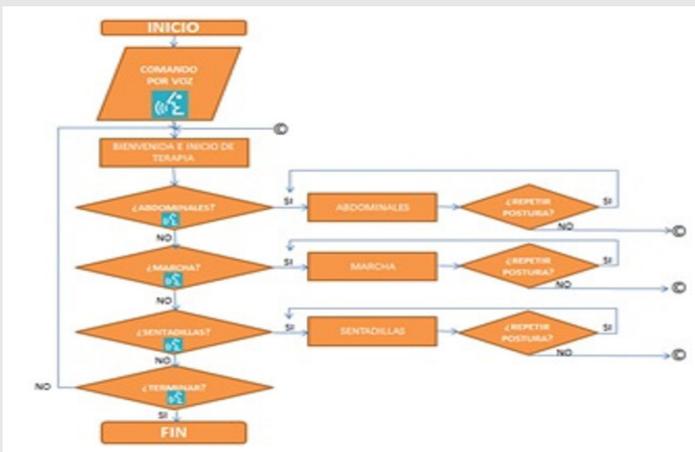


Figura 5.-Diagrama de Flujo General de la Rutina Terapéutica

Codificación.

El proceso de programación del Robot NAO fue a través del entorno de Desarrollo Integrado denominado Choregraphe.

La interfaz de programación (Choregraphe) del robot NAO ofrece a través de su librería de Cajas diversos comportamientos organizados por categorías (Sonidos, Voz, Sensores, Comunicación, etc.).

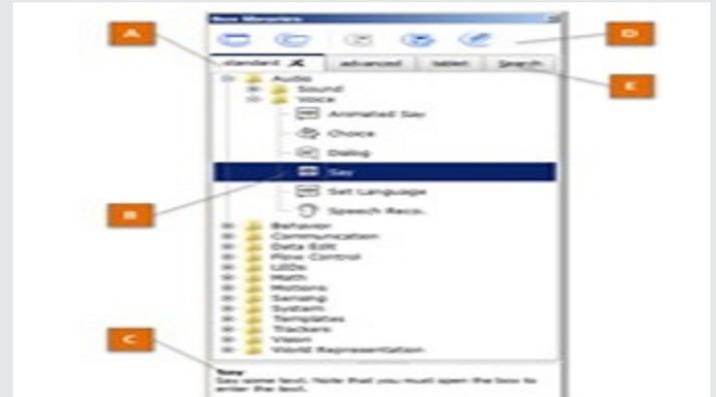


Figura 6.-Panel de la Librería de Cajas en Choregraphe

Para utilizar las cajas del panel solo hay que arrastrar y soltar cualquiera de los cuadros contenidos en una biblioteca del panel en el diagrama de flujo, esto permitirá enriquecer un comportamiento o una caja [12].

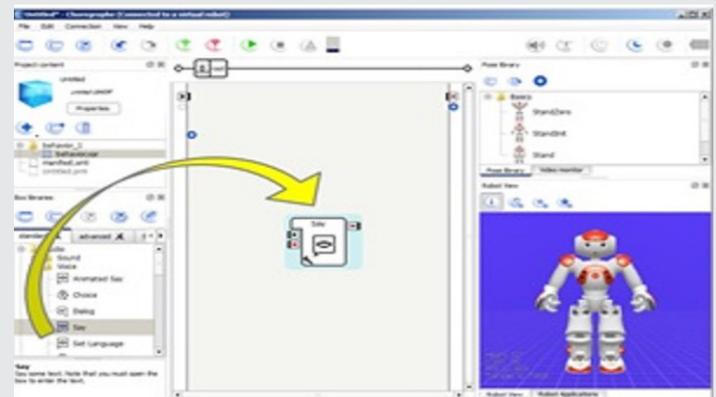


Figura 7.-Uso de Cajas de comportamientos en Choregraphe.

Cada caja en Choregraphe ofrece la posibilidad de editar el comportamiento a través de la modificación del código contenido en la caja utilizando el lenguaje de programación Python, al igual es posible personalizar y crear cajas utilizando la codificación, para realizar las posturas en el Robot NAO se crearon cajas utilizando Python.

NAOqi API

Para llevar a cabo la programación de clases en una caja utilizando Python es necesario conocer los módulos de la Interfaz de Programación de NAOqi. NAOqi es el nombre del software principal que se ejecuta en el Robot NAO y permite controlarlo. Para el acceso a los métodos que permiten la utilización de sensores o definición de comportamientos es necesario conocer

el esquema de Módulos, cada módulo esta nombrado y categorizado de acuerdo al comportamiento o uso de sensores [13].

A continuación, se enlistan los módulos más utilizados en la fase de codificación de las cajas para poder desarrollar las posturas y movimientos en el Robot NAO, estos fueron definidos por los especialistas.

Audio

- 1.-ALAnimatedSpeech
- 2.-ALSoundLocalization
- 3.-ALSpeechRecognition
- 4.-ALTextToSpeech

Movimiento

- 1.-ALMotion
- 2.-ALRobotPosture

Sensores

- 1.-ALSonar

Pruebas

La ejecución de cada parte de código desarrollado se llevó a cabo en el Robot Virtual incluido dentro de Choregraphe, esto con la finalidad de resguardar la integridad del Robot Real, debido a un mal ajuste en sus puntos de equilibrio [14].

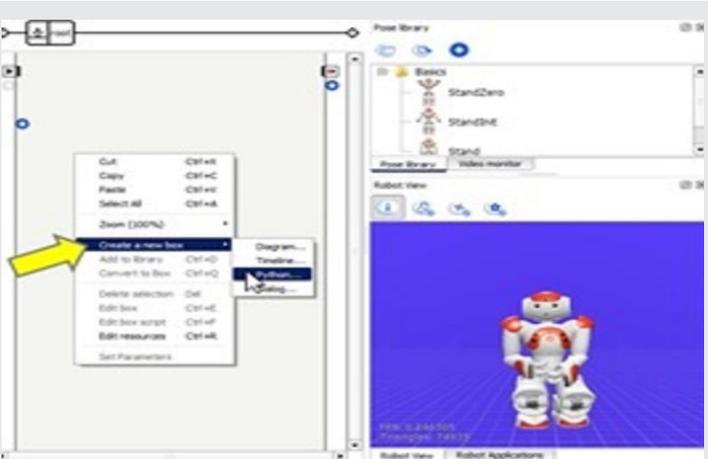


Figura 8.-Creación de Cajas personalizadas utilizando Python.



Figura 9.-Esquema de Módulos de NAOqi API

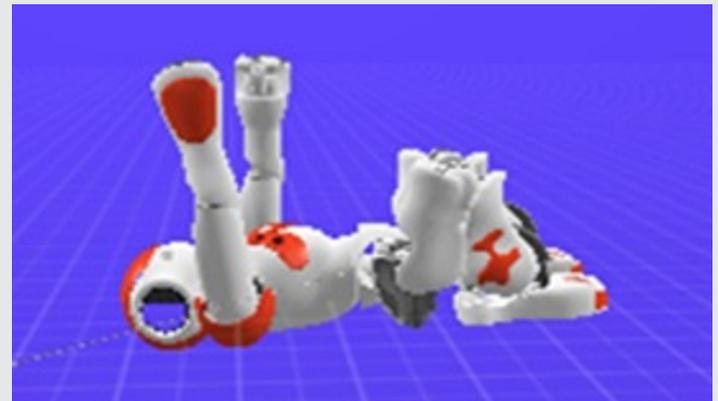


Figura 10.-Ejecución de una Rutina de Abdominales en el Robot NAO Virtual.

Ejemplo de Codificación utilizando los módulos de NAOqi.

```
from naoqi import ALProxy
tts = ALProxy("ALTextToSpeech", "<IP of your robot>", 9559)
tts.say("Hello, world!")
```

Tabla 1. Parámetros para los módulos de programación.

tts	Es el nombre que le otorgamos a la instancia creada.
ALProxy()	Es una clase que permiten el acceso a todos los métodos de un módulo a través de un proxy.
ALTextToSpeech	Es el nombre del módulo de NAOqi que utilizaremos.
IP	Dirección IP del Robot conectado vía WiFi o LAN. Si esta se desconoce basta con oprimir una vez el botón del pecho con el robot encendido y el Robot la dirá.
PUERTO	Usualmente es el 9559.

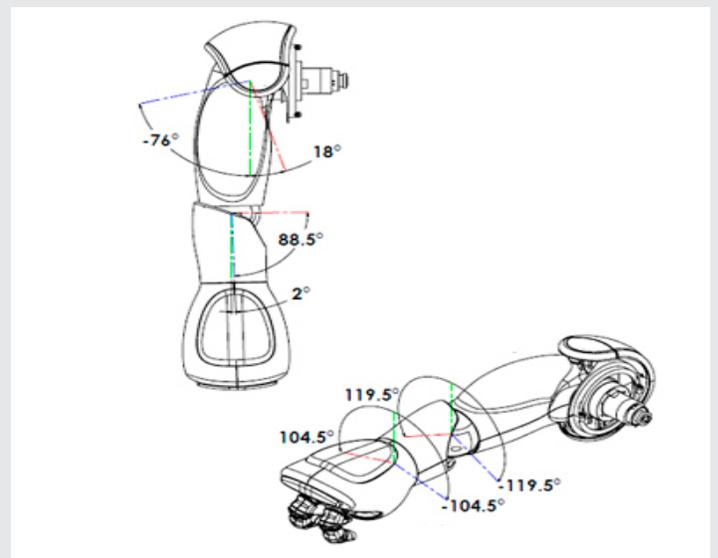


Figura 11.-Rango de Movimientos en las Articulaciones del Brazo Izquierdo del Robot NAO (<http://doc.aldebaran.com>)

Una vez que se terminaba la codificación total de alguna postura, esta se ejecutaba en el Robot Real para observar el comportamiento de una manera más certera, se encontró que había que ajustar ángulos, velocidades y movimientos para mantener el punto de equilibrio en cada una de las diferentes posturas ejecutadas por el Robot NAO, por lo cual fue necesario conocer el total de Articulaciones del Robot y los rangos de movimientos, la información sobre las articulaciones y rango de movimientos del Robot NAO se encuentran disponibles en la página web de Aldebaran Robotics (<http://doc.aldebaran.com>).

RESULTADOS

Concluida la fase de codificación y pruebas, la terapia programada para el Robot fue cargada en la memoria de este, la cual se ejecuta por medio de un comando por voz, una vez que es detectada la instrucción se debe seleccionar el tipo de postura que el Robot ejecutará. Es necesario tener las condiciones adecuadas para que el Robot NAO pueda funcionar correctamente como lo son:

- Un espacio adecuado con una temperatura máxima de 25° C, esto evitará que los motores internos se sobrecalienten de una manera muy rápida.

- La duración de la Terapia utilizando al Robot como herramienta no deberá ser mayor a 60 minutos, debido a la duración de su batería.

- El Robot debe estar en una superficie con una textura adecuada (lisa preferentemente) evitando aquellas que tengan imperfecciones o rugosidades.



Figura 12. Robot NAO ejecutando abdominales.

La rutina fue desarrollada conforme a los requerimientos solicitados por los especialistas, en una siguiente etapa, se realizarán las pruebas con pacientes, las cuales tendrán que ser evaluadas.

CONCLUSIONES

Debido a los 25 grados de libertad con los que cuenta el Robot NAO fue posible desarrollar los comportamientos solicitados por los especialistas.

Es necesaria la prueba de esta rutina con pacientes con PCI, esto permitirá tener indicadores que midan el impacto del Robot NAO y ayuden a contestar las preguntas planteadas en esta investigación.

La utilización del Robot NAO puede enfocarse a diversas áreas y se ha demostrado en otras investigaciones como, por ejemplo: la atención de personas con Autismo (uno de sus principales usos en el mundo), personas con problemas de aprendizaje, interacción y conversación con personas de la tercera edad. El alcance del Robot NAO en una terapia para niños con PCI es funcionar como una herramienta para el terapeuta, en la siguiente fase de pruebas se podrán comparar las ventajas y desventajas de una terapia tradicional con respecto a la terapia con el Robot NAO [15].

BIBLIOGRAFÍA

[1] Panizo, A. (2018, Enero 10). *¿Qué puede hacer la osteopatía por tu bebé?* CUERPOMENTE. Retrieved Octubre 27, 2019, from https://www.cuerpomente.com/salud-natural/terapias-naturales/osteopatia-bebes_1747

[2] Francois Ricard, Elena Martínez (2005). *Osteopatía y Pediatría* (pp. 167-180). Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana.

[3] Huijnen, C. L. (2019). *Roles, strengths and challenges of using robots in interventions for children with autism Spectrum disorder (ASD)*. *J. Autism Dev. Disord.* 49, 11-21. Retrieved from Google Scholar

[4] Gozávez Pérez, V., González Fernández, N., & Caldeiro Pedreira, M. C. (2014). *La competencia mediática del profesorado: un instrumento para su evaluación*. *Revista electrónica de investigación educativa*, 16(3), 129-146.

[5] Kleinsteuber Saa, K., Avaria Benaprés, M., & Varela Estrada, X. (2014). *Parálisis Cerebral*. *Revista Pediatría Electrónica*, 11(2), 54-70. Retrieved from https://www.revistapediatria.cl/volumenes/2014/vol11num2/pdf/PARALISIS_CEREBRAL.pdf

[6] Olea R. (1990). *Tratamiento de la parálisis cerebral infantil*. *Revista chilena de pediatría*, 31(9), 447-449.

[7] Hoyos-Gutiérrez, J. G., Peña-Solórzano, C. A., Garzón-Castro, C. L., Prieto-Ortiz, F. A., & Ayala-Garzón, J. G. (2017). *Hacia el manejo de una herramienta por un robot NAO usando programación por demostración*. *TecnoLógicas*, 17(33), 65-76.

[8] A. Billard, S. Calinon, R. Dillmann, and S. Schaal, "Robot Programming by Demonstration," in *Springer Handbook of Robotics*, B. Siciliano and O. Khatib, Eds. Springer, 2008, pp. 1371-1394.

[9] Qidwai, U., Abul Kashem, S., & Cono, O. (2019). *Humanoid Robot as a Teacher's Assistant: Helping Children with Autism to Learn Social and Academic Skills*. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*. Retrieved from file:///C:/Users/HP/Documents/Mega/investigaci%C3%B3n/art%C3%ADculos%202019/Ingeniantes/s10846-019-01075-1.pdf

[10] So, W., Wong, M., Lam, W., Cheng, C., Ku, S., Lam, K., Huang, W., Wong, W.: *Who is a better teacher for children with autism? Comparison of learning outcomes between robot-based and human-based interventions in gestural production and recognition*. *Res. Dev. Disabil.* 86, 62-75 (March 2019). <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2019.01.002>
CrossRefGoogle Scholar

[11] Khosla, R., Nguyen, K., & Chu, M.-T. (2018). *Socially Assistive Robot Enabled Home-Based*. *PACIS 2015 Proceedings*. 12. Obtenido de <https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1246&context=pacis2015>

[12] S. Shamsuddin et al., "Initial response of autistic children in human-robot interaction therapy with humanoid robot NAO," *2012 IEEE 8th International Colloquium on Signal Processing and its Applications, Melaka, 2012*, pp. 188-193.

[13] SoftBank Robotics. (2014). *NAOqi Documentation Center*. 22/04/2017, de SoftBank Robotics Sitio web: <http://doc.aldebaran.com/>

[14] B. D. Argall, S. Chernova, M. Veloso, and B. Browning, "A survey of robot learning from demonstration," *Rob. Auton. Syst.*, vol. 57, no. 5, pp. 469-483, May 2009.

[15] Bugle, C., & Lorente, I. (1988). *Tratamiento de la parálisis cerebral infantil*. *Neurología Pediátrica*. Buenos Aires: El Ateneo, 4, 14.





Ciencias
de la
Computación

Ingeniantes

Cómputo afectivo aplicado a problemáticas sociales como el acoso escolar



Colaboración

Cristina Joaquín Salas; Gustavo Padrón Rivera; Ricardo Alberto Serrano Herrera, Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

RESUMEN: El cómputo afectivo es un área de las ciencias de la computación que se encarga del estudio y desarrollo de sistemas, así como de dispositivos que puedan reconocer, interpretar, procesar y estimular emociones humanas, en este sentido la identificación automática de emociones puede ayudar a combatir problemáticas sociales como el acoso escolar, problemática que aqueja gravemente a muchos niños y jóvenes en México, por tal motivo, se diseñó una aplicación móvil con la capacidad de identificar emociones en tiempo real asociadas a situaciones de hostigamiento y violencia en el aula, la investigación se enfocó en un grupo de estudiantes de nivel primaria, en la localidad de Atoluca, en el municipio de Teziutlán, Puebla, obteniendo como resultado de la interacción de los estudiantes con la aplicación, la presencia de emociones tales como disgusto y sorpresa, identificando una posible situación de acoso escolar del tipo psicológico dentro del grupo de estudiantes analizados.

PALABRAS CLAVE: Cómputo afectivo, Acoso escolar, Emociones.

ABSTRACT: *Affective computing is an area of computer science that is responsible for the study and development of systems. Such devices can recognize, figure out, process and stimulate human emotions. In this sense the automatic identification of emotions can help to combat social problems such as bullying. Bullying is problem that seriously afflicts many children and young people in Mexico. For this reason, a mobile application was designed with the ability to identify emotions in real time in order to detect emotions related to harassment situations and violence in the classroom. The research focused on an elementary students' group, in the Atoluca town, in the municipality of Teziutlán, Puebla. As a result, the application was able to identify the presence of emotions such as disgust and surprise amongst the students. Thus, it poses the ability to identify a possible situation of bullying of the psychological type inside the group of students analyzed.*

KEYWORDS: *Affective computing, Bullying, Emotions.*

INTRODUCCIÓN

El cómputo afectivo, es un área de las ciencias de la computación relacionada con el estudio y desarrollo de sistemas, así como, dispositivos para reconocer, procesar, estimular e interpretar las emociones humanas, buscando que las máquinas puedan adaptar su comportamiento y respuestas al estado emocional presentado por una persona, es decir, permite detectar, reconocer, medir, comunicar, obtener, manejar, entender e influenciar las emociones [1]. En este sentido, existen modelos computacionales para el reconocimiento afectivo, que permiten generar nuevas aplicaciones [2] enfocadas a problemáticas sociales tales como, la presencia de violencia en las escuelas [3], conducta existente desde siempre considerada como una forma de socialización entre niños que no perjudicaba a nadie [4], sin embargo, actualmente se consi-

dera una grave problemática donde las emociones juegan un papel importante [5], ya que situaciones relacionadas con el acoso escolar pueden culminar en suicidio [6].

Específicamente, el acoso escolar se define como una conducta de persecución física y/o psicológica que realiza un individuo en contra de otro de manera repetitiva [3], situando al afectado en una posición de baja autoestima, así como en estados de ansiedad y cuadros depresivos [7], dificultando su integración en el medio escolar [8]. Asimismo, el ciberacoso consiste en usar la tecnología, generalmente redes sociales y correo electrónico, para llevar a cabo conductas intimidatorias [9] y generar un sentimiento de vulnerabilidad en el sujeto causándole inseguridad y miedo incluso, dentro de su propia casa [10]. En función de lo anterior, existen tres roles presentes en una situación de intimidación, la víctima, el agresor y los espectadores, donde los factores contextuales determinan la asignación de dicho rol [7]. Así, una víctima de acoso escolar presenta generalmente emociones relacionadas con la tristeza y sorpresa al verse sometida, también, puede tener manifestaciones de ira y angustia, lo cual terminará por abrumarla y dejarla carente de reacción ante un ataque. Por su parte, el acosador muestra emociones relacionadas con ira y desprecio, presentándolo como socialmente dominante y evitando de este modo que el sujeto agredido pueda tomar represalias [5].

Lo anterior, denota la posibilidad de identificar a víctimas, espectadores y acosadores, a partir del análisis de secuencias de emociones presentadas ante algún estímulo relacionado con el hostigamiento [11], esto puede lograrse a través de una herramienta tecnológica, específicamente una aplicación móvil para la detección de dichos individuos, teniendo como principal objetivo el análisis de esta situación en nivel de educación básica, para su prevención y oportuna atención.

MATERIAL Y MÉTODOS

A continuación, se describen las herramientas utilizadas para el desarrollo de una aplicación móvil denominada "Q-BU", con el objetivo de identificar emociones relacionadas con situaciones de acoso escolar.

Herramientas de desarrollo

La aplicación móvil fue desarrollada, por medio del entorno Unity Technologies que es un motor de juegos y un entorno de desarrollo integrado útil para crear medios interactivos, principalmente videojuegos [12], se utilizó la versión 18.3.7f1, bajo la licencia gratuita personal, lo que permitió la integración del SDK de Affectiva/Affdex, el cual es una herramienta de uso libre en proyectos personales y de código abierto. Dicha herramienta, implementa algoritmos de reconocimiento facial a través de visión artificial, haciendo uso de las Unidades de Acción (UA), las cuales forman parte del Sistema de Codificación de Acción Facial, formado por

46 etiquetas de cada uno de los músculos del rostro, específicamente de las UA que se encuentran alrededor de los ojos, en ciertos movimientos de la boca y las cejas [13], así por ejemplo, la combinación de las UA 6 y 12, representan la emoción de alegría, mientras que la combinación de las UA 4 y 5 identifican la emoción de miedo, como puede observarse en la Figura 1, el SDK permite identificar las UA presentes en el individuo que se está analizando.



Figura 1. Identificación de Unidades de Acción para el reconocimiento de emociones, puntuación de cada etiqueta enmarcada en el recuadro azul.

Es importante destacar que, el SDK es capaz de realizar el análisis facial sin controles de iluminación o postura de los sujetos, es decir, no se requieren condiciones especiales para llevar a cabo el reconocimiento de emociones universales: alegría, miedo, disgusto, tristeza, ira, sorpresa y desprecio [14]. Además, puede identificar la raza del sujeto, el uso de anteojos, edad aproximada y sexo. Por otra parte, como se observa en la Figura 2, el SDK asigna a las expresiones de las emociones una puntuación de 0 (ausente) a 100 (presente), para ayudar a la identificación de ésta [15]. Dichas características, hacen de Affdex una herramienta confiable y útil para realizar el análisis de emociones de manera no intrusiva.



Figura 2. Puntuación establecida de 0 a 100 para la identificación de la emoción, el recuadro azul denota la emoción de alegría con mayor puntuación.

Cuestionario de la aplicación móvil

Q-BU, hace uso de una versión resumida del cuestio-

nario “Así nos llevamos en la escuela” [16], diseñado para evaluar el hostigamiento escolar en nivel primaria. La Tabla 1 muestra algunas preguntas del cuestionario, para identificar los tres posibles roles de un individuo en una situación de hostigamiento escolar [17], es decir, espectador, víctima o agresor, además, del tipo de acoso del que se trate, ya sea físico, psicológico o daño a la propiedad.

Tabla 1. Preguntas del cuestionario implementado en la App Q-BU.

Pregunta	Tipo de acoso	Rol
¿Has visto que tus compañeros se peleen?	Físico	Espectador
¿Has visto que tus compañeros se rompan sus pertenencias?	Daño a la propiedad	
¿Has visto que tus compañeros se insulten?	Psicológico	
¿Alguna vez te han empujado tus compañeros?	Físico	Víctima
¿Alguna vez te han quitado tus cosas tus compañeros?	Daño a la propiedad	
¿Alguna vez te pusieron apodos tus compañeros?	Psicológico	
¿Le has pegado a alguno de tus compañeros?	Físico	Agresor
¿Has escondido las cosas a alguno de tus compañeros?	Daño a la propiedad	
¿Has insultado a alguno de tus compañeros?	Psicológico	

Dentro de la aplicación móvil cada una de las preguntas se acompaña de una imagen ilustrativa con el fin de hacer recordar al niño alguna situación similar dentro de su entorno, ésta cuenta con una interfaz muy sencilla para evitar distracciones y enfocar su atención únicamente en la imagen y la pregunta presentada. La Figura 3, muestra dos pantallas de la aplicación Q-BU, en donde se pueden apreciar las preguntas y la imagen que las acompaña.

Cuestionario de acompañamiento

Se diseñó un cuestionario para aplicar de manera tradicional al profesor con el fin de establecer un panorama desde su perspectiva en el aula y poder contrastarlo con los resultados obtenidos por los estudiantes al interactuar con la aplicación y dar respuesta a cada una de las preguntas. La Tabla 2, muestra las preguntas que integran el cuestionario.



Figura 3. Pantallas de la aplicación móvil Q-BU, las cuales muestran dos preguntas sobre situaciones de violencia en el aula, acompañadas de una imagen ilustrativa de uso libre.

Tabla 2. Preguntas del cuestionario para el profesor.

Pregunta
¿Cuál es el comportamiento del grupo?
¿Ha notado que sus alumnos usen apodos y cuáles son algunos de ellos?
¿Usted ha llamado a alguno de sus alumnos por su apodo?
¿Cómo es el ambiente de trabajo en el aula?
¿Ha presenciado actos de violencia en el grupo, como jaloneos, malas palabras o golpes?
¿Los chicos llegan a discriminar a las chicas o viceversa?
¿Existe una convivencia en general en el grupo, o existen pequeños grupos?
¿Ha notado cambios en el comportamiento de algún alumno? ¿Cuáles cambios?
¿Cree que sus alumnos tienden a convivir agresivamente entre ellos?
¿Ha reportado casos de robo de pertenencias de usted o los alumnos?

Población de estudio

Para esta investigación se llevó a cabo una prueba piloto en la escuela primaria “Jaime Torres Bodet”, ubicada en la localidad de Atoluca, en el municipio de Teziutlán, en el estado de Puebla. Se presentó la aplicación móvil Q-BU a 27 estudiantes de quinto grado, con una edad promedio de 10 años, ambos sexos. La Figura 4, muestra el escenario donde cada uno de los estudiantes pudo interactuar con la aplicación móvil sin límite de tiempo, en un ambiente de aislamiento y sin la compañía de ninguno de sus compañeros o profesor, con el objetivo de permitirle expresar naturalmente sus emociones. Asimismo, de manera aislada se aplicó un cuestionario al profesor encargado del grupo.



Figura 4. Interacción con la aplicación Q-BU, a través de una tableta, la cámara frontal del dispositivo permite realizar el análisis facial para el reconocimiento de emociones.

RESULTADOS

La información obtenida de las interacciones de los estudiantes con la aplicación Q-BU, fue analizada a través de técnicas de Minería de Datos, desde el software estadístico R-project versión 3.3.3., con la intención de encontrar patrones similares entre las series de emociones y respuestas presentadas por los estudiantes, así como de la posible relación con la información obtenida de las respuestas al cuestionario aplicado al profesor del grupo.

Al realizar el primer análisis con respecto a las respuestas de las preguntas presentadas en el cuestionario que se aplicó a los estudiantes, se obtuvo que el 97% de la muestra afirma haber visto peleas entre sus compañeros, mientras que el 61% niega haber sido golpeado o agredido físicamente, dichos resultados son contradictorios, lo cual denota que los estudiantes pueden estar mintiendo al momento de responder al cuestionario, por lo que es importante la identificación de la emoción presentada al momento de ver la imagen y leer la pregunta.

Por cada alumno que participó en la prueba piloto, se obtuvo una bitácora, la cual fue analizada a través de dos técnicas de Minería de Datos. Se registraron las respuestas al cuestionario de cada individuo y las emociones que éste expresa a cada una de ellas. Los resultados, tras el análisis de las bases de datos, muestran pocos casos con secuencias de emociones negativas como la tristeza y desprecio. Como se puede observar en la Figura 5, al aplicar un agrupamiento por clústeres, bajo el algoritmo de k-medias, sobre sale un grupo conformado por niños, etiquetados como 1, 3, 7 y 23 en

los que la emociones predominantes son la sorpresa y el disgusto, y cuyas respuestas en el cuestionario los sitúan mayormente en el rol de espectador, sin embargo, específicamente el estudiante 7, en relación a las respuestas del cuestionario, se posiciona en el rol de agresor, lo cual demuestra que su reacción de sorpresa pudo ser resultado de sentirse descubierto de algún modo. Asimismo, destaca el grupo formado por los estudiantes 14, 17 y 18, cuya emoción predominante es la alegría, lo cual puede ser un reflejo de la emoción de interactuar con el dispositivo móvil o quizás de recordar alguna travesura, debido a que sus respuestas al cuestionario los sitúan en el rol de espectador, sin embargo, es importante realizar un análisis mayor.

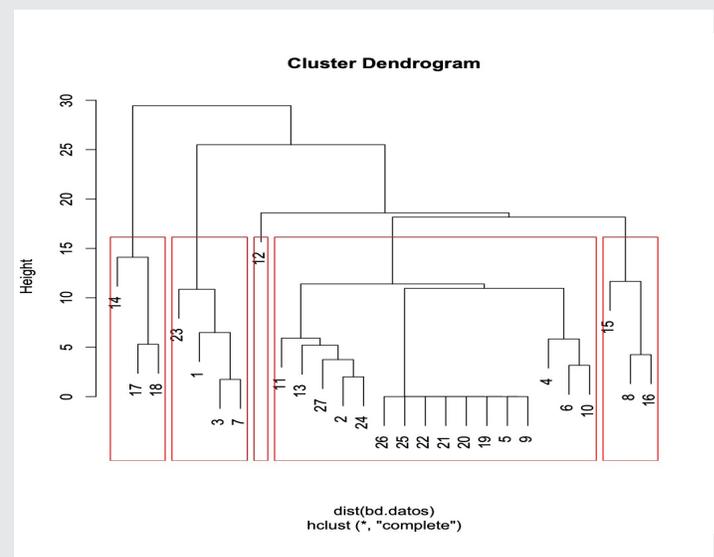


Figura 5. Agrupamiento por clúster. Dendrograma de emociones presentadas al responder le cuestionario. Primer grupo de izquierda a derecha, caracterizado por alegría, segundo grupo por sorpresa.

De igual modo, se aplicó la técnica de Análisis de Componentes Principales (ACP), como puede observarse en la Figura 6, los componentes que están más presentes en la población de estudio fueron las emociones de disgusto y sorpresa, según su posición con respecto a los ejes X y Y, los estudiantes que resaltan, ya que tienen esa tendencia, son: 3, 7, 11, 15 y 23. Lo anterior, permite inferir que existe cierto descontento ante actitudes de acoso de tipo psicológico, puesto que el 35% de la población de estudio, afirmó haber insultado o apodado a sus compañeros, lo que puede llevar a la presencia de dichas emociones. Dados los resultados obtenidos y la presencia de las emociones encontradas, a través de las secuencias de series de tiempo [7], puede inferirse que los estudiantes 1, 3 y 23, posiblemente se encuentren siendo acosados, mientras que el 11, se trata del agresor principal del grupo, ya que su tendencia mayor se encuentra en la emoción de desprecio [18], aunque sus respuestas a las preguntas planteadas en el cuestionario no lo posicionan en el rol de agresor, si no en el de espectador.

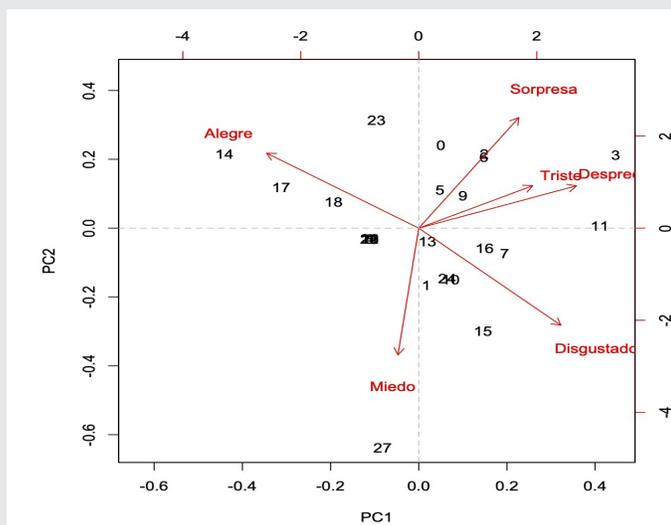


Figura 6 Gráfica biplot de los componentes principales que representan a la población de estudio. Primer componente el disgusto, segundo componente la sorpresa.

Finalmente, en cuanto las respuestas del cuestionario aplicado al profesor a cargo del grupo, realizado con el fin de identificar a través de sus respuestas algunos elementos que pudieran complementar los datos obtenidos anteriormente, se obtuvo como percepción de éste el uso excesivo de “apodos” por parte de los niños, lo cual en cierto modo confirma que el grupo presenta una situación de hostigamiento de tipo psicológico, que genera una emoción de disgusto y que, como se muestra en el análisis anterior, caracteriza en mayor medida a los estudiantes los cuales seguramente se sienten zabrumados por este tipo de hostigamiento.

CONCLUSIONES

El cómputo afectivo, permite realizar el estudio de las emociones para atender diversas situaciones de la vida cotidiana, en este caso, aplicado en el desarrollo de una herramienta de apoyo, para padres de familia, docentes, psicólogos y autoridades educativas en la prevención y detección temprana de situaciones de acoso escolar, donde un grupo de estudiantes involucrados, desde los espectadores, víctimas y agresores, requieren de la atención oportuna de especialistas que les muestren las consecuencias de dicha actividad y proporcionen terapia a cada uno de estos para evitar así posibles tragedias. Por otra parte, la detección oportuna de posibles víctimas de acoso escolar, que por temor no han solicitado ayuda, permite brindarles una atención temprana que los ayude a salir de la situación de hostigamiento por la cual estén atravesando.

Por ahora, la aplicación Q-BU se sigue desarrollando y actualizando, para ofrecer mejores resultados, pero a pesar de ello, la prueba piloto, ha generado resultados que permiten identificar aquellas emociones negativas relacionadas con la presencia de violencia y persecución en el salón de clase, tales como el desprecio y

disgusto, por otra parte la aplicación permitió la identificación parcial de posibles agresores y víctimas, quienes son los que requieren una canalización rápida con los especialistas correspondientes. Sin embargo, se requiere realizar un mayor análisis que permita confirmar los resultados obtenidos.

Como trabajo a futuro, se incorporará una aplicación web, que permita la presentación de los datos de una manera más amigable, para aquellos que no son expertos en Minería de Datos, ya que como se mencionó anteriormente se pretende que Q-BU sirva de apoyo principalmente en instituciones educativas, como estrategia para la prevención del acoso escolar. Por otra parte, se está rediseñando la aplicación móvil con un entorno más interactivo, y una mayor cantidad de información, así como de audios y videos, que puedan lograr una mayor espontaneidad de las emociones, y que permitan identificar claramente el estado de ánimo por el que posiblemente este atravesando un niño, sobre todo si se encuentra en una situación de hostigamiento. Además, se agregará contenido de consulta de manera interactiva, que sea de utilidad para los estudiantes a través de la enseñanza de las consecuencias negativas que tiene la presencia de violencia en el aula.

BIBLIOGRAFÍA

[1] R. W. Picard, “Toward Machines With Emotional Intelligence,” *Sci. Emot. Intell. Knowns Unknowns*, pp. 1-22, 2012.

[2] R. W. Picard, “Affective Computing: From laughter to IEEE,” *IEEE Trans. Affect. Comput.*, vol. 1, no. 1, pp. 11-17, 2010.

[3] D. Santoyo Castillo and S. M. Frías, “Acoso escolar en México: actores involucrados y sus características Bullying in Mexican Schools: actors involved and their characteristics,” *Rev. Latinoam. Estud. Educ.*, vol. 54, no. 4, pp. 13-41, 2014.

[4] R. S. Ramírez, “Estudio sobre violencia entre pares (Bullying) en las escuelas de nivel básico en México,” 2011.

[5] H. Cowie and L. Berdondini, “The expression of emotion in response to bullying,” *Emot. Behav. Difficulties*, vol. 7, no. 4, pp. 207-214, 2002.

[6] S. Hinduja and J. W. Patchin, “Connecting Adolescent Suicide to the Severity of Bullying and Cyberbullying,” *J. Sch. Violence*, vol. 00, no. 00, pp. 1-14, 2018.

[7] J. Collell i Caralt and C. Escudé Miquel, “El acoso escolar: un enfoque psicopatológico,” *Anu. Psicol. clínica y la salud*, vol. 2, pp. 9-14, 2006.

[8] M. del Rosario Ayala-Carrillo, “Violencia Escolar: Un Problema Complejo School Violence: a Complex

Problem,” *Ra Ximhai*, vol. 11, no. 4, pp. 493–509, 2015.

[9] D. L. Hoff and S. N. Mitchell, “Cyberbullying: Causes, effects, and remedies,” *J. Educ. Adm.*, vol. 47, no. 5, pp. 652–665, 2009.

[10] H. Cowie, “ACOSO ENTRE IGUALES. CIBERACOSO,” pp. 1–101, 2013.

[11] R. Ortega, P. Elipe, J. A. Mora-Merchán, J. Calmaestra, and E. Vega, “The emotional impact on victims of traditional bullying and cyberbullying: A study of Spanish adolescents,” *J. Psychol.*, vol. 217, no. 4, pp. 197–204, 2009.

[12] J. Haas, “A History of the Unity Game Engine - An Interactive Qualifying Project,” no. March, p. 44, 2014.

[13] H. Oster and P. Ekman, “Expresiones faciales de la emoción,” *Estud. Psicol.*, no. 7, pp. 115–143, 1981.

[14] C. G. Kohler et al., “Differences in facial expressions of four universal emotions,” *Psychiatry Res.*, vol. 128, no. 3, pp. 235–244, 2004.

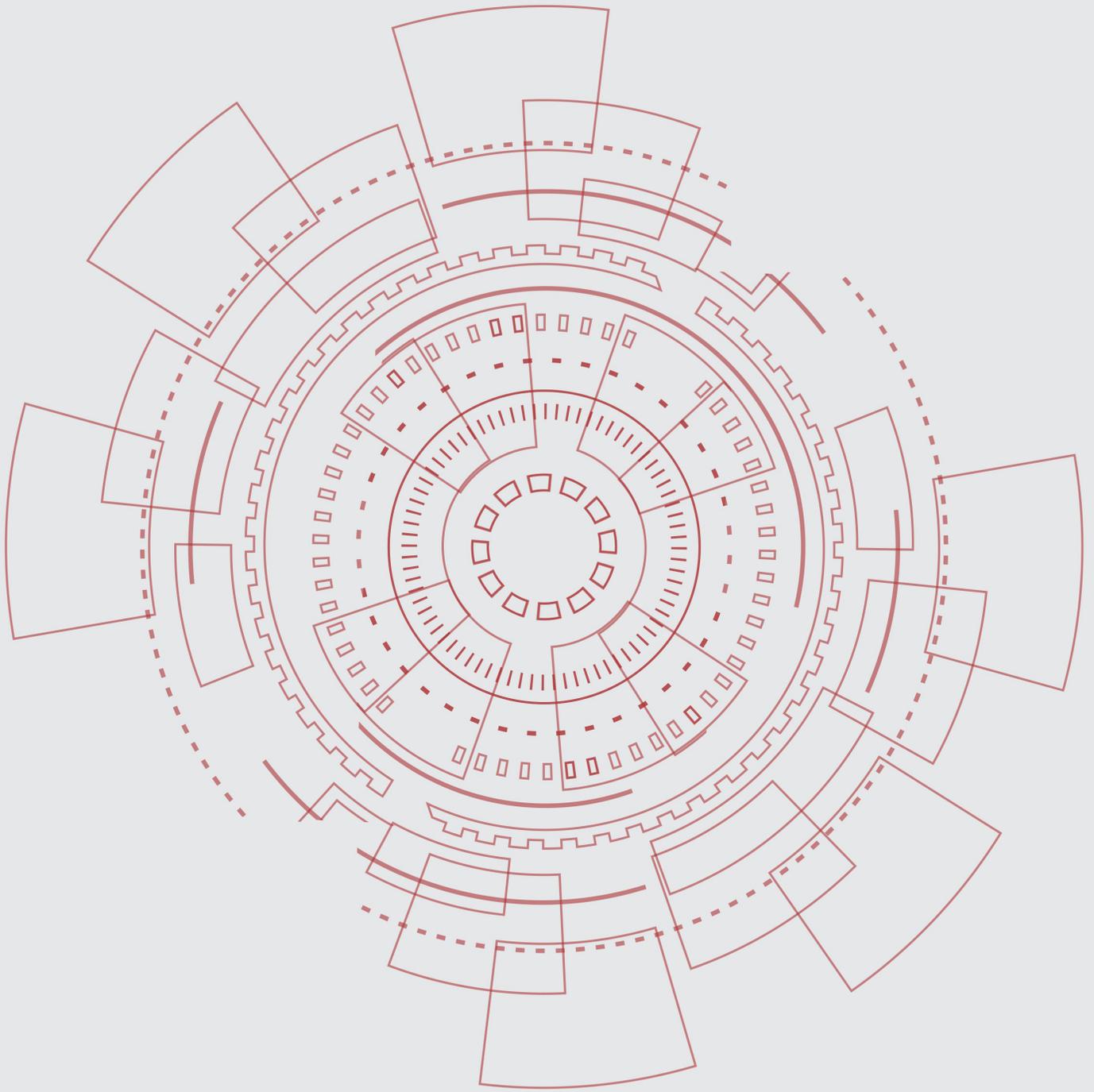
[15] D. McDuff, A. Mahmoud, M. Mavadati, M. Amr, J. Turcot, and R. el Kaliouby, “AFFDEX SDK: A Cross-Platform Real-Time Multi-Face Expression Recognition Toolkit,” *Proc. 2016 CHI Conf. Ext. Abstr. Hum. Factors Comput. Syst. - CHI EA '16*, pp. 3723–3726, 2016.

[16] A. Marín-Martínez and L. M. R. Martínez, “Validación psicométrica del cuestionario ‘así nos llevamos en la escuela’ para evaluar el hostigamiento escolar (bullying) en primarias,” *Rev. Mex. Investig. Educ.*, vol. 18, no. 56, pp. 11–36, 2013.

[17] T. Franca, P. S. Greenman, B. H. Schneider, and M. Fregoso, “A Study of Childhood Personality and Participant Roles in Bullying Incidents,” vol. 24, no. 2, pp. 131–146, 1999.

[18] M. R. Lara-Ros, T. Rodríguez-Jiménez, A. E. Martínez-González, and J. A. Piqueras, “Relación entre el bullying y el estado emocional y social en niños de educación primaria,” *Rev. Psicol. Clínica con Niños y Adolesc.*, vol. 4, no. 1, pp. 59–64, 2017.





Ingeniantes®