

Ava Cient

Instituto Tecnológico de Chetumal

Formación Integral, Científica, Tecnológica y Humanista

2021

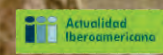
Año 6 Núm. 1 Vol. X

ENERO - JUNIO

ISSN: 2594-018X

Órgano Informativo de Difusión Científica, Tecnológica, Académica e Innovación

Indizado en:



Revista Impresa

Enfoque y alcance:

La Revista AvaCient editada por el Tecnológico Nacional de México, tiene por interés proporcionar a los investigadores, docentes, alumnos y público interesado, un medio para publicar los resultados de investigaciones científicas, tecnológicas y documentales, afines a la arquitectura, ingeniería eléctrica y electrónica, ingeniería en química y biología, ingeniería en sistemas computacionales e informática, ingeniería en ciencias de la tierra, a las ciencias económico administrativas, a la docencia y a las ciencias naturales.

El contenido de los artículos es estrictamente original, de carácter inédito, es importante y claro, a su vez, es pertinente para el área de interés de la revista.

El ISSN 2594-018X, es impreso, de cobertura nacional. Los artículos se publican en español o en inglés. Frecuencia de publicación: Semestral.

AvaCient incluye temáticas multidisciplinarias relacionadas con la ingeniería: bioquímica, civil, eléctrica, sistemas computacionales, tecnologías de la información y comunicaciones, así como los temas relacionados con la arquitectura, biología, a la docencia y las ciencias económico administrativas.

Políticas de selección:

Tipos de manuscritos a considerar su publicación:

Artículo de investigación científica y/o tecnológica. Es un documento en donde el objetivo principal es dar a conocer de manera evidente y concreta los resultados originales de una investigación efectuada sobre un tema específico. Es la culminación de la presentación de un documento elaborado con un pensamiento crítico y analítico, considerando una extensión que no exceda 20 cuartillas.

Artículo de investigación documental. La investigación documental es un proceso científico, sistemático y de búsqueda, recopilación, organización, análisis y compresión de información en torno a un tema específico. Como toda investigación debe de estar orientada a la generación del conocimiento, que implica la descripción y cuantificación de un problema específico, con una extensión máxima de 20 cuartillas.

Artículo de divulgación. El objetivo primordial de este tipo de documento es hacer llegar información fidedigna sobre cualquier tema en general para el público en común. Esta temática deberá dirigir sus esfuerzos en adaptar el lenguaje especializado a la comunicación coloquial, su extensión no debe exceder 10 cuartillas.

El mismo artículo no debe ser enviado simultáneamente a otras revistas o congresos para su aceptación y/o divulgación impresa, electrónica o por cualquier otro medio.

Para mayores detalles y especificaciones, consultar la guía para autores.

Proceso de revisión:

Las publicaciones de los artículos son sometidas a revisión por un comité de arbitraje, el proceso de evaluación del artículo guardará estrictamente el anonimato, utilizando el sistema doble ciego y el contenido es responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Tiempo estimado para la evaluación:

Con el objetivo de garantizar un correcto y riguroso proceso de evaluación en cada una de sus fases, se estima un promedio de entrega de dictámenes de 120 días. Se garantiza una comunicación constante y asertiva sobre el envío y avances del proceso editorial.

AvaCient mantiene una convocatoria abierta durante todo el año para la recepción de artículos, con cierres semestrales para la selección de documentos por edición. El (Los) autor(es) entiende(n) que el hecho de someter su artículo a la revista no genera ningún tipo de compromiso de publicación hasta surtir con éxito todo el proceso editorial.

Indización:

AvaCient, cuenta con los siguientes índices:



Código de ética:

Véase el apartado respectivo en las siguientes páginas, declaratoria de ética y buenas prácticas, AvaCient previene el plagio y las prácticas de publicaciones depredadoras. Para ello, presenta la declaratoria de ética editorial que se fundamenta en los principios establecidos por el *Committee on Publication Ethics (COPE)*.

Política de acceso abierto:

La Revista AvaCient es de acceso abierto y no cobra por el envío de los artículos, el proceso editorial y la publicación. Puede ser consultada libremente, sin requerimiento de registro, suscripción o pago. Se permite al autor y a terceros leer, descargar, copiar, reproducir, distribuir, comunicar y crear a partir del artículo, siempre y cuando se atribuya el crédito al(a los) autor(es), se reconozca la publicación inicial en la Revista AvaCient y sea para fines no comerciales. Provee acceso libre a su contenido bajo el principio de hacer disponible gratuitamente la investigación al público, lo cual fomenta un mayor intercambio de conocimiento global.

Contacto:

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Chetumal
Tel: 9838322330, 9838321019
Email: avacient@itchetumal.edu.mx

Disponible en Internet:

<http://www.itchetumal.edu.mx/avacient/index.php/revista>

Directorio

Tecnológico Nacional de México
Director General
Dr. Enrique Fernández Fassnacht
Instituto Tecnológico de Chetumal
Director
Ing. Mario Vicente González Robles
Subdirectora Académica
M.T.I. María de los Ángeles Navarrete Marneou
Subdirectora de Planeación y Vinculación
Lic. Dulce Yolanda Garrido López
Subdirector de Servicios Administrativos
Ing. Rafael Olvera Rodríguez

Consejo Editorial

Subdirectora de Planeación y Vinculación
(TecNM/ITChetumal)
Lic. Dulce Yolanda Garrido López
Jefe del Depto. de Comunicación y Difusión
(TecNM/ITChetumal)
Mtro. José Pedro Villalobos Puga
Jefe del Centro de Información (TecNM/ITChetumal)
Lic. Esteban Magaña Pérez
Jefa de la División de Estudios Profesionales
(TecNM/ITChetumal)
Mtra. Raquel Ivet Saavedra Vargas
Jefa de la División de Estudios de Posgrado e Investigación
(TecNM/ITChetumal)
Dra. Alicia Carrillo Basto
Jefe del Departamento de Recursos Materiales y Servicios
(TecNM/ITChetumal)
Ing. Rodrigo Salazar García
Editor (TecNM/ITChetumal)
Dr. Robert Beltrán López

AVACIENT, Año 6, Núm. 1, Vol. X ENERO-JUNIO 2021, es una revista semestral, publicada y editada por el Tecnológico Nacional de México dependiente de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Chetumal, Av. Universidad 1200, quinto piso, Colonia Xoco, Alcaldía Benito Juárez, C.P. 03330, Ciudad de México, Tel. 5536002511 Ext. 65064, d_vinculacion05@tecnm.mx, Editor Dr. Robert Beltrán López. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2016-111018275600-102, ISSN: 2594-018X, ambos son otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Impresa por el Instituto Tecnológico de Chetumal, Av. Insurgentes Núm. 330 esquina Andrés Quintana Roo, Colonia David Gustavo Gutiérrez, C.P. 77013, Chetumal, Quintana Roo, Tel. 019838322330 y 019838321019. Fecha de término de la impresión 28 de junio de 2021.

Objetivo de la revista, es proporcionar a los investigadores, docentes, alumnos y público interesado, un medio para publicar los resultados de investigaciones científicas, educativas, tecnológicas y documentales, afines a la arquitectura, ingeniería eléctrica y electrónica, ingeniería en química y biología, ingeniería en sistemas computacionales, ingeniería en ciencias de la tierra, a las ciencias económico-administrativas, a la docencia y a las ciencias naturales.

Las publicaciones de los artículos son sometidas a revisión por un comité de arbitraje, el proceso de evaluación del artículo guardará estrictamente el anonimato, utilizando el sistema doble ciego y el contenido es responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

El contenido de los artículos es estrictamente original, de carácter inédito, es importante y claro, a su vez, es pertinente para el área de interés de la revista.

AvaCient provee acceso libre inmediato a su contenido bajo el principio de hacer disponible gratuitamente la investigación al público, lo cual fomenta un mayor intercambio de conocimiento global e impide la obsolescencia del conocimiento. Sin embargo, cada autor podrá efectuar el archivo de sus trabajos por iniciativa propia a través de repositorios institucionales, colectivos o temáticos. La revista apoya las iniciativas de acceso abierto.

Queda autorizada la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación, a condición de que se cite la fuente completa y se incorpore un enlace <http://itchetumal.edu.mx/avacient/index.php/revista/about>

AvaCient es una revista científica arbitrada e indizada.

Soporte técnico: Mtro. José Luis Moctezuma Tejeda. Cel. 2291521713. jmoctezuma@itchetumal.edu.mx
Corrección y Estilo: C.P. Yasmin Del Ruby Tziu Peñalver.
Diseño de portadas por Luis Castillo. Cel. 9831363671. zluis29@hotmail.com

Declaratoria de ética de publicación y buenas prácticas

AvaCient previene el plagio y las prácticas de publicaciones depredadoras. Para ello, presenta la declaratoria de ética editorial que se fundamenta en los principios establecidos por el *Committee on Publication Ethics (COPE)*:

Responsabilidades del Comité Editorial

- La descripción de los procesos de revisión por pares es definido y dado a conocer por el Comité Editorial con el fin de que los autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación. El Comité Editorial está siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación.

Responsabilidades del Editor

- El editor se responsabiliza por todo lo publicado en la revista, esforzándose por satisfacer las necesidades de los lectores y autores; por mejorar constantemente la revista; por asegurar la calidad del material que publica; por impulsar los estándares académicos y científicos.
- La decisión del editor de aceptar o rechazar un texto para su publicación estará basada únicamente en la importancia del artículo, la originalidad, la claridad y la pertinencia que éste represente para la revista.
- El editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los revisores la identidad de los autores. Tampoco podrá revelar la identidad de los revisores en ningún momento.
- El editor asume la responsabilidad de informar debidamente al autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del dictamen.
- El editor evalúa los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los autores.

Responsabilidades de los autores

- Los autores deben garantizar que sus manuscritos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética. Además, deben garantizar que sus trabajos no han sido previamente publicados o que no están siendo considerados en otra publicación. Se considerará un trabajo como previamente publicado cuando ocurra cualquiera de las siguientes situaciones:
 1. Cuando el texto completo haya sido publicado.
 2. Cuando fragmentos extensos de materiales previamente publicados formen parte del texto enviado a la Revista y no existan cambios sustanciales en las aportaciones del mismo.
 3. Cuando el trabajo sometido a la Revista esté contenido en memorias publicadas in extenso.
 4. Estos criterios se refieren a publicaciones previas en forma impresa o electrónica, y en cualquier idioma.
- Para la publicación de sus trabajos, los autores deben seguir estrictamente la guía para autores definida en la Revista.
- Los autores de los artículos deben presentar una descripción precisa de la investigación realizada, así como una discusión objetiva de su importancia. Un documento debe contener suficiente detalle y referencias para permitir a otros utilizar el trabajo. Declaraciones fraudulentas o deliberadamente inexactas constituyen un comportamiento poco ético y son inaceptables.
- Los autores deben garantizar que han escrito en su totalidad las obras originales, y si los autores han utilizado el trabajo y/o palabras de otro(s) tiene(n) que ser debidamente citado(s). El plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable. En consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.
- Un autor no debería, en general, publicar artículos que describen esencialmente la misma investigación en más de una revista o publicación primaria. La presentación del mismo manuscrito a más de una revista constituye un comportamiento poco ético y la publicación es inaceptable.
- Se deben de reconocer las fuentes adecuadamente. Los autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del trabajo presentado.
- La autoría debe limitarse a aquellos que han hecho una contribución significativa a la concepción, diseño, ejecución o interpretación del estudio. Todos aquellos que han hecho contribuciones significativas deben aparecer como co-autores. El o los autores principales deben asegurar que todos los co-autores se incluyen en el artículo, y que todos han visto y aprobado la versión final del documento y han acordado su presentación para su publicación desde el principio del proceso.
- Todos los autores deben revelar en su manuscrito cualquier conflicto financiero o de otro tipo que pudiera influir en los resultados o interpretación de su manuscrito. Todas las fuentes de apoyo financiero para el proyecto deben ser revelados.

Responsabilidades de los revisores

- Los revisores se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los manuscritos que evalúan.
- Para la revisión de los trabajos, los revisores deben contar con las normas para realizar esta tarea. Dichas normas deben ser proporcionadas por la Revista y son las que deben de considerar para la evaluación.
- Todo revisor seleccionado debe notificar en el tiempo establecido al editor de la Revista si está calificado para llevar a cabo la revisión del trabajo o si no está en la posibilidad de hacerlo.
- Cualquier manuscrito recibido para su revisión debe ser tratado como documento confidencial. No se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del editor.
- Los revisores se deben conducir de manera objetiva. Toda crítica personal al autor es inapropiada. Los revisores deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos.

Ante este panorama, AvaCient tiene la intención de adherirse a estándares éticos, con el propósito de orientar a los autores, revisores y editores en el desempeño de sus funciones.

Tabla de contenido

Presentación de la revista.

Directorio y cintillo.

Declaratoria de ética de publicación y buenas prácticas.

Comité editorial científico.

1. Propuesta para el diseño y fabricación de horno de fundición eléctrico.	01
Daniel Eduardo Paz Pérez, Marcelo Rodríguez Alberto, Miguel Ángel Zúñiga Martínez.	
2. Impacto del confinamiento en la salud familiar derivado de una contingencia sanitaria.	14
Sergio Ricardo Zagal Barrera, Edgar Uriel García Sánchez, Nadya Maldonado Sánchez.	
3. Control estadístico del proceso en la división de rollos de EVA.	23
Armando Mares Castro, Erik Leonardo Chávez Mendoza.	
4. PMDC motor parameter estimation through experimental parametric model.	42
Aldo R. Sartorius C, José de Jesús Moreno V, Antonia Zamudio R., Ivana Aranda M.	
5. Diseño arquitectónico de una vivienda emergente basado en la resiliencia urbana en Chetumal.	51
Jorge Javier Hernández Serrano, Gabriela Rosas Correa, Laura Isabel Guarneros Urbina, Nínive Margely Navarrete Canto.	
6. Corrupción y cumplimiento fiscal en México: Un análisis de sus relaciones.	68
Patricia Gutiérrez Moreno.	
7. Fortalecimiento de la competitividad mediante la planeación estratégica en la Mipyme sinaloense.	85
Patricia Carmina Inzunza Mejía, Nereyda Moreno Álvarez.	

Instituto Tecnológico de Chetumal (México)

Dr. Julio César Cruz Argüello (SNI)
Mtra. Claudia Beatriz Rodríguez Poot
Dr. Luis Felipe Jiménez Torrez (SNI)
Dr. Salvador Felipe Espinet Vázquez
Dr. Leopoldo Querubín Cutz Pool
Dra. Alicia Carrillo Bastos
Mtra. María Josefina Aguilar Leo
Dr. Eustacio Díaz Rodríguez
Mtra. Luz María González Barragán
Dr. Robert Beltrán López (SNI)
Mtra. Blandy Berenice Pamplona Solís
Mtro. Isaías May Canche
Dr. Ricardo Enrique Vega Azamar (SNI)
Dra. Herlinda del Socorro Silva Poot

Universidad de Quintana Roo (México)

Dr. Edgar Alfonso Sansores Guerrero (SNI)
Dra. Juana Edith Navarrete Marneou (SNI)
Dra. Luz Margarita González López

Universidad Politécnica de Bacalar (México)

Mtra. María Antonia de los Angeles Díaz Martín
Dr. Ángel Aarón Rosado Varela

Universidad Autónoma de Sinaloa (México)

Dra. Ana María López Carmona

Universidad Autónoma de Aguascalientes (México)

Dr. Miguel Ángel Oropeza Tagle (SNI)

**Universidad Intercultural Maya
de Quintana Roo (México)**

Dra. Valeria Betzabé Cuevas Albarrán (SNI)

**Instituto Tecnológico Superior de
San Martín Texmelucan (México)**

Dra. Esmeralda Aguilar Pérez (SNI)

Universidad de Piura (Perú)

Dr. Luis Gerardo Gómez Jacinto

Instituto Tecnológico de Comitán (México)

Dr. Francisco Gabriel Yáñez Domínguez

Universidad Autónoma de Yucatán (México)

Dra. Elizabeth del Rosario Vázquez Borges

Universidad Tecnológica de Chetumal (México)

Mtro. Martín Antonio Santos Romero

Universidad Veracruzana (México)

Dr. Saulo Sinforoso Martínez (SNI)
Dr. Oscar Yahev Carrera Mora (SNI)

Universidad de Oriente campus Puebla (México)

Dr. Carlos Alberto Lobato Tapia

Universidad Tecnológica Metropolitana (México)

Dra. Karina Concepción González Herrera (SNI)

Universidad Nacional del Altiplano (Perú)

Dr. Heber David Poma Cornejo

Instituto Tecnológico Superior de Xalapa (México)

Dra. Rosa María Arias Mota (SNI)

**Centro de Enseñanza Técnica y Superior
(Campus Tijuana, México)**

Dra. Esthela Galvan Vela (SNI)

Instituto Tecnológico de Iguala (México)

Mtro. Sergio Ricardo Zagal Barrera
Mtro. Jorge Eduardo Ortega López

Fundación Malakim, A.C. (México)

Dra. Erika Cassio Madrazo

Universidad Autónoma de Tlaxcala (México)

Dra. María Mercedes Rodríguez Palma

Universidad del Mar (México)

Dr. Eduardo Jiménez Hidalgo (SNI)

Instituto Tecnológico de Boca del Río (México)

Dra. Itzel Galaviz Villa (SNI)

Universidad de Guadalajara (México)

Dr. Rogelio Rivera Fernández (SNI)
Dr. Francisco Javier Moscoso Sánchez (SNI)

Universidad del Valle de Atemajac (México)

Dr. Evelio Gerónimo Bautista (SNI)

Instituto Tecnológico de Pinotepa (México)

Dr. Pedro Cisneros Saguilan

Conacyt (México)

Dra. Mayra Polett Gurrola (SNI)
Dra. Danna Lizeth Trejo Arroyo (SNI)

**Instituto Tecnológico Superior de
Coatzacoalcos (México)**

Mtra. Karla Margarita Castilla Acosta

**Instituto Tecnológico Superior de
Ciudad Hidalgo (México)**

Mtra. Susana Reyes Vázquez

Universidad ESAN (Perú)

Dr. Edmundo R. Lizarzaburu Bolaños

Universidad del Caribe (México)

Dr. Miguel Ángel Olivares Urbina (SNI)

SFAI México (México)

Mtro. Miguel Chamlaty Toledo

Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria (México)

Dr. Edgar Pérez Arriaga (SNI)

Universidad Andina Simón Bolívar (Ecuador)

Mtro. Miguel Giovanny Romero Flores

Universidad Nacional de Huancavelica (Perú)

Dr. Edwin Julio Córdor Salvatierra

Universidad Nacional del Nordeste (Argentina)

Mtra. Ingrid Yanina Rosas Villarrubia

Instituto Tecnológico de Chiná (México)

Dra. Norma Laura Rodríguez Ávila (SNI)

Instituto Tecnológico de Zacatecas (México)

Dr. Juan Carlos Pino Acevedo

Instituto Tecnológico Superior Zacatecas (México)

Mtra. Jessica Ivón Cuevas Zapata

Árbitros participando en este ejemplar.

Provenientes de diferentes Universidades e Instituciones de Educación Superior de México, Perú, Ecuador, Argentina.

PROPUESTA PARA EL DISEÑO Y FABRICACIÓN DE HORNO DE FUNDICIÓN ELÉCTRICO

Daniel Eduardo Paz Pérez¹, Marcelo Rodríguez Alberto²
Miguel Ángel Zúñiga Martínez³

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Recibido: 12/10/2020

Aceptado: 01/06/2021

Publicado: 28/06/2021

Resumen.- En este artículo se documenta el proyecto de construcción y puesta en marcha de un horno de fundición eléctrico de aluminio recuperado, con la intención de fabricar piezas de maquinado que utilizarán los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de El Mante en las prácticas que realizan en la fresadora CNC; para iniciar el proyecto fue necesario determinar las especificaciones del horno, y a partir de los requerimientos de los usuarios y las posibilidades tecnológicas y económicas de la institución educativa se identificaron las restricciones en el diseño industrial utilizando la metodología Quality Function Deployment (QFD) y herramientas CAD/CAM, en un trabajo de investigación aplicada. El resultado es un horno cilíndrico pequeño construido con ladrillo refractario forrado de malla metálica, con un crisol de capacidad máxima de 5 litros, que funciona con resistencias eléctricas de NiCromo (80-20) que permitirán una temperatura entre 700°C y 850°C, suficientes para derretir latas de aluminio recuperado. Los principales logros del proyecto son la formación de capital humano y la adquisición de equipo para el laboratorio industrial.

Palabras claves: Diseño industrial, hornos, restricciones, QFD.

DESIGN & MANUFACTURING PROPOSAL OF AN ELECTRIC SMELTING FURNACE

Abstract.- This article relates the project for the construction and commissioning of an electric smelting furnace for aluminum scrap, with the aim of manufacturing machining parts that will be used by students of Instituto Tecnológico Superior de El Mante in the practices they do in milling machine CNC. To begin the project, it was necessary to determine the furnace specifications, then the restrictions in the industrial design were identified using the Quality Function Deployment (QFD) methodology also CAD/CAM tools, based on user's requirements as well as University's technological and economic budgets, in an applied research work. The result is a small cylindrical furnace built with refractory brick lined with metal mesh, with a 5 liters crucible, working with NiCromo (80-20) electric resistances that will allow a temp range between 700 ° C and 850 ° C., enough to melt aluminum scrap. The main achievements of the project are human capital formation and the acquisition of equipment for the industrial laboratory.

Keywords: Industrial design, furnaces, restrictions, QFD.

Introducción

Las Instituciones de Educación Superior (IES) de carácter público en México tienen como uno de sus ejes estratégicos, además de la enseñanza, las actividades de vinculación con la industria, pero algunas instituciones en particular adolecen de dificultades para hacerlo, como documentan Solleiro Rebolledo, Castañón Ibarra, & Meza Parrilla (2016), quienes identifican en un caso de estudio los siguientes problemas: saturación de trabajo en las IES, normativa poco flexible, falta de experiencia en proyectos, burocracia traducida en retrasos, bajo nivel de desempeño innovador y una limitada oferta de servicios tecnológicos.

Una forma en que estas instituciones pueden incrementar su desempeño innovador es generando su propio capital intelectual, el cual se promueve al crear y difundir el trabajo científico al interior y exterior de las organizaciones, apoyándose en sus capacidades de gestión del conocimiento (Cote Peña, Meneses Amaya, & Estrada Cañas, 2017). Por capital intelectual podemos entender el conjunto del capital interno (el conocimiento creado por las personas), el

¹ Doctor en Materia Fiscal, Profesor investigador, Instituto Tecnológico Superior de El Mante. Academia de Ingeniería en Gestión Empresarial. Carret. Mante-Valles Km. 7.5, Cong. Quintero, Tamaulipas. Correo: depaz@itsmante.edu.mx Tel. (831)233-6666 CVU 428141, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0511-2776> (Autor correspondiente).

² Maestro en Ciencias, Profesor Investigador. Instituto Tecnológico Superior de El Mante. Academia de Ciencias Básicas. Correo: mrodriguez@itsmante.edu.mx

³ Ingeniero Industrial, docente. Instituto Tecnológico Superior de El Mante. Academia de Ingeniería Industrial. Correo: mazuñiga@itsmante.edu.mx

capital externo (el conocimiento relacional) y el capital humano en la forma de competencias organizacionales (Chiavenato & Sapiro, 2019). Las instituciones de tipo tecnológico tienen a su favor que pueden incrementar algunos recursos materiales mediante procesos de innovación o fabricación de bienes; la construcción de máquinas y equipo para laboratorios en las instituciones educativas no es una tarea muy frecuente, porque obedece a necesidades específicas y se requiere de recursos humanos, materiales y financieros para llevarla a cabo.

Con frecuencia, las instituciones educativas deben buscar recursos financieros fuera de su presupuesto ordinario, participando en convocatorias que apoyan la innovación y el desarrollo tecnológico; es el caso del Instituto Tecnológico Superior de El Mante, ubicado en el sur de Tamaulipas, en donde la falta de equipamiento del laboratorio industrial ha llevado a los docentes a participar en la Convocatoria de Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica 2019 del Tecnológico Nacional de México, con el proyecto “Diseño y fabricación de un horno de fundición de aluminio recuperado para fabricación de piezas de maquinado asistido por computadora”, aprobado con clave 6877.19-P, el cual recibió financiamiento público.

El proyecto sometido tuvo por objetivo la construcción y puesta en marcha de un horno de fundición de aluminio recuperado, con la intención de fabricar piezas de maquinado que utilizarán los estudiantes en las prácticas que realizan en la fresadora CNC; para iniciar el proyecto fue necesario trabajar en el diseño e ingeniería de la máquina, etapas que Cereseto & Giobergia (2016) consideran “*las que más valor agregan al producto final*” y que dan origen a este trabajo.

El proyecto busca también la formación de recursos humanos que participen en la generación del conocimiento científico en el campo de las ingenierías en la institución. Gómez Díaz, Salgado Vega, & Nava Rogel (2016) sugieren que el capital humano de una región debe contribuir al desarrollo local, permitiendo que las personas reciban una formación sólida para modificar su entorno, y exponen que el valor de dicho capital humano se determina por los talentos, las competencias y las habilidades que propician la creación de valor; por ello, el capital humano de las instituciones educativas debe promover el desarrollo de dichas competencias en los estudiantes para impulsar la competitividad de las regiones donde se encuentran. Por su parte, los profesores-investigadores deben generar y aplicar los resultados del trabajo que desarrollan en sus investigaciones en beneficio de los estudiantes, para brindarles las herramientas necesarias y hacerlos más competentes en el desempeño de su carrera, logrando así instituciones competitivas que ofrezcan a la comunidad una educación de calidad (Argueta López, Jiménez Terrazas, & Mercado Salgado, 2016; Arroyo-Chavarría, Barajas-Hernández, Alba-Silva, & Ramos-Pedroza, 2017).

El diseño industrial

El diseño es la actividad intencionada de generar información para que un determinado producto o servicio se materialice (Ramírez & Ariza, 2012), en cuyo desarrollo se definen la geometría, los materiales y los procesos de manufactura, siendo su culminación la memoria técnica, los planos, la lista de materiales y otros documentos del mismo orden; en este proceso (ver figura 1) se pueden utilizar herramientas como maquetas de estudio y prototipos rápidos, así como software especializado para dibujo técnico y modelado asistido por computadora. El diseño asistido por computadora puede ser utilizado eficientemente si el propósito es establecer la geometría y las dimensiones de alguna estructura en proyección, con lo cual se pueden lograr construcciones eficientes y económicas (Arroyo-Chavarría, Barajas-Hernández, Alba-Silva, & Ramos-Pedroza, 2017; Cortizo Rodríguez, 2013).

La última parte del diseño industrial antes de ser validado y entregado a producción es el diseño del detalle, que consiste en determinar el perfil formalmente técnico que tendrá el producto; se requiere de especificaciones del diseño del producto, de los materiales de composición y las dimensiones finales, todo ello en la forma de planos, fichas técnicas y diseños detallados; para su elaboración se utilizan muy comúnmente el fotomontaje, los prototipos o maquetas y las herramientas CAD/CAM. El diseño de máquinas puede devenir en la solución de problemas reales para actores de la industria que carecen de acceso a la tecnología, especialmente productores rurales, pero también microempresas y entidades educativas (Arteaga Noguera, 2015).

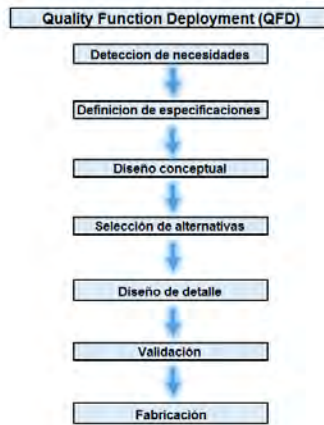


Figura 1.- Metodología para el diseño de un proyecto.
Fuente: adaptado de Sosa Compean (2010).

Restricciones en el diseño industrial

Los investigadores Ariza, Herrero, & Oneto (2013) señalan que una de las principales consideraciones en el diseño y producción de equipamiento escolar es la determinación de las especificaciones desde la concepción del proyecto: factores como la ergonomía, el peso y dimensiones, la durabilidad o la calidad de los materiales deben ser tomados en cuenta. Entre los factores que se deben considerar para diseñar un nuevo producto o mejorar uno ya existente están los requerimientos de los usuarios potenciales o definidos, las posibilidades tecnológicas del constructor y el presupuesto de que se disponga.

Los requerimientos de los usuarios potenciales o ya definidos deben ser tomados en cuenta mediante el uso de instrumentos que permitan conocer sus necesidades específicas; para el caso específico de la construcción de un horno eléctrico, dichas necesidades pueden estar relacionadas con:

- Los materiales de construcción.
- Las dimensiones del horno y del crisol o mufla.
- La capacidad de producción (en kilos, litros, piezas, etc).
- El tipo de energía que se utilizará para fundir.
- Los materiales que se van a fundir.
- Los rangos de temperatura deseada.
- El tiempo de uso promedio por hora, día, semana, etc.

Además de lo anterior, se deben reconocer otras características que puedan afectar el diseño, como las relacionadas con las instalaciones donde se usará el producto; en la fabricación de un horno eléctrico se debe tomar en cuenta también:

- Los conocimientos del personal que utilizará el producto.
- El espacio, ventilación del área de instalación.
- La disponibilidad de las fuentes de energía.
- La asequibilidad del equipo de seguridad específico.

De igual forma, en el diseño del producto se deben tomar en cuenta las posibilidades tecnológicas del constructor, que implican entre otras cosas:

- La disponibilidad de la tecnología necesaria.
- La capacitación del elemento humano involucrado.
- La capacidad de producción instalada.
- La disponibilidad de los insumos.
- El tiempo de construcción.

Por último, las cuestiones relacionadas con el presupuesto disponible son significativas y están enfocadas a reconocer la importancia de los costos de fabricación, el financiamiento en caso de ser necesario y los costos de instalación o mantenimiento.

Es común que las instituciones educativas públicas de reciente creación no cuenten con la infraestructura como equipo y materiales para que sus estudiantes realicen prácticas en talleres y laboratorios, dado que dependen completamente de los recursos económicos que proceden de fuentes federales o estatales; es el caso del Instituto Tecnológico Superior de El Mante, que no cuenta con recursos para la compra de piezas de aluminio para que los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial realicen prácticas en la fresadora CNC que se tiene instalada en el laboratorio industrial; en su lugar, se ha optado por utilizar materiales alternativos de menor costo y financiados por el alumno. Cabe destacar que la institución tampoco cuenta con un equipo que permita elaborar las piezas de aluminio, pues se desconoce el proceso de fabricación de un horno y las limitaciones que tendrá el diseño y construcción del mismo.

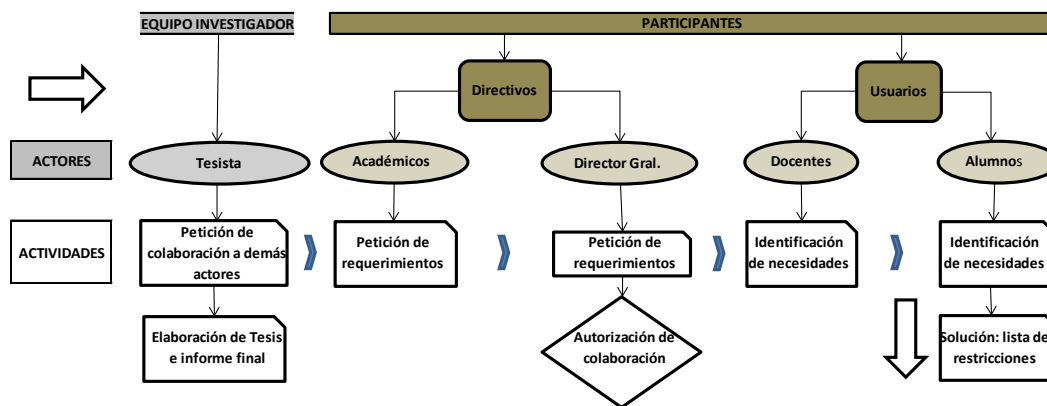
Material y métodos

Mediante un trabajo no experimental y transversal se buscó identificar las restricciones en el diseño y construcción de un horno de fundición para una institución educativa, en un estudio de enfoque combinado, cuantitativo y cualitativo; como instrumento para recoger la información se utilizaron cuestionarios enfocados a tres sujetos: los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, los docentes que imparten materias relacionadas con el uso de una fresadora CNC y los directivos de la institución, para identificar las prácticas que se realizan en el taller industrial, las necesidades de los sujetos y las limitaciones de la institución, variables mostradas en la Tabla 1; como técnica de recolección se usó la entrevista semi estructurada y para el análisis de datos se utilizó el programa estadístico Minitab 18.

Este trabajo es pertinente dentro de la línea de generación y aplicación del conocimiento denominada “Análisis y desarrollo de procesos industriales” registrada con el número LGAC-2017-SMAN-IIND-0801-13; la investigación se desarrolló en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior de El Mante, siendo objeto de estudio el proceso de diseño industrial de un horno de fundición de aluminio recuperado que se utilizará para fabricar piezas para realizar prácticas en el taller industrial; la principal limitante fue la falta de experiencia del equipo investigador para construir el horno, dado que es la primera vez que participan en este tipo de proyectos.

Para este trabajo se tomó como método de diseño industrial el Quality Function Deployment (QFD) que puede ser utilizado para la toma de decisiones multicriterio (Sosa Compean, 2010; Osorio Gómez, 2011); Nara Medianeira (2014) le atribuye a esta metodología ser aplicada en el desarrollo de nuevos productos o en mejorar los ya existentes, pues le reconoce estar enfocado en las necesidades de los clientes como requisitos para la empresa desarrolladora, y que puede ser utilizado en todas las etapas del ciclo de desarrollo de productos, desde la investigación y desarrollo hasta la ingeniería, producción y distribución. Para el análisis de las restricciones del diseño se utilizó un árbol de decisiones como modelo predictivo, llamado también Matriz de Pugh, la cual es una herramienta cuantitativa que se utiliza habitualmente en la fase de diseño de un producto y consiste en la comparación de los criterios determinados en el diseño (en este caso obtenidos mediante QFD) utilizando una matriz de opciones, restricciones y sus ponderaciones para cada criterio, siendo ideal escoger para el diseño aquellas opciones mejor evaluadas.

Diagrama 1.- Participantes y acciones implementadas en la metodología QFD



Fuente: elaboración propia.

Resultados

Para poder diseñar de forma óptima el horno se consideraron las fases que conforman el diseño industrial de un producto, las cuales son:

1. Investigación de las necesidades del cliente.
2. Conceptualización.
3. Refinamiento preliminar.
4. Refinamiento adicional y selección final del concepto.
5. Dibujos o modelos de control.
6. Coordinación con ingeniería, manufactura y vendedores externos.

En la fase de investigación de las necesidades del cliente se utilizó la metodología QFD descrita antes, para lo cual se llevó a cabo la recopilación de información pertinente acerca del producto con relación a las necesidades de los futuros usuarios; para esto se requirió diseñar un instrumento aplicado en la forma de encuesta a directivos de la institución, alumnos y docentes de la carrera de ingeniería industrial, así como al equipo de investigadores, quienes participaron utilizando Brainstorming con la finalidad de obtener la información necesaria para su posterior análisis. Los criterios resultantes fueron la fuente de la energía que deberá tener el horno, la forma y tamaño del horno y la capacidad de su crisol, así como el poder calorífico requerido.

Como siguiente procedimiento se realizó un árbol de decisiones o Matriz de Pugh, en el que se consideraron los criterios más importantes obtenidos de la metodología QFD; enseguida se procedió a determinar las opciones para cada criterio, estableciendo sus restricciones y el valor para ser ponderadas por el equipo de investigación, cuyos resultados se desglosan en forma individual.

<u>Opciones</u>		<u>Valor</u>	<u>Restricción</u>	<u>Valor</u>	<u>Restricción</u>	<u>Valor</u>	<u>Restricción</u>	<u>Valor</u>
			Generación de ambiente contaminante		Seguridad del manejo		Costo de la energía	
Energía	A) Combustible fósil	0.15	0	0.5	1	0.35	2	1.2
	B) Gas LP	0.15	1	0.5	3	0.35	2	2.35
	C) Energía Eléctrica	0.15	8	0.5	8	0.35	4	6.6 <<<
		6.6						

Respecto a la energía que se debe utilizar, las opciones consideradas fueron combustible fósil, gas LP y energía eléctrica; dadas las restricciones relacionadas con el cuidado ambiental, la seguridad en su manejo y el costo, la mejor alternativa es la energía eléctrica, que además está más disponible que las otras opciones (valor=6.6).

<u>Opciones</u>		<u>Valor</u>	<u>Restricción</u>	<u>Valor</u>	<u>Restricción</u>	<u>Valor</u>	<u>Restricción</u>	<u>Valor</u>
			Facilidad de construir		Facilidad de manipular		Costo de material	
Tamaño del horno	Hasta 50 Lts.	0.4	4	0.2	7	0.4	4	4.6 <<<
	De 51 a 100 Lts.	0.4	5	0.2	6	0.4	2	4
	Más de 101 Lts.	0.4	3	0.2	5	0.4	0	2.2
		4.6						

El segundo factor analizado fue el tamaño del horno, que fue calculado en función a la capacidad de algunos hornos pequeños de hasta 50 litros para fundiciones caseras, hornos medianos entre 51 y 100 litros para fundiciones comerciales y hornos grandes de más de 100 litros para fundiciones industriales; las restricciones encontradas fueron

la facilidad de su construcción y manipulación, así como el costo de los materiales; en general, un horno pequeño representó mayor facilidad y menor costo de construcción para la institución (valor=4.6).

<u>Opciones</u>		<u>Valor</u>	<u>Restricción</u>	<u>Valor</u>	<u>Restricción</u>	<u>Valor</u>	<u>Restricción</u>	<u>Valor</u>
			Facilidad de construir		Facilidad de manipular		Tamaño del horno	
Forma del horno	Cuadrado	0.4	3	0.2	6	0.4	2	3.2
	Redondo	0.4	2	0.2	6	0.4	4	3.6 <<<
	Otra forma	0.4	1	0.2	6	0.4	2	2.4
		3.6						

Las opciones para escoger la forma del horno fueron determinadas de los hornos en existencia en el mercado, que se encontraron en forma redonda, cuadrada y otras formas geométricas; las restricciones identificadas fueron la facilidad para su construcción, para su manipulación y el tamaño del horno; aunque se encontró mayor facilidad en construir una figura cuadrada, se consideró que el tamaño de un horno redondo aprovecha mejor la superficie interior, por lo que fue mejor ponderado que las otras opciones (valor=3.6).

<u>Opciones</u>		<u>Valor</u>	<u>Restricción</u>	<u>Valor</u>	<u>Restricción</u>	<u>Valor</u>	<u>Restricción</u>	<u>Valor</u>
			Disponibilidad de material reciclado		Seguridad del vaciado		Costo del crisol	
Capacidad crisol	A) Hasta 5 litros	0.2	8	0.5	7	0.3	6	6.9 <<<
	B) De 5 a 20 litros	0.2	5	0.5	5	0.3	4	4.7
	C) Más de 20 litros	0.2	2	0.5	3	0.3	2	2.5
		6.9						

En relación a la capacidad del crisol donde se fundirá el aluminio, las opciones fueron el tamaño pequeño para producir hasta 5 litros de aluminio líquido, el tamaño mediano hasta 20 litros y un tamaño grande de más de 20 litros, cuyas restricciones fueron la disponibilidad de suficiente material para llenar el contenedor, la seguridad al vaciar el líquido a los moldes y el costo de fabricar el crisol; la mejor valoración la recibió el tamaño chico de hasta 5 litros (valor=6.9).

<u>Opciones</u>		<u>Valor</u>	<u>Restricción</u>	<u>Valor</u>	<u>Restricción</u>	<u>Valor</u>	<u>Restricción</u>	<u>Valor</u>
			Fundir el aluminio		Mantener en líquido		Costo de material	
Poder calorífico	A) Hasta 700°C	0.5	2	0.3	2	0.2	6	2.8
	B) De 701°C hasta 850°C	0.5	6	0.3	6	0.2	4	5.6
	C) Más de 850°C	0.5	8	0.3	8	0.2	2	6.8 <<<
		6.8						

El último factor considerado fue el poder calorífico al que debía someterse el horno para alcanzar la temperatura de fundición deseada; una temperatura de hasta 700°C podría fundir el aluminio pero difícilmente podría mantener el crisol lleno de líquido por largo tiempo; una temperatura entre 700°C y 850°C podría fundir y mantener el aluminio líquido por más tiempo, pero todavía una temperatura de más de 850°C tendría esas mismas características, resultando mejor ponderado (valor=6.8).

Respecto del poder calorífico, se consideró el uso de resistencias eléctricas en existencia en el mercado mexicano, por lo que fueron analizadas en función a sus principales características.

Tabla 1. Tipos de resistencias y sus características, disponibles en el mercado mexicano.

Tipo de resistencia	Principal uso	Rango de temperatura	Características
Minitubulares	En boquillas y cilindros	Calientan hasta 950°C	Diámetro muy pequeño
Tipo cartucho	En piezas metálicas con orificios	Poder calorífico hasta 820°C	Forma cilíndrica
Tipo banda	En cañones y boquillas	Calientan hasta 820°C	Abrazan la zona a calentar
Tubulares	En moldes y superficies	Calientan hasta 820°C	Son de diversas formas
De silicona	En superficies irregulares	Calientan de 60° hasta 230°C	Superficie recubierta de silicona
Cerámicas	En hornos y superficies cubiertas	Calientan hasta 820°C	Recubrimiento cerámico y gran resistencia a altas temperaturas
Fundidas en aluminio	En boquillas y cañones	Calientan hasta 820°C	Tienen un armazón de aluminio
De cuarzo	En hornos y túneles	Calientan hasta 820°C	Refractante, de gran capacidad calorífica
De teflón anticorrosiva	En altas temperaturas	Calientan hasta 820°C	De metal con recubrimiento de 0.030" de teflón
NiCromo (80-20)	Para la fabricación de elementos calefactores	Calientan más de 1000 °C	Composición de 80% Níquel y 20% Cromo

Fuente: elaborado a partir de Tecnovoltio (2019).

En la elección de la resistencia se tomaron en cuenta los factores uso principal y rango de temperatura, que debía ser mayor a la temperatura de fundición del aluminio que es 667°C; se determinó escoger la resistencia Níquel-Cromo porque es la que mejor se adapta a la forma del interior del horno y su utilización es precisamente para este tipo de productos, además de garantizar mejor que las demás la temperatura deseada sin problemas.

Después de haber concluido con las actividades de la primera fase, se realizó la conceptualización del producto tomando en cuenta tanto las necesidades del cliente como sus limitantes. Durante esta siguiente etapa se comenzó a dar forma al horno de manera conceptual, para ello fue necesario generar varios bosquejos del producto esperado y se evaluaron las posibilidades de construcción de este. La figura 2 siguiente fue realizada en 2D utilizando software de diseño, donde se muestra el modelo inicial en forma cilíndrica con tapa deslizante a los lados que utiliza una bisagra superior; el contenedor principal contiene en su interior otro cuerpo cilíndrico de menor tamaño, un crisol o mufla cuya función será acopiar el material a fundir, esto es el aluminio en forma sólida proveniente de material reciclado. Entre ambos cuerpos queda un espacio donde irá una resistencia eléctrica incrustada en la pared interior, que proporcionará el calor suficiente para aumentar la temperatura del crisol arriba de los 800°C y permitirá derretir el aluminio.

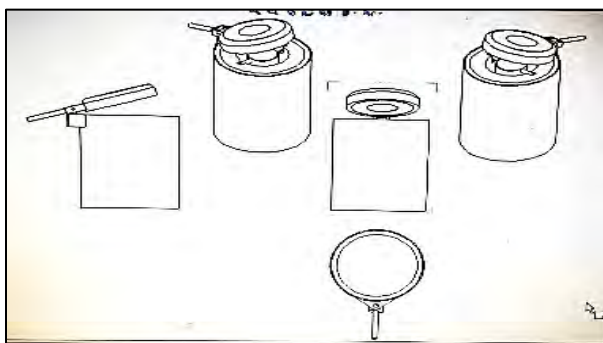


Figura 2. Diversos ángulos del Modelo 2D del horno.

Fuente: elaboración propia.

Generado el bosquejo preliminar se continuó con la siguiente etapa que es el refinamiento preliminar: dentro del área de Control de Calidad se construyó un modelo a escala total usando cartón corrugado, cinta Masking y cinta canela. El modelo fue fabricado tomando en cuenta cada una de las características que fueron plasmadas en el bosquejo preliminar como son las dimensiones interiores y las exteriores.

La fase cuatro que es un mayor refinamiento y la selección final del concepto no pudo ser desarrollada en su totalidad, ya que no se contaba con los recursos económicos necesarios para elaborar un modelo más realista hecho de metal y

que pudiera realizar algunas funciones u operaciones esperadas, por lo que se seleccionó el modelo preliminar que se muestra enseguida en la Figura 3.

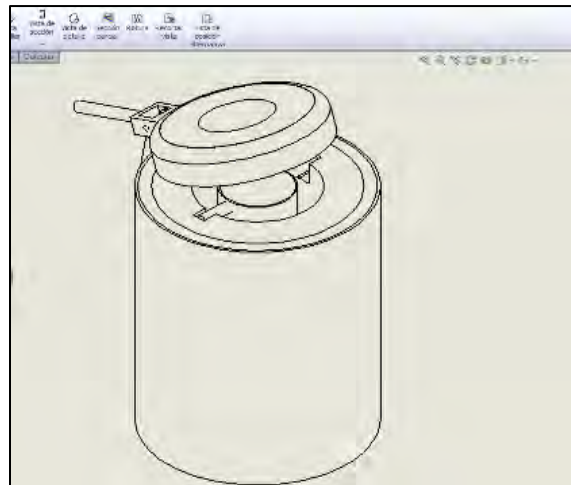
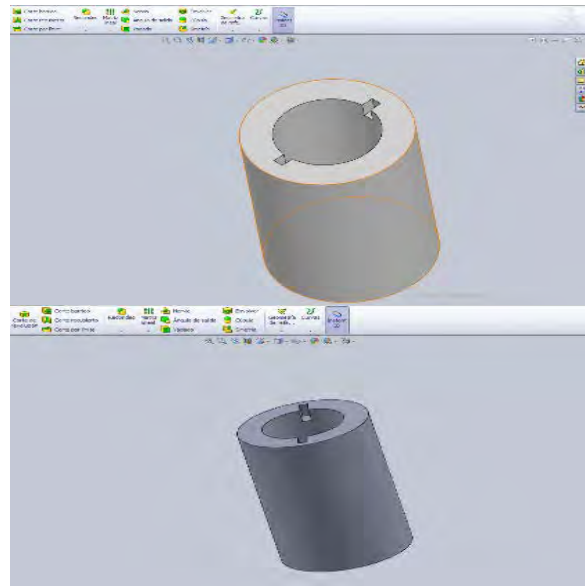
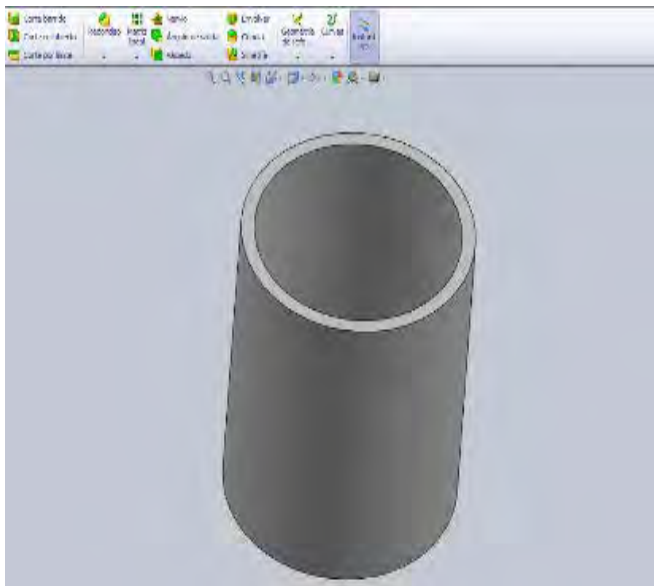


Figura 3. Modelo 2D del horno eléctrico.

Fuente: elaboración propia.

De esta manera se llegó a la fase 5 Dibujos de control del concepto final para poder documentar su funcionalidad, características, tamaños, colores, acabados superficiales y dimensiones clave, la cual fue abordada mediante la utilización del programa de software SolidWorks versión 2018, en el cual se diseñaron todos los componentes del modelo del horno, que se reproducen a continuación.

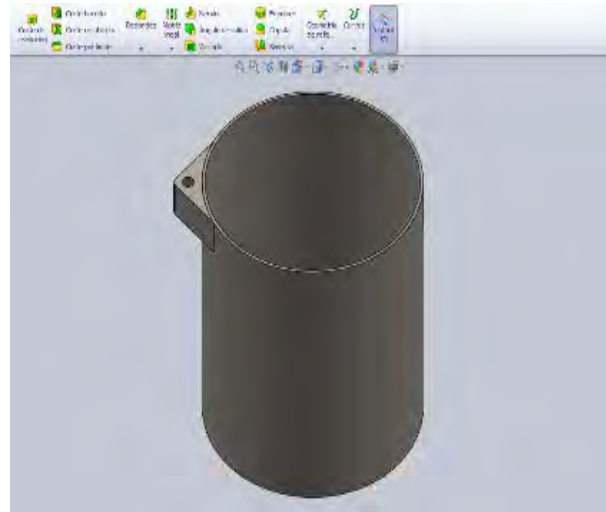
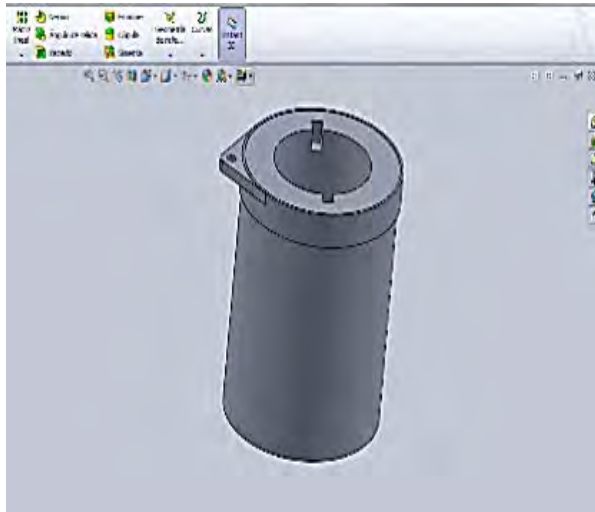
Primero se diseñó el cuerpo exterior en forma cilíndrica (figura 4) y el cuerpo interior del horno llamado mufla (figura 5), así mismo se diseñó la orilla de la mufla con el par de hendiduras que servirán de soporte a las asas del crisol (figura 6). Al finalizar, se le dio el acabado del laminado correspondiente al cuerpo exterior del horno y a la mufla se le diseñó con el material refractario a base de cemento.



Figuras 4, 5 y 6. Modelo 3D del cuerpo exterior e interior del horno (mufla).

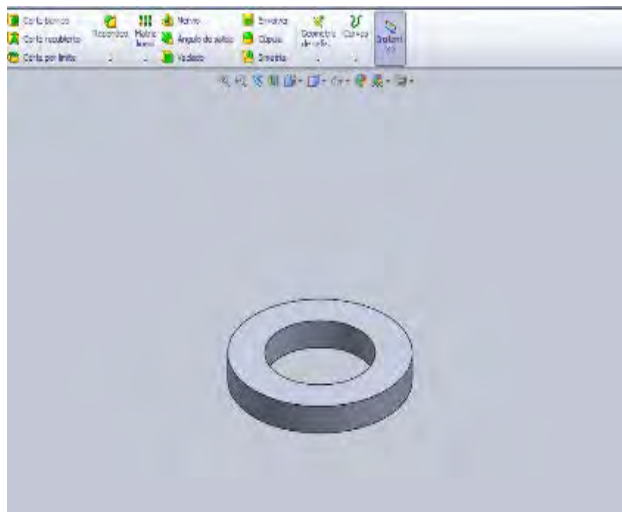
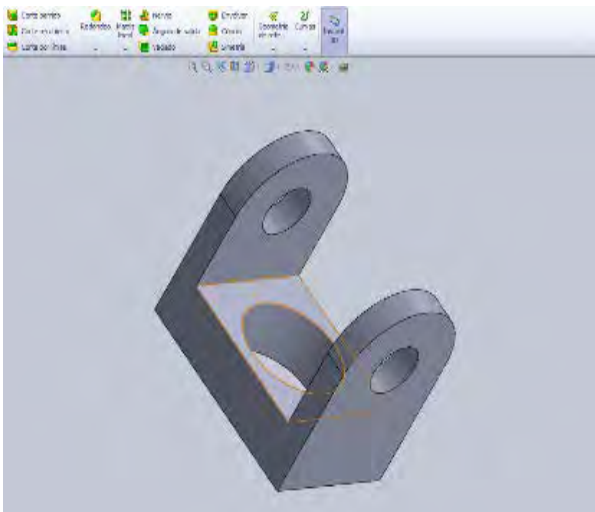
Fuente: elaboración propia.

En segundo lugar, se llevó a cabo el diseño del soporte para la bisagra de la tapa del horno de fundición; dicha pieza fue unida en la parte superior izquierda del cuerpo del horno (figura 7), se le hizo el orificio correspondiente al perno que sostendría la tapa del horno (figura 8). Cabe mencionar que también se le dio un acabado de metal correspondiente al material con el que sería fabricado.



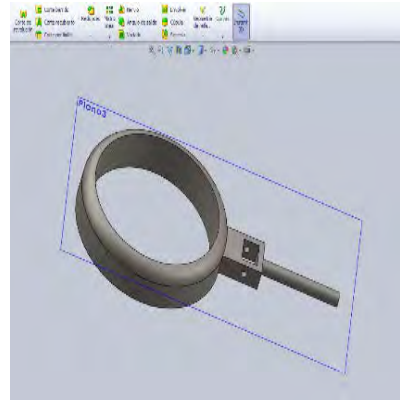
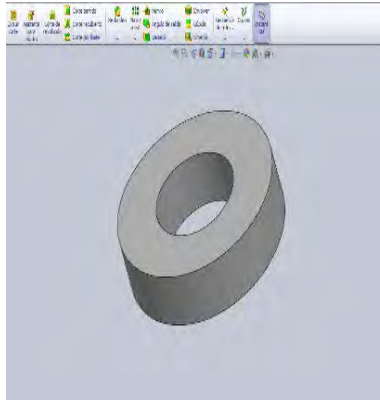
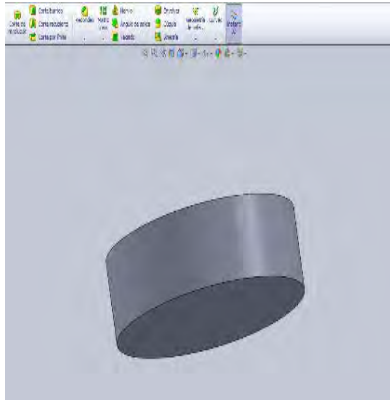
Figuras 7 y 8.- Modelo 3D del soporte para bisagra del horno y orificio del perno.
Fuente: elaboración propia.

Después fue diseñada la bisagra y la rondana de la tapa del horno, estas piezas permitirán que la tapa sea desplazada lateralmente gracias a sus funciones rotativas (figuras 9 y 10). A ambas se les dio su acabado de metal correspondiente al esperado.



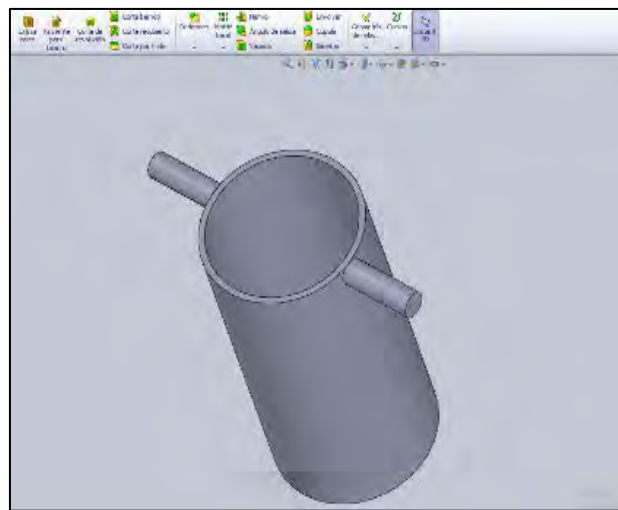
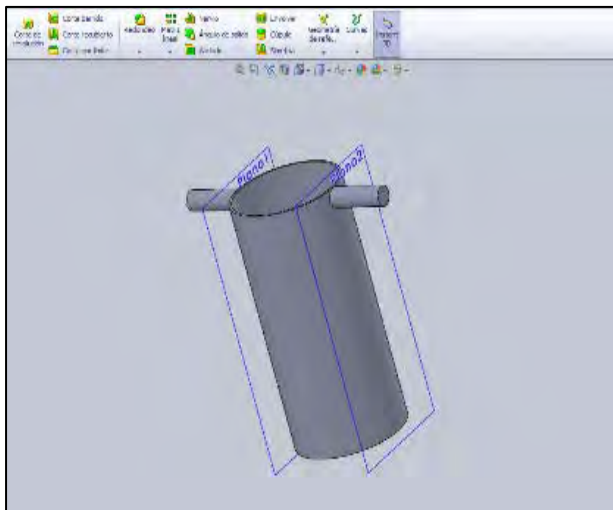
Figuras 9 y 10. Modelo 3D de bisagra y rondana de tapa del horno.
Fuente: elaboración propia.

Los siguientes componentes que se diseñaron fueron la tapa de metal (figura 11), la cubierta refractaria (figura 12) y el mecanismo de sujeción con palanca móvil (figura 13); este conjunto de piezas se encargará de mantener sellado el acceso principal del horno, a su vez permitirán la apertura de éste; se les dieron las medidas correspondientes y su acabado propio.



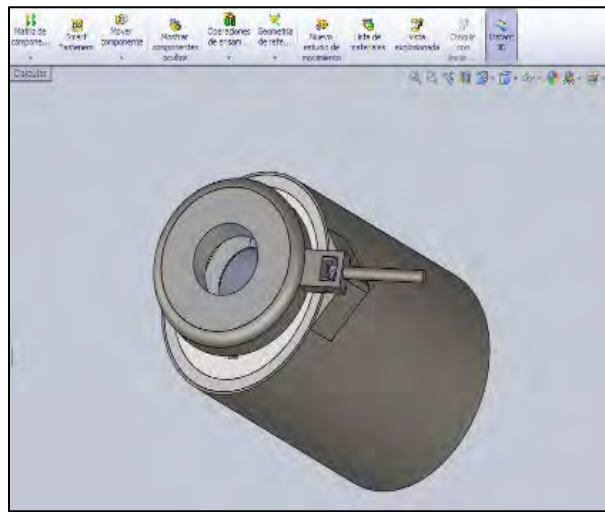
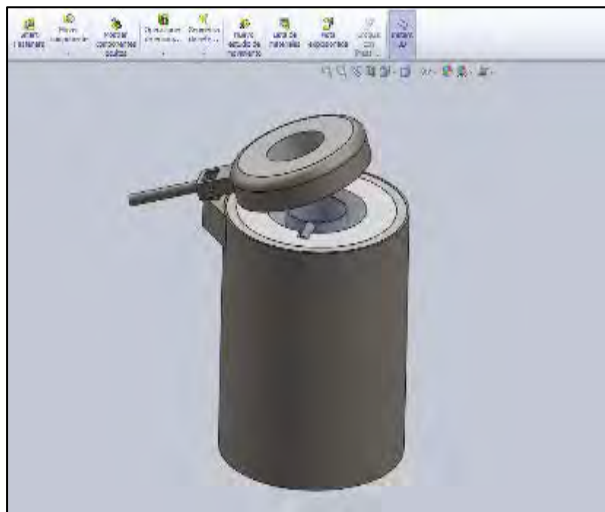
Figuras 11, 12 y 13. Modelo 3D del mecanismo de apertura del horno: tapa, cubierta y palanca móvil.
Fuente: elaboración propia.

La última pieza en diseñarse fue el crisol, un elemento interior para el horno con dos asas de sujeción en donde se contendrán las piezas de aluminio recuperado como latas y pequeños trozos del material; esta pieza fue diseñada con las medidas especificadas en el bosquejo y se tuvo sumo cuidado en su elaboración para que se obtuviera la capacidad deseada que son 5 litros, se le dio un acabado de hierro gris (figuras 14 y 15).



Figuras 14 y 15. Modelo 3D del crisol para el horno.
Fuente: elaboración propia.

Las figuras 16 y 17 muestran una vista general en 3D del horno ya ensamblado con todos sus componentes; la parte interior del horno será realizada con ladrillo refractario que a su vez contendrá una resistencia eléctrica de Níquel Cromo (80-20), la cual calentará el espacio interior donde se ubica el crisol hasta los 800°C para derretir el aluminio. La tapa giratoria lateral evitará que se pueda derramar el líquido mientras se vacía o se extrae el crisol. En la determinación del diseño final se debieron tomar en cuenta las piezas y componentes propuestos, sus materiales y sus dimensiones, los que se muestran en la Tabla 2 siguiente.



Figuras 16 y 17. Modelo 3D de horno ensamblado.
Fuente: elaboración propia.

Tabla 2.- Dimensiones de las principales partes del horno diseñado.

Cantidad	Pieza/componente	Material	Diámetro	Altura
1	Horno (cerrado)	Metal y cemento	32 cm	52 cm
1	Tapa superior (móvil)	Metal y cemento	32 cm	6 cm
1	Cuerpo exterior (principal)	Metal	32 cm	46 cm
1	Cuerpo ulterior (mufla)	Ladrillo refractario	20 cm	40 cm
1	Tapa inferior (fija)	Ladrillo refractario	32 cm	6 cm
1	Crisol	Metal	12 cm	25 cm
2	Asa de crisol	Metal	2 cm	6 cm
2	Bisagra	Metal	Dimensiones aún no definidas	
1	Palanca	Metal	Dimensiones aún no definidas	

Fuente: elaboración propia.

Una vez terminado el diseño industrial, se resumen las especificaciones que tiene el horno eléctrico de fundición que pasará a la fase de producción, es decir que será fabricado en el taller una vez sean adquiridos los materiales determinados; los resultados fueron preparados a partir de cálculos específicos que se omiten en razón de economía.

Tabla 3. Especificaciones finales del horno de fundición.

Dimensiones de horno	$h=0.56\text{m}$ $d=0.32\text{m}$
Dimensiones del crisol	$h=0.25\text{ m}$ $d=0.12\text{m}$
Capacidad del crisol	2.82 Lt
Volumen del crisol	0.00309864 m^3
Masa del crisol	2.42957715 kg
Potencia del horno	2290.6117 W
Pérdida de calor de horno	550.22 W
Rendimiento térmico	76%
Rendimiento térmico neto	5.831 kg/kWh
Rango de temperatura	800°C a 1000°C

Fuente: elaboración propia de los autores.

Conclusiones

El presente trabajo ha provisto al equipo investigador de una experiencia sobre el diseño industrial de un horno eléctrico para subsanar las carencias en las instituciones educativas; las restricciones en el diseño industrial son uno de los elementos esenciales en el proceso de crear un producto nuevo o mejorar uno existente, ya que presenta algunas ventajas que es importante mencionar:

- 1) Se determinan los principales criterios que se deben considerar en el diseño del producto, mediante el uso de metodologías específicas.
- 2) Se seleccionan las mejores opciones de cada criterio, habitualmente haciendo uso de Brainstorming o de otra técnica participativa.
- 3) Se identifican los métodos de ponderación más adecuados para cada criterio, pudiendo ser cuantitativos o cualitativos.

Las máquinas y el equipamiento de un taller industrial en general forman parte de los bienes que son patrimonio propio de las instituciones educativas, pero no forman parte del capital estructural de las mismas, compuesto esencialmente por intangibles que pueden ser procesos, métodos y sistemas complejos; sin embargo, la construcción de máquinas puede ser resultado de los procesos de investigación y desarrollo, de la innovación y del uso de tecnologías que sí integran dicho capital estructural (Demuner Flores, Nava Rogel, & Ibarra Cisneros, 2016).

De ser fabricado en serie, el horno de fundición puede ser comercializado bajo una nomenclatura de fácil identificación utilizando el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (INEGI, 2018), con el Código 333510 *Fabricación de maquinaria y equipo para la industria metalmecánica*.

Referencias bibliográficas

- Argueta López, G. V., Jiménez Terrazas, C. P., & Mercado Salgado, P. (2016). Gestión del conocimiento en cuerpos académicos de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. En R. M. Nava Rogel, P. Mercado Salgado, & M. d. Demuner Flores, *El capital intelectual en la universidad pública* (págs. 101-124). Toluca, México: Universidad Autónoma de Estado de México.
- Ariza, R., Herrero, P., & Oneto, F. (2013). *Gestión y diseño del equipamiento educativo. 1a Edición*. San Martín, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Industrial - INTI.
- Arroyo-Chavarria, E., Barajas-Hernández, J., Alba-Silva, F., & Ramos-Pedroza, J. (2017). Diseño Estructural de la Sección Cilíndrica del Túnel de Viento Didáctico del TecNM/ITLaguna. *Ciencia, Ingeniería y Desarrollo Tec Lerdo Año 3, Volumen 1, Número 3*, 138-142.
- Arteaga Noguera, L. E. (2015). Diseño y construcción de prototipo de máquina deshidratadora y pulverizadora de cebolla. *Scientia et Technica Año XX, Vol. 20, No. 1*, 26-31.
- Cereseto, M. F., & Giobergia, C. (2016). Proyecto ISOBUS: Desarrollo de tecnología para la industria nacional de maquinaria agrícola. En C. Garrido Noguera, & D. García Pérez de Lema, *Vinculación de las universidades con los sectores productivos. Casos en Iberoamérica. Volumen 2* (págs. 31-40). Ciudad de México: Unión de Universidades de América Latina y el Caribe, A.C.
- Chiavenato, I., & Sapiro, A. (2019). *Planeación Estratégica. Fundamentos y aplicaciones. Tercera Edición*. México: Mcgraw-Hill Interamericana Editores SA de CV.
- Cortizo Rodríguez, J. L. (2013). *Diseño de maquinaria industrial. Cuadernillo Tecnológico No. 2*. Oviedo, España: Instituto Nacional de Tecnología Industrial INTI y Delegación de la Unión Europea en Argentina.
- Cote Peña, C. P., Meneses Amaya, C. P., & Estrada Cañas, I. (2017). Sistema Regional de Innovación y Generación de Capital Intelectual: un análisis en el ámbito empresarial de Santander (Colombia). En D. G. Codner, & C. Garrido Noguera, *Consolidando acciones cooperativas para la relación de las universidades con el mundo productivo en el espacio ALCUE* (págs. 108-121). Ciudad de México: Unión de Universidades de América Latina y el Caribe, A.C.
- Demuner Flores, M. d., Nava Rogel, R. M., & Ibarra Cisneros, M. A. (2016). Dimensiones e indicadores de capital estructural para la universidad pública. En R. M. Nava Rogel, P. Mercado Salgado, & M. d. Demuner Flores, *El capital intelectual en la universidad pública* (págs. 61-80). Toluca, México: Universidad Autónoma de Estado de México.
- Gómez Díaz, M. d., Salgado Vega, M. d., & Nava Rogel, R. M. (2016). El capital humano como impulsor del desarrollo local. En R. M. Nava Rogel, P. Mercado Salgado, & M. d. Demuner Flores, *El capital intelectual en la universidad pública* (págs. 41-60). Toluca, México: Universidad Autónoma de Estado de México.

- INEGI. (2018). *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte México 2018, SCIAN México 2018-Clasificación Industrial Internacional Uniforme Rev. 4, CIIU Rev. 4*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Nara Medianeira, S. (2014). Herramientas para mejoría de la calidad y productividad: ISO 14000, Quality Function Deployment(QFD) y Six Sigma. *Estudos do ISCA Série IV No. 8*, 1-18.
- Osorio Gómez, J. C. (2011). QFD difuso para la toma de decisiones multicriterio -Ejemplo de aplicación. *PROSPECTIVA*, vol. 9, núm. 2, 22-29.
- Ramirez, R., & Ariza, R. (2012). *Diseño de productos: una oportunidad para innovar: programa: gestión del diseño como factor de innovación 1a ed.* San Martín, Argentina: Inst. Nacional de Tecnología Industrial - INTI.
- Ramirez, R., & Ariza, R. (2012). *Guía de buenas prácticas de diseño : herramientas para la gestión del diseño y desarrollo de productos*. San Martín, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Industrial -INTI.
- Solleiro Rebolledo, J. L., Castañón Ibarra, R., & Meza Parrilla, I. A. (2017). Innovación basada en la vinculación como agente de cambio: US Technologies. En C. Garrido Noguera, & D. García Pérez de Lema, *Vinculación de las universidades con los sectores productivos. Casos en Iberoamérica. Volumen 1* (págs. 275-286). Ciudad de México: Unión de Universidades de América Latina y el Caribe, A.C.
- Sosa Compean, L. B. (2010). Métodos y técnicas de diseño. *Contexto*, 50-54.
- Tecnovoltio. (6 de mayo de 2019). *Resistencias Reyco*. Obtenido de Resistencias industriales: <https://www.reycoresistencias.com/tipos-de-resistencias/>

IMPACTO DEL CONFINAMIENTO EN LA SALUD FAMILIAR DERIVADO DE UNA CONTINGENCIA SANITARIA

Sergio Ricardo Zagal Barrera¹, Edgar Uriel García Sánchez²
Nadya Maldonado Sánchez³

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Recibido: 23/10/2020

Aceptado: 01/06/2021

Publicado: 28/06/2021

Resumen.- La propagación del SARS-CoV-2 llamada COVID-19, dio inicio en el año 2019, se realizó por diferentes mecanismos y medios lo que hasta la fecha de manera muy marcada afecta principalmente en la salud familiar de forma integral, triangulando los factores, psicológicos, nutricionales y físicos. Los coronavirus son una familia de virus que causan enfermedades, desde el resfriado común hasta enfermedades respiratorias más graves, y circulan entre humanos y animales; el presente artículo muestra una investigación de enfoque explicativo a la realidad que se vive en los hogares derivado del confinamiento, basándose en investigaciones realizadas, más aún desde el punto psicológico del cual se derivan más efectos, en este caso, aplicando una metodología cualitativa, el fenómeno que se origina en familia, vecinos, y entorno en general, denotando el impacto que se tiene el estar aislados de los medios sociales-interactivos y el permanecer todos los miembros de familia.

Palabras clave: Pandemia, Contingencia, Confinamiento, Salud Familiar.

IMPACT OF CONFINEMENT ON FAMILY HEALTH DERIVED FROM A SANITARY CONTINGENCY

Abstract.- The spread of the SARS-CoV-2 called COVID-19, began in 2019, was carried out by different mechanisms and means, which to date in a very marked way mainly affects family health in an integral way, triangulating the psychological, nutritional and physical factors. Coronaviruses are a family of viruses that cause illness, from the common cold to more serious respiratory illnesses, and circulate between humans and animals; This article shows an investigation with an explanatory approach to the reality that exists in homes derived from confinement, based on investigations carried out, even more so from the psychological point of view from which more effects are derived, in this case, applying a qualitative methodology, the phenomenon that originates in the family, neighbors, and the environment in general, denoting the impact of being isolated from social-interactive media and remaining all family members.

Keywords: Pandemic, Contingency, Confinement, Family Health.

Introducción

El confinamiento dado por una contingencia y sus efectos, sin duda alguna es un panorama antiguo que tiene que estar en constante actualización, ya que desde sus inicios como concepto, definición y tema de estudio va cambiando según el tiempo en el que se analice, ya que los factores que intervienen tienden a colapsar unos para ser dependientes de otros, la sociedad no era la misma hace 100, 200 o más años, la sociedad va evolucionando, teniendo nuevas tecnologías e inventos que transforman la forma en que vive, su forma de cómo piensa, cómo interactúa y cómo desarrolla sus actividades en la vida cotidiana, esto hace que el estudiar estas situaciones sea de manera subjetiva, aun siendo directa y específica.

A diferencia de las primeras pandemias que azotaron nuestro planeta según la historia, ahora tenemos que considerar aspectos y avances tecnológicos, ideologías, formas y estilos de vida, entre otros aspectos de relevancia, esto para poder definir el impacto de una contingencia de manera puntual.

¹Sergio Ricardo Zagal Barrera es Ingeniero en Sistemas Computacionales con Maestría en Educación, Profesor de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales con Perfil Deseable, miembro del Cuerpo Académico Sistemas de Información y Redes, adscrito al Tecnológico Nacional de México / Campus Iguala, sergio.zagal@itiguale.edu.mx (**Autor correspondiente**).

² Edgar Uriel García Sánchez es Licenciado en Nutrición con Maestría en Educación, Asesor Académico del Centro de Estudios Superiores del Valle de Iguala, Miembro Certificado de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría, uriele0007@hotmail.com

³ Nadya Maldonado Sánchez es Licenciada en Psicología egresada de la Universidad Autónoma de Guerrero. Certificada en Competencias Docentes para la Educación Media Superior por parte de ANUIES y Certificada en Psicología Clínica por parte de la Federación Mexicana de Psicología A.C. Actualmente es docente en el Colegio de Bachilleres del estado de Guerrero en el Plantel No 43 Tétipac y Plantel 4 Taxco de Alarcón, Gro., nadya-malsan@hotmail.com

La pandemia actual de COVID-19 (Rodríguez, J., 2020) producida por el recientemente denominado SARS-CoV-2, es la tercera transmisión documentada de coronavirus de animales al hombre en dos décadas. De acuerdo con estudios exhaustivos al respecto, sabemos que el SARS-CoV se transmitió de la civeta al ser humano y que se ha producido transmisión del MERS-CoV del dromedario al ser humano, ambos con una tasa de letalidad elevada, lograron ser controlados evitándose una pandemia. El SARS-CoV-2 tiene un origen cercano al coronavirus de murciélagos con un huésped intermediario aún desconocido.

El 11 de marzo de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró la enfermedad COVID-19, causada por el nuevo coronavirus SARS-CoV-2, como una pandemia, esta ha tenido impactos muy significantes y de gran peso a la sociedad, que hasta el momento de acuerdo a diversos autores estos impactos apenas están despertando y se prevé a futuro se vean los resultados reales. El Coronavirus o como su nombre científico lo reseña la OMS, COVID-19 o SARS-CoV-2, nos aisló de nuestra vida diaria, también nos enseñó a adaptarnos, a estar en casa, un lugar que siempre nos han inculcado que es el mejor lugar para estar, donde es nuestra guarida y el lugar donde están nuestros seres queridos.

Sin embargo, basándose en la problemática social expuesta, se planteó trabajar en el contexto social que se origina en una contingencia y que se declara un confinamiento, el cual hace referencia a recluir a alguien dentro de límites o a desterrarlo a una residencia obligatoria, esto declarado a nivel mundial de manera gradual y por espacios de tiempo en cada país de acuerdo a la propagación y el índice de contagios originados. Una investigación que encuadra los conceptos psicosociales, nutricionales y físicos en las familias, así como su impacto que origina.

Como objetivo general se determinó, realizar un análisis que engloba los factores psicológicos, nutricionales y físicos en la salud de las familias en un contexto general, a través de diagnósticos que fundamentan teorías ya establecidas y definidas en el desarrollo humano, con la finalidad de brindar un panorama que permita orientar el contexto que se sumará como impacto en el desarrollo pleno de la familia.

Una vez definida la acción principal de la investigación que se originó como un efecto que ya es visible en muchas familias, se estructuraron los objetivos específicos que permitieron ampliar el esquema de la presente investigación, los cuales radican en analizar el contexto psicosocial, nutricional y físico de las familias derivado de la contingencia sanitaria y que origina el confinamiento total en diversos países, una vez realizado el análisis, se determinó el impacto a razón de los factores antes indicados de manera articulada y como es que cada uno interfiere de diversas maneras en cada familia, finalmente, se brindan las recomendaciones necesarias para trabajarlas con las familias y estas puedan aprender el comportamiento y trato que se debe tener en el confinamiento, con la visión de ser precavidos a futuras situaciones que puedan desencadenarse.

Por consiguiente, una vez estructuradas las acciones correspondientes y con la visión de propiciar el dialogo y el análisis en cada lector y su familia, surge la pregunta: ¿Cuál es el impacto que se tiene en la salud familiar cuando se declara confinamiento derivado de una contingencia sanitaria?, asimismo, se dará por evaluada la hipótesis planteada: los factores como el tiempo en casa, la monotonía y la comunicación efectiva familiar, originan que la salud familiar se vea afectada.

Es importante mencionar que existen diversas formas de pensar y de trabajar con este tema, ya que cuando este virus nos sorprendió, (en el otro lado del mundo específicamente en China), nos fue imposible imaginar que de un momento a otro dejaríamos todo; escuela, compañeros de trabajo, amigos, pareja, costumbres, cosas tan sencillas como ir a tomar un café, disfrutar de una fiesta o simplemente subirnos a un transporte público implicaría tomar las medidas para evitar un contagio y con ello la propagación a nuestras familias o seres queridos. Los medios de comunicación nos han ido adentrando sin querer o tal vez sí, en el problema que es contagiarnos, el temor de estar en una habitación entubado a un tanque de oxígeno, y en el solo pensar de no poder hacerlo de manera natural, aparte aislado, sin nadie a tu alrededor y con la expectativa final sin la posibilidad de despedirte de tus seres queridos, son las razones que generaron el presente documento.

Materiales y métodos

En este documento, es de vital importancia conceptualizar la metodología de la investigación que permitirá comprender de mejor manera la información presentada, por lo cual se definen a continuación:

Se siguió el protocolo de la investigación cualitativa, ya que proporciona profundidad a los datos, dispersión, riqueza

interpretativa, contextualización del ambiente o entorno, detalles y experiencias únicas (Hernández, S. 2016). Asimismo, aporta un punto de vista “fresco, natural y holístico” de los fenómenos, así como flexibilidad. Su propósito es examinar la forma en que los individuos perciben y experimentan los fenómenos que los rodean. Este enfoque es recomendable cuando el tema del estudio ha sido poco explorado o no se ha hecho investigación al respecto en ningún grupo social específico (Marshall, 2011 y Preissle, 2008).

El proceso que dio continuidad fue un compendio de investigación documental enfocada a la salud familiar en el confinamiento por la contingencia sanitaria, de los cuales aún se tienen pocos estudios publicados, aunque existe mucha información en la web que puede no ser confiable y concreta en la situación real, en este sentido el contexto familiar cambio tan rápido y no ha sido estudiado a fondo, sino de manera superficial al contexto del día a día en sus diferentes esferas y con la diversificación de factores.

Siguiendo el rumbo de este tipo de investigación, se determinó implementar un diseño etnográfico, mismo que (Hernández & Cools, 2015), es por el que se aprende el modo de vida de una unidad social concreta, pudiendo ser ésta una familia, una clase social o una escuela. Permite interpretar el día a día del individuo desde lo que hace y no sólo por lo que dice que hace, enfocados a comprender los códigos culturales que rodean a una sociedad o a un grupo específico, se aborda el objeto de estudio con miras a comprender e interpretar una realidad que interactúa con un contexto más amplio, con la finalidad de obtener conocimientos y planteamientos teóricos más que de resolver problemas prácticos (Pickers, S. 2015).

Es importante denotar que de acuerdo a este tipo de investigación, se debe analizar e interpretar la información encontrada en campo, tanto la información verbal como la no verbal, para comprender lo que hacen, dicen y piensan, además de cómo interpretan su mundo y lo que en el acontece.

Es por ello que, un estudio etnográfico recoge una visión global del ámbito social estudiado desde distintos puntos de vista: un punto de vista interno de los miembros del grupo y una perspectiva externa, es decir, la interpretación del propio investigador, que en suma puede mostrarnos la apropiación de las marcas en la vida como herramienta en la construcción de identidad y que se adapta al tema de estudio.

En el transcurso se origina un estudio exploratorio con enfoque explicativo, derivado de los resultados de análisis realizados en las investigaciones previas y apegadas a las teorías existentes en el contexto psicosocial, nutricional y físico, así como el uso de un banco de datos estadísticos que denota los principales problemas reportados por miembros de las familias y que fueron registrados por el tipo de situación que presentaron.

Para lo anterior, se sometió al análisis de diversos documentos y teorías que determinan los escenarios estudiados que existen en el núcleo familiar, la relación que existe entre los miembros así como los efectos de salir de rutina y que impactan en la salud familiar.

Resultados y discusión

El concepto de salud no es único y universal, como tampoco lo es el de enfermedad. Son cambiantes y dependen de las personas y desde donde se conceptualizan, cada época y cada contexto ha realizado su aportación con la que se ha construido el edificio conceptual actual que conocemos. La salud y la enfermedad no son acontecimientos que ocurran exclusivamente en el espacio privado de nuestra vida personal. La calidad de vida, el cuidado y la promoción de la salud, la prevención, la rehabilitación, los problemas de salud, y la muerte misma, acontecen en el denso tejido social y ecológico en el que transcurre la historia personal (Costa, M. y López, E., 1986). Entendemos entonces que la salud tiene características que hacen muy difícil encontrar una sola forma de visualizarla, puede ser usada en muy diferentes contextos; parte de supuestos básicos distintos; resume aspiraciones e ideales en torno al estado de vida que se desea alcanzar y parte desde la perspectiva donde se conceptualice. Elison (1967) ha descrito cinco niveles entre ambos puntos, de forma que, para pasar de un extremo al otro se debe pasar por cada uno de ellos. Estos niveles son: Salud → Descontento → Malestar → Inadaptación → Enfermedad → Muerte. Como se ve, aunque la enfermedad se encuentra en la zona contraria a la salud, se opone la muerte a la salud, identificando a ésta con la vida.

La salud es un extenso concepto, un área amplia de estudio en sí misma que sin duda es de vital importancia para preservar, velar y planificar la vida del ser humano, cualquier aspecto que tenga relación con la salud humana por más insignificante que parezca es motivo de ser considerado para estudiarlo, mantener el equilibrio en la conservación de un estado de salud óptimo sin duda se convierte en una necesidad para el hombre. Existen responsabilidades, acciones

y hábitos que son individuales en pro del cuidado preventivo, de control y de tratamiento en la salud y bienestar del ser humano, pero debemos recalcar que también existen los que son compartidos y los cuales son igual de importantes a cuidar, considerándolos siempre como una parte vital también.

La salud familiar está conformada por tres elementos principales: la salud individual, las condiciones materiales de vida y el funcionamiento familiar. Sus principales actores son el individuo, la familia y la sociedad, los cuales en interacción concreta nos dan como resultado un estado de salud familiar pleno. Sin embargo, hay que considerar que cada uno de los tres elementos que la conforman presenta a su vez elementos propios que deben tomarse en cuenta para poder entender el proceso para lograrla.

La salud familiar entonces, es una conceptualización que se tiene con la firme intención de englobar todas las áreas y aspectos que tienen relación con la salud relacionado con la familia, involucrando los aspectos físicos, psicológicos y sociales que afectan de manera positiva o negativa el bienestar de la misma. Esta área tiene como objetivo velar por el bienestar del núcleo de nuestra sociedad, marcando las pautas preventivas y correctivas a seguir en pro del cuidado preventivo, de control y correctivo según sea el caso. Una contingencia repercute de manera directa en el equilibrio familiar, considerando los aspectos funcionales que tiene cada miembro en la familia, sus capacidades de ejecutar los roles debidamente en la misma alterándolos, ello provoca un desequilibrio que pone en riesgo la salud de cada miembro, teniendo como consecuencia un riesgo social también.

En el aspecto psicológico, inicialmente las familias se hicieron a la idea de que sería temporal, tan solo uno o dos meses a lo mucho y hasta se “normalizo” como la manera ideal de tomar un descanso. Sin embargo, al paso de los días el confinamiento se hizo más fuerte y más complicado. Día a día y hasta en cuestión de horas aparecen problemas que mostraron situaciones que no está en nuestras posibilidades cambiar, eso precisamente que sale de nuestro control es lo que desencadena los desequilibrios emocionales.

El decir “nos vemos pronto”, se convirtió en una pesadilla para algunos, para otros en vacaciones adelantadas y para otros la oportunidad de descansar, a largas distancias para ir a trabajar y de convivir más con la familia que muchos de nosotros casi no veíamos, sin embargo, existe también el otro lado de la moneda donde niños, adolescentes, esposas y esposos que tienen un elemento violento, alcohólico y/o golpeador, que salir a la escuela, oficina, fábrica, u otro lugar, era para ellos un lapso de tranquilidad, de paz, alejados de la violencia que viven en la familia, ahora, en esta época de “quédate en casa”, de que no hay escuelas presenciales, lo que están sufriendo sin la posibilidad de salir a ese remanso de paz que era su aula, sus amigos, el camino a la casa, el recreo, la plática con sus amigos, a muchos actualmente los invade la desesperación, la angustia, etc.

Los síntomas que se desencadenaron fueron variados entre ellos está el cansancio, ansiedad, ideas catastróficas, culpa, búsqueda de control, insomnio o hipersomnia, aumento o disminución del apetito, tristeza o irritabilidad recurrentes, falta de capacidad para sentir placer o miedo (Peña Olvera, 2020).

Desgraciadamente el aspecto psicológico y emocional desde el principio no se tomó en cuenta por parte de instituciones y empresas, provocando que también se desataran otros problemas como la violencia hacia la mujer y los niños.

En el área familiar, se tuvieron que adaptar primero al espacio, muchas familias tienen una casa pequeña, donde los hijos comparten habitaciones haciendo la situación caótica. Los más pequeños como bebés no han resentido este encierro, solo en el aspecto motriz ya que no están aprendiendo los ejercicios necesarios para su buen desarrollo, así como no convivir con niños de su edad, les afecta socialmente, cuando ya puedan regresar a la guardería o a su kínder aparecerá claramente lo que está provocando el apego maternal, ya que la mayoría de ellos pasan las 24 horas junto a su madre y su familia.

Los niños que van a la primaria y los adolescentes que están en la etapa de la secundaria, al principio lo vieron como adelanto de las vacaciones de Semana Santa, lo tomaron de la manera más relajada posible, pero igual, al paso de los días, de los meses y darse cuenta que realmente no regresarían a las aulas muchos de ellos presentaron ansiedad y enojo, estar encerrados a la fuerza hizo que tomaran esta actitud. Están aprendiendo a convivir con la familia, con aquellos que tal vez solo se veían una vez al día o solo cruzaban rápidas miradas y monosílabos.

Observando el panorama, las madres de familia son las que llevan la parte más complicada, ya que al tener a los hijos y en muchos casos hasta el marido en casa, provocó mayor trabajo, así como mayores responsabilidades que no

imaginaron como tareas y el estar pendiente de los quehaceres de la casa y de una limpieza que era más exigente que lo cotidiano, que lo ya programado en una vida sin pandemia.

El aspecto emocional también se vio alterado, desenmascarando el enojo, la ira, la tristeza, el miedo, la frustración, la ansiedad, entre otros.

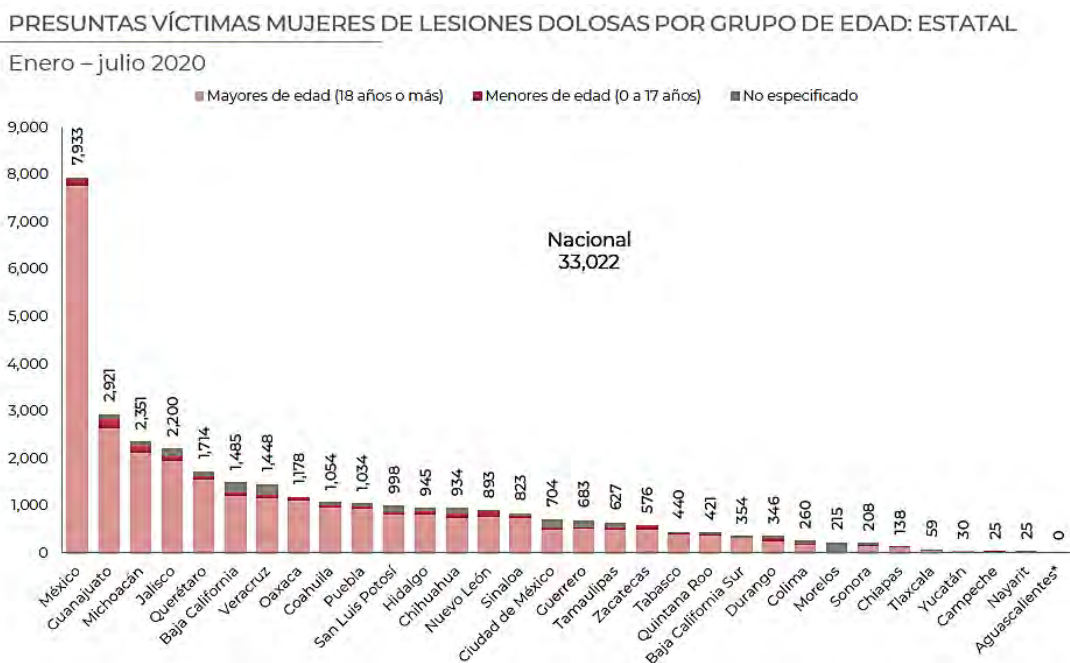
Dentro del manejo de las emociones se encuentra lo que es la Regulación Emocional (RE) Eisen-berg & Spinrad mencionan que es el proceso a través del cual los individuos modulan sus emociones y modifican su comportamiento para alcanzar metas, adaptarse al contexto o promover el bienestar tanto individual como social (Gómez, O., Calleja, N. 2016). Para comprender un poco más este término es necesario definir el término emoción, lo cual constituye una empresa compleja, tomando en cuenta la diversidad de enfoques desde los que se ha estudiado. Las perspectivas que abordan a las emociones se diferencian en los sistemas que se ponen en marcha cuando las personas experimentan una emoción y en los estímulos del ambiente que las provoca (Gross & Feldman-Barret, 2011). Las emociones son lo que nos regulan ante una situación, experiencia o vivencia que en ese momento nos toque experimentar. Las emociones son totalmente diferentes a los sentimientos, una emoción puede durar segundos en cambio los sentimientos duran horas, días, meses, años, y en algunas veces no es necesario que esté presente un estímulo, con solo recordarlo se activan.

Para plantear y explicar la importancia de la regulación emocional que “sirve para evitar, desplazar, transformar, minimizar, inhibir o intensificar las emociones” (Campos, Mumme, Kermoian y Campos, 1994, p. 296). En esta misma línea, Gross y Thompson (2007) plantean que la regulación emocional puede amortecer, intensificar o sencillamente mantener una emoción dependiendo de los objetivos del individuo. Por su parte Koole (2010), define la regulación emocional como el conjunto de procesos por medio de los cuales las personas buscan redirigir el flujo espontáneo de las emociones (Pascual Jimeno, Aitziber, & Conejero López, Susana, 2019).

La regulación emocional también nos ayuda a enfatizar más sobre el manejo de las emociones, logrando un equilibrio entre la persona y las personas que están a su alrededor, logrando una convivencia más establecida y segura entre ellos. En el caso contrario de que no exista una regulación emocional en alguno de los miembros de una familia, esto puede provocar mayores problemas, pues el manejo de emociones es primordial, el encierro, puede desencadenar que esa emoción positiva como la alegría y la satisfacción que estaba al principio del encierro, se puedan transformar en la parte contraria como son las emociones negativas como la tristeza y la frustración, un claro ejemplo son los jóvenes que este año terminaban su último grado y por cuestiones de salud y prevención no tuvieron graduaciones como normalmente las conocemos, provocando también en ellos depresión y soledad en algunos casos por no tener a sus amigos cerca y/o no ver realizados sus planes como comúnmente es la organización y despedida de un ciclo escolar.

Otro inconveniente que se acrecentó más fue la violencia contra la mujer y violencia intrafamiliar, es un problema que desgraciadamente siempre ha existido, sin embargo en estos últimos meses (enero-julio) fue en aumento de acuerdo a casos presentados ante el 911, información presentada por la Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, denotando que las estadísticas permiten ampliar el análisis a casos posiblemente no denunciados de violencia contra la mujer captados por dichas llamadas, que si bien, no desagrega el sexo en la estadística, se supone una alta proporción de víctimas mujeres en los incidentes considerados en este reporte. Durante enero-julio 2020 cada uno de estos incidentes muestra el siguiente peso relativo respecto al total de llamadas de emergencia reales al 911, a) Violencia contra la mujer 1.61%, b) Abuso sexual 0.03%, c) Acoso u hostigamiento sexual 0.05%, d) Violación 0.02%, e) Violencia de pareja 1.45%, f) Violencia familiar 4.30%, como se muestra en la Gráfica 1, basándose tan solo en la violencia contra la mujer, que en promedio se elevó de manera creciente en ese semestre.

Gráfica 1.- Presuntas víctimas mujeres de lesiones dolosas por grupo de edad: Estatal.



Fuente: SESNSP-CNI con información reportada por las Procuradurías o Fiscalías de las 32 entidades federativas.

Es importante señalar que estos incrementos son en aumento a la tasa definida en 2019 y como se muestra el aumento se dio en la violencia familiar en su contexto general. Con la instrucción de #QuedateEnCasa que el gobierno nos “recomendó”, obliga a las mujeres a permanecer en aislamiento con sus agresores durante la jornada de Sana Distancia y esto aumenta las probabilidades de sufrir un hecho de violencia. Por ejemplo, Mobarak y Ramos (2019) encontraron que cuando los hombres migran lejos de casa, disminuyen los índices de violencia contra las mujeres e infantes debido a que no se encuentran en el mismo espacio físico que su agresor (González, C., 2020).

También los problemas económicos, la falta de trabajo o de un salario fijo son factores que provocan el aumento de esta violencia. Durante nuestra vida cotidiana, no nos damos cuenta de las emociones que pasamos día a día, las controlamos en su momento o nos dejamos llevar fácilmente. Sin embargo con este confinamiento, las emociones junto con las sensaciones, no se han manejado de la mejor manera ya que provoca que tengamos un comportamiento diferente con los seres queridos.

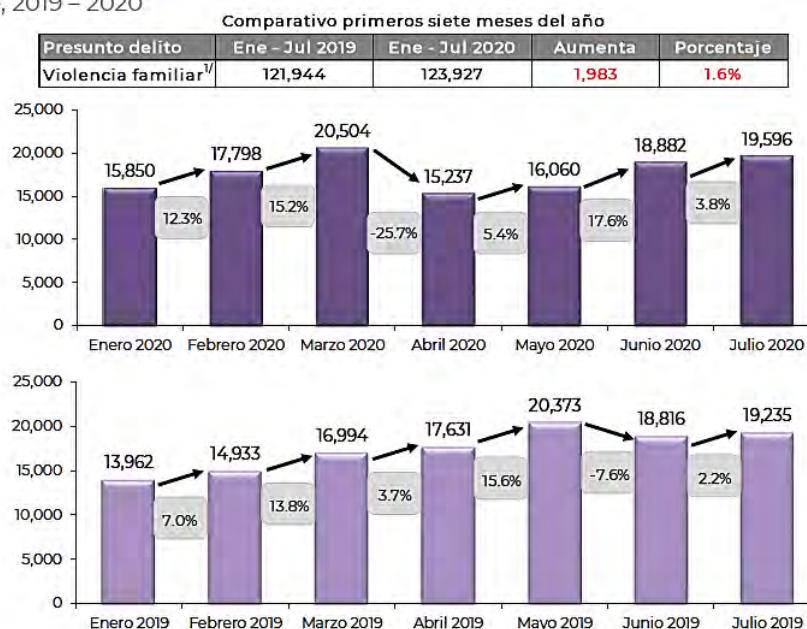
La violencia doméstica es una problemática que genera consecuencias físicas y psicológicas que pueden llegar a ser fatales y que afectan no solo a sus víctimas sino a la sociedad en general. Para Labrador et al. (2008) “las conductas violentas son conductas aprendidas a partir de modelos familiares y sociales que consideran la violencia como un recurso válido para resolver conflictos”. Echeburúa y De Corral (2009) consideran, dentro de los principales factores de riesgo para esta problemática, los siguientes: Estructura familiar autoritaria y verticalista, aprendizaje de roles de género estereotipados, modelos de resolución violenta de conflictos en la familia de origen, ausencia de modelos sociales que actúen como reforzadores negativos de la violencia, pautas culturales legitimadoras de la violencia y respuestas institucionales y comunitarias inadecuadas para los casos identificados.

Ante lo citado anteriormente, es importante considerar que ya ha existido algún tipo de violencia familiar, sin embargo al permanecer más cerca y por más tiempo con el individuo que agrede esta situación se agrava siendo de magnitud, y considerando la violencia, física, psicológica, emocional e intelectual, así como discriminatoria. El estadístico realizado en un primer acercamiento del periodo enero-julio, muestra un incremento del 1.6% tan solo al 911 y registrado, sin embargo, se estima que el 4.6% es la cifra más real y que el resto 3.0% son casos que no son reportados. Como podemos apreciar en el comparativo de la Gráfica 2.

Gráfica 2.- Presuntos delitos de violencia familiar, comparativo semestres enero-julio 2019, enero-julio 2020.

PRESUNTOS DELITOS DE VIOLENCIA FAMILIAR^{1/}: COMPARATIVO

Enero – julio, 2019 – 2020



Fuente: SESNSP-CNI con información reportada por las Procuradurías o Fiscalías de las 32 entidades federativas.

Conclusiones

Puntualizando el impacto que tiene el confinamiento en la salud del ser humano como un ser individual, se puede determinar como una acción necesaria el autocontrol por el bienestar individual y colectivo la cual puede ser voluntaria e involuntaria teniendo como objetivo el prevenir o disminuir el riesgo de exponerse a una determinada situación la cual pondrá en riesgo la vida del mismo actor, esta es una elección, entonces, es en cierto aspecto voluntaria e involuntaria, ya que los menores de edad, adultos mayores, personas que no tienen la facultad de criterio para razonar dicha acción se verán reprimidas u obligadas en cierto aspecto, dadas las condiciones y alcances que tengan en su nivel de razonamiento.

Cabe mencionar que los objetivos propuestos, tanto general como específicos fueron realizados con éxito, la hipótesis se valida, realizando un análisis minucioso e interpretativo de las experiencias de los individuos y de los datos estadísticos, de igual manera se responde a la pregunta, ya que se explica el impacto que se tiene antes, durante y en sucesivo con el confinamiento durante la contingencia, en referencia a la hipótesis, se comprueba, sin embargo, en el transcurso del análisis se pudieron encontrar muchos factores más que originan la problemática.

Las afecciones psicológicas, sociales y físicas que provoca un confinamiento, sin duda dependerán del estado de salud de cada individuo, también de los aspectos más vulnerables que tenga cada uno, recordando que cada individuo es distinto, ya que siente, piensa y vive de manera distinta, viéndose afectados aspectos físicos como (peso, alimentación, ejercicio, agravando enfermedades o complicándolas, signos vitales, etc.) aspectos psicológicos (emociones, sentimientos, selección de hábitos, costumbres, pensamientos, etc.) y sociales (economía, grupos sociales, etnias, política, relaciones sociales, etc.) viéndose alterado todo aspecto con el que la sociedad tiene interacción, en cualquiera de sus esferas.

La salud nutricional está ligada con hábitos alimentarios saludables los cuales se forjan desde edades tempranas y se reafirman cuando comenzamos a tener libertad de elegir con conciencia y conocimiento de ello, por ello la salud se deriva de mantener una alimentación adecuada, completa, variada, inocua, equilibrada y suficiente, considerando también que tener un estado psicológico estable permite fortalecer los hábitos y costumbres en beneficio de cada ente, dando como resultado una sociedad que podría alcanzar una inercia saludable.

Afortunadamente también hay aspectos positivos que podemos tener ante un encierro, desarrollando diversas actividades como lo son: leer un buen libro, ver una serie, realizar ejercicio, ver tutoriales, hacer manualidades, probar hacer diversas recetas de cocina, ver webs y tomar cursos y/o diplomados en línea. La familia es la parte medular de la sociedad, cuando hay un desequilibrio también lo hay en el aspecto social, económico y político. Es importante buscar alternativas para adaptarnos a este encierro y el acostumbrarnos a lo que se llama la “nueva normalidad”.

Es importante resaltar que el presente trabajo es una fase inicial diagnóstica de un estudio que se realizará a profundidad, considerando muestras reales con individuos y bajo el control de pruebas psicológicas que permitan ver de manera representativa el impacto en un nivel determinístico, considerando el apoyo de las áreas de nutrición, psicología y medicina, así como mecanismos de programación neurolingüística a través de inteligencia artificial.

Referencias bibliográficas

- Artaza O. Editorial. Salud Pública Mex [Internet]. 28 de septiembre de 2016 [citado 22 de octubre de 2020];58(5):493-5. Disponible en: <https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/8183>
- Castaño, J. T. (2018). El confinamiento como concepto clave en el estudio de la injusticia social hacia las mujeres transgénero. *Revista Eleuthera*, 19, 134-148. DOI: 10.17151/eleu.2018.19.8.
- Domínguez, T. (2020). Coronavirus. Efectos psicológicos de una pandemia: el Estrés. *Revista Ciencia UNAM*. Recuperado en 11 de octubre de 2020, de <http://ciencia.unam.mx/leer/995/coronavirus-efectos-psicologicos-de-una-pandemia-el-estres->
- Echeburúa, E., & De Corral, P. (2009). *Manual de violencia intrafamiliar*. Madrid: Siglo XXI.
- Gavidia, V., Talavera, M. (2012). La construcción del concepto de salud. *Revista Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*. Universidad de Valencia. España. DOI: <https://doi.org/10.7203/dces.26.1935>
- Gómez, O., Calleja, N. (2016). Regulación emocional: definición, red nomológica y medición. *Revista Mexicana de Investigación en Psicología*. RMIP 2016, Vol. 8, No. 1, 96-117. Universidad Autónoma de México. Recuperado en 04 de agosto de 2020, de <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmexinvpsi/mip-2016/mip161g.pdf>
- González, C. (2020). Violencia de Género en tiempos de COVID-19. Un breve análisis sobre las llamadas recibidas en Línea Mujeres de la Ciudad de México. Recuperado en 22 de julio de 2020, de <https://www.cide.edu/coronavirus/2020/05/11/violencia-de-genero-en-tiempos-de-covid-19/>
- Hernández, & Cools. (Octubre de 2015). Metodología de la Investigación. Obtenido de Investigación Observada: [chrome-extension://oemmnecbldboiebfnladdacbfmadadm/http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf](http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf)
- Labrador, F., Paz, P., De Luis, P., & Fernández-Velasco, R. (2008). *Mujeres víctimas de la violencia doméstica*. Madrid: Pirámide.
- Molina Rico, Janneth Elizabeth y Moreno Méndez, Jaime Humberto (2015). Percepción de la experiencia de violencia doméstica en mujeres víctimas de maltrato de pareja. *Universitas Psychologica*, 14 (3), 997-1008. [Fecha de Consulta 22 de Octubre de 2020]. ISSN: 1657-9267. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=647/64744106017>
- Molina, J. E., & Moreno, J. H. (2015). Percepción de la experiencia de violencia doméstica en mujeres víctimas de maltrato de pareja. *Universitas Psychologica*, 14(3), 997-1008. <http://dx.doi.org/10.1114/Javeriana.upsy14-3.pevd>
- Ortiz Gómez, María Teresita. (1999). La Salud Familiar. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 15(4), 439-445. Recuperado en 05 de octubre de 2020, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21251999000400017&lng=es&tlng=es.
- Pascual Jimeno, Aitziber, & Conejero López, Susana (2019). Regulación emocional y afrontamiento: Aproximación conceptual y estrategias. *Revista Mexicana de Psicología*, 36(1), 74-83. [fecha de Consulta 07 de Octubre de 2020]. ISSN: 0185-6073. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2430/243058940007>
- Pickers, S. (2015). La etnografía como herramienta en la investigación Cualitativa. Recuperado en 10 de agosto de 2020, de <https://www.psyma.com/company/news/message/la-etnografia-como-herramienta-en-la-investigacion-cualitativa>
- Puerto Caballero, L.; Tejero García, P. (2013). Alimentación y nutrición: repercusión en la salud y belleza de la piel. *Revista Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*. Recuperado en 01 de octubre de 2020, de <https://revista.nutricion.org/PDF/ALIMENTACION-NUTRICION.pdf>
- Rendón Arango, María Isabel (2007). Regulación emocional y competencia social en la infancia. *Diversitas: Perspectivas en Psicología*, 3(2), 349-363. [fecha de Consulta 22 de Octubre de 2020]. ISSN: 1794-9998. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=679/67930213>

- Rodríguez-Troncoso, Jaime. (2020). Pandemia por nuevo Coronavirus: El amor en tiempos del Covid19. *Revista chilena de pediatría*, 91(2), 177-178. <https://dx.doi.org/10.32641/rchped.vi91i2.2156>
- SNSP, (2020). Sistema Nacional de Seguridad Pública. Información sobre violencia contra las mujeres. Incidencias Delictivas y Llamadas de Emergencia 9-1-1. Recuperado en 25 de julio de 2020, de https://drive.google.com/file/d/1GvyelfjdWBV9f_ZOb_sZRwuPiMGBaVRr/view
- Velasco, O. (2020). Los saldos psicológicos del confinamiento. *La salud mental, un tema largamente desatendido en México, cobra una nueva relevancia ante el prolongado encierro*. Recuperado en 23 de septiembre de 2020, de <https://www.letraslibres.com/mexico/ciencia-y-tecnologia/los-saldos-psicologicos-del-confinamiento>

CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO EN LA DIVISIÓN DE ROLLOS DE EVA

Armando Mares Castro¹, Erik Leonardo Chávez Mendoza²

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Recibido: 21/02/2021

Aceptado: 01/06/2021

Publicado: 28/06/2021

Resumen.- En este artículo se presenta un estudio basado en control estadístico del proceso aplicado en la división de rollos de EVA. El objetivo principal es la reducción de la variabilidad del grosor en las láminas en el proceso de división. Se determinó adaptar un rodillo en la máquina para estabilizar el material al momento de ingresar al proceso de corte. Para verificar la eficiencia de la modificación en el proceso, se aplicaron las técnicas de los gráficos de control $\bar{X}$ -S y la comparación de la variación natural con los límites de especificación mediante el uso de índices de capacidad de proceso (Cp, Cps, Cpi y Cpk), índices de desempeño del proceso (PP, Pps, Ppi, Ppk y Cpm) así como el nivel sigma del proceso. Los resultados mostraron una reducción significativa en la variación del grosor en el material, impactando de forma significativa en todos los índices de desempeño.

Palabras clave: Variabilidad, Control, Capacidad, EVA.

STATISTICAL PROCESS CONTROL IN THE EVA ROLL DIVISION

Abstract.- This article presents a study based on statistical process control applied in the division of EVA rolls. The main objective is the reduction of the variability of the thickness in the sheets in the process of division. It was determined to adapt a roller in the machine to stabilize the material at the moment of entering the cutting process. To verify the efficiency of the modification in the process, the techniques of the $\bar{X}$ - S control charts and the comparison of the natural variation with the specification limits were applied by using indices of process capacity (Cp, Cps, Cpi and Cpk), process performance indices (PP, Pps, Ppi, Ppk and Cpm) as well as the sigma level of the process. The results showed a significant reduction in the variation of thickness in the material, significantly impacting all performance indices.

Keywords: Variability, Control, Capacity, EVA.

Introducción

El control estadístico de procesos (CEP), es una colección de herramientas estadísticas que se aplican para determinar si el resultado de un proceso (voz del proceso) concuerda con el diseño del producto o servicio correspondiente. Las herramientas conocidas como cartas de control se utilizan en el CEP para detectar la elaboración de productos o servicios defectuosos; o bien, para indicar que el proceso de producción ha sido modificado y los productos o servicios se desviarán de sus respectivas especificaciones de diseño, a menos que se tomen medidas para corregir esa situación (Carro y Gómez, 2012).

La calidad ideal que un cliente puede esperar, es que cada producto entregue el desempeño o condiciones ideales cada vez que el producto sea utilizado (o que el producto cumple con las especificaciones que le fueron indicadas al fabricante para poder utilizar el insumo en su propio proceso). Cuando un producto se desvía del desempeño o característica objetivo (Target), su calidad se considera inferior. El desempeño del producto puede diferir de una unidad a otra, o de una condición a otra, o puede deteriorarse antes de la fecha de expiración de la vida pretendida del producto. Tal desviación en el desempeño causa pérdidas al usuario del producto y, en varios grados, al resto de la sociedad también. Se mide la calidad del producto en términos de la pérdida total a la sociedad debido a la variación disfuncional y los posibles efectos secundarios. Bajo la idea de una calidad ideal, la pérdida debería ser cero; entre más grande sea la pérdida, la calidad tenderá a ser inferior (Phadke y Shridhar, 1989).

¹ Armando Mares Castro. armando.mc@purisima.tecnm.mx Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón. Blvd. Del Valle # 2301, Guardarrayas. Purísima del Rincón, Guanajuato. México. C.P. 36413 (**Autor correspondiente**).

² Erik Leonardo Chávez Mendoza. LCS14240970@purisima.tecnm.mx Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón. Blvd. Del Valle # 2301, Guardarrayas. Purísima del Rincón, Guanajuato. México. C.P. 36413.

Walter Shewhart (1931), considerado el padre del CEP, menciona que la teoría del control se basa en los postulados de que, si bien los sistemas de causas fortuitas no son todos iguales, sí existen sistemas constantes de causas fortuitas y que las causas de variación asignables pueden ser encontrados y eliminados. Las ventajas del control de calidad para el fabricante a gran escala son la reducción del costo de inspección y el rechazo de piezas defectuosas, así como la obtención de los máximos beneficios de una producción de calidad, por ejemplo, minimizando la variabilidad del producto mediante el control de los materiales utilizados en su fabricación, la consecución de una calidad uniforme incluso cuando las pruebas de inspección son destructivas y una reducción de los límites de tolerancia, que serán mayores cuanto más completo sea el control. La inspección de calidad en un producto es impráctica; el producto debe ser realizado de forma correcta desde la primera vez. El proceso de manufactura debe ser estable o repetible y capaz de operar con poca variabilidad alrededor de una dimensión Target o nominal. El control estadístico del proceso en línea es una poderosa herramienta para alcanzar la estabilidad en el proceso y mejorar la capacidad mediante la reducción de la variabilidad. Se piensa en el control estadístico de procesos como un conjunto de herramientas para la resolución de problemas, las cuales pueden aplicarse en cualquier proceso, las principales herramientas del CEP son: histograma, gráfico de Pareto, diagrama de causa y efecto, diagrama de concentración de defectos, diagrama de dispersión, hoja de chequeo, gráficos de control y el análisis de capacidad del proceso (Montgomery y Runger, 2014).

Las causas comunes son muchas fuentes de variación que actúan constantemente sobre el proceso, producen una distribución estable y repetible a través del tiempo, conocido como estado de control estadístico, el resultado del proceso es repetible. Las causas son llamadas también causas aleatorias, fortuitas o de ruido. Las causas especiales son factores que causan variación que afecta solamente una parte del resultado del proceso, son intermitentes e impredecibles, las causas especiales son identificadas por uno o más puntos fuera de los límites de control o patrones no aleatorios de puntos dentro de los límites de control, el proceso no es estable, también se les conoce como causas asignables, pueden ser perjudiciales (eliminar) o benéficas (hacer permanentes).

Definiendo un modelo general para un gráfico de control, sea W un estadístico simple que mide alguna característica de calidad de interés, y suponga que la media de W es μ_W y la desviación de W es σ_W . Entonces la línea central, el límite superior de control, y el límite inferior de control se definen en la ecuación 1.

$$\begin{aligned} LSC &= \mu_W + k\sigma_W \\ LC &= \mu_W \\ LIC &= \mu_W - k\sigma_W \end{aligned} \quad (1)$$

Donde k es la distancia de los límites de control desde la línea central, expresados en unidades de desviación estándar. Una selección común para $k=3$. Esta es la teoría general de los gráficos de control propuesta por el Dr. Walter Shewhart y los gráficos de control desarrollados de acuerdo a estos principios son llamados a menudo gráficos de control de Shewhart. Cuando se trabaja el gráfico de control $\bar{X} - S$ utilizamos muestras de subgrupos de tamaño > 9 , de los cuales estimamos la media y desviación estándar muestrales clásicas. A estos subgrupos se les llama subgrupos racionales. Sea $\bar{X}_i$ la media muestral para la i -ésima muestra, se estima la media de la población μ como la gran media y de esta forma tomamos $\bar{\bar{X}}$ como la línea central del gráfico de control $\bar{X}$ como se muestra en ecuación 2.

$$LC = \bar{\bar{X}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{X}_i \quad (2)$$

Tomando S como un estimador insesgado de σ , esto es, $E(S) = c_4\sigma$ donde c_4 es una constante cercana pero no igual a 1, un cálculo similar al utilizado para $E(S)$ puede derivar la desviación estándar del estadístico S con el resultado de $\sigma\sqrt{1 - c_4^2}$. Definiendo la línea central y límites de control de tres sigmas para S como se muestra en ecuación 3.

$$\begin{aligned} LSC &= c_4\sigma + 3\sigma\sqrt{1 - c_4^2} \\ LC &= c_4\sigma \\ LIC &= c_4\sigma - 3\sigma\sqrt{1 - c_4^2} \end{aligned} \quad (3)$$

Bajo el supuesto de que existen m muestras preliminares disponibles, cada una de tamaño n , y sea S_i la desviación estándar de la i -ésima muestra, se define una desviación estándar global en la ecuación 4.

$$\bar{s} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i \quad (4)$$

Dado que $E(\bar{S}) = c_4 \sigma$, un estimador insesgado de σ es $\bar{S}/c_4$ esto es

$$\hat{\sigma} = \bar{S}/c_4 \quad (5)$$

El gráfico de control para desviaciones estándar puede definirse en ecuación 6.

$$\begin{aligned} LSC &= \bar{s} + 3 \frac{\bar{s}}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2} \\ LC &= \bar{s} \\ LIC &= \bar{s} - 3 \frac{\bar{s}}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2} \end{aligned} \quad (6)$$

Factorizando $\bar{s}$, los términos $B_3 = 1 - 3/c_4 \sqrt{1 - c_4^2}$ y $B_4 = 1 + 3/c_4 \sqrt{1 - c_4^2}$, los límites de control se pueden simplificar como en ecuación 7.

$$\begin{aligned} LSC &= B_4 \bar{s} \\ LC &= \bar{s} \\ LIC &= B_3 \bar{s} \end{aligned} \quad (7)$$

Partiendo de la ecuación (5) y relacionando al teorema del límite central, se pueden definir los límites de control para el gráfico de $\bar{X}$ en ecuación 8.

$$\begin{aligned} LSC &= \bar{\bar{x}} + 3 \frac{\bar{s}}{c_4 \sqrt{n}} \\ LC &= \bar{\bar{x}} \\ LIC &= \bar{\bar{x}} - 3 \frac{\bar{s}}{c_4 \sqrt{n}} \end{aligned} \quad (8)$$

Integrando el término $A_3 = 3/c_4 \sqrt{n}$, los límites de control se pueden simplificar como en ecuación 9.

$$\begin{aligned} LSC &= \bar{\bar{x}} + A_3 \bar{s} \\ LC &= \bar{\bar{x}} \\ LIC &= \bar{\bar{x}} - A_3 \bar{s} \end{aligned} \quad (9)$$

Los índices de capacidad del proceso se relacionan a los parámetros del proceso. Estos índices se muestran como una forma complementaria de los sistemas de medición del desempeño de un proceso, y pueden ser utilizados con tolerancias bilaterales y unilaterales, con o sin valores target. Un gran número de industrias japonesas utilizan los cinco índices y la industria automotriz comenzó a utilizarlos a mediados de la década de los 80s en un gran número de áreas (Kane, 1986).

Se tienen algunos supuestos relacionados con los índices de capacidad: Los datos son obtenidos de un proceso estable, los elementos de datos de proceso individuales están distribuidos aproximadamente de manera normal, los límites de especificación están basados en requisitos de los clientes, el no cumplir con estos supuestos resultará en estudios de capacidad erróneos. Partiendo del uso de gráficos de control para variables continuas, se puede estimar la variación dentro de subgrupos (interna) para el gráfico $\bar{X} - S$ como en ecuación (5), tomando $\sigma_c = \bar{s}/c_4$, partiendo de esto se

definen los índices de capacidad del proceso en las ecuaciones 10-13, conociendo los límites de especificación proporcionados por el cliente. Estos índices también pueden consultarse en Rodríguez (1992) y Chen et al (2001).

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma_c} \quad (10)$$

$$C_{ps} = \frac{LSE - \bar{x}}{3\sigma_c} \quad (11)$$

$$C_{pi} = \frac{\bar{x} - LIE}{3\sigma_c} \quad (12)$$

$$C_{pk} = [C_{ps}, C_{pi}] \quad (13)$$

El desempeño del proceso se define como una medida estadística de una característica en un proceso donde aún no puede estar demostrado que está bajo control estadístico. Es diferente a la capacidad del proceso porque no es necesario que esté bajo control estadístico. En este caso, el estimador de la dispersión es la desviación estándar muestral clásica mostrada en ecuación 14.

$$\sigma_p = s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (14)$$

$$P_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma_p} \quad (15)$$

$$P_{ps} = \frac{LSE - \bar{x}}{3\sigma_p} \quad (16)$$

$$P_{pi} = \frac{\bar{x} - LIE}{3\sigma_p} \quad (17)$$

$$P_{pk} = [P_{ps}, P_{pi}] \quad (18)$$

Los índices de desempeño del proceso se muestran en la ecuación 14-17, adicional a estos índices, en la ecuación 19 se muestra el índice C_{pm} , también llamado índice de Taguchi el cual es una medida más eficiente debido a que considera tanto la desviación como la distancia de la media al valor target en un mismo cálculo.

$$C_{pm} = \frac{LSE - LIE}{6\sqrt{\sigma_p^2 + (T - \bar{x})^2}} \quad (19)$$

Las herramientas del control estadístico de procesos han sido utilizadas en diversos procesos de manufactura, Pedrera y Portofilipe (2016) aplicaron las técnicas del CEP para evaluar la posibilidad de mejora en un producto sanitario con el uso de gráficos de control e índices de capacidad del proceso. Castro et al (2005) presentaron un estudio de aplicación de gráficos de control univariados y multivariados en un proceso textil para vigilar de forma individual y conjunta distintas características de calidad. Díaz et al (2009) presentaron los resultados de un estudio sobre la optimización de la cantidad de producto en polvo depositada en bolsas, en el área de envasado de una industria que se dedica al procesamiento de productos de grano y polvo mediante el uso de CEP y diseño de experimentos (DDE). Gupta et al (2019) presentaron una propuesta de optimización paramétrica basada en metodología de superficie de respuesta (MSR) y CEP para el maquinado de una superaleación basada en níquel. Gutiérrez et al (2010) presentaron un análisis de las variaciones de calidad del agua en una red de distribución mediante técnicas de CEP. Hsu et al (2015) presentaron un estudio sobre la aplicación de gráficos de índices de capacidad del proceso para determinar la resistencia a la radiación ultravioleta en materiales y pinturas de calidad de construcción pobre, este tipo de gráfico se representa con un medio círculo en el cuadrante superior.

Angus Jeang (2009, 2010, 2015) se hace presente en la literatura del CEP con tres propuestas: en la primera presenta una modificación del índice de Taguchi para relacionar el CEP con la minimización del costo y la función de pérdida, en la segunda propuesta se da seguimiento al uso del Cpm modificado mediante el uso de simulación de números aleatorios y en la tercera se presenta una aplicación del diseño robusto de parámetros (DRP) al índice Cpm propuesto

y su optimización mediante técnicas de programación matemática. Otra propuesta del uso de índices de capacidad del proceso en combinación con la función de pérdida puede ser consultada en Hsieh (2006).

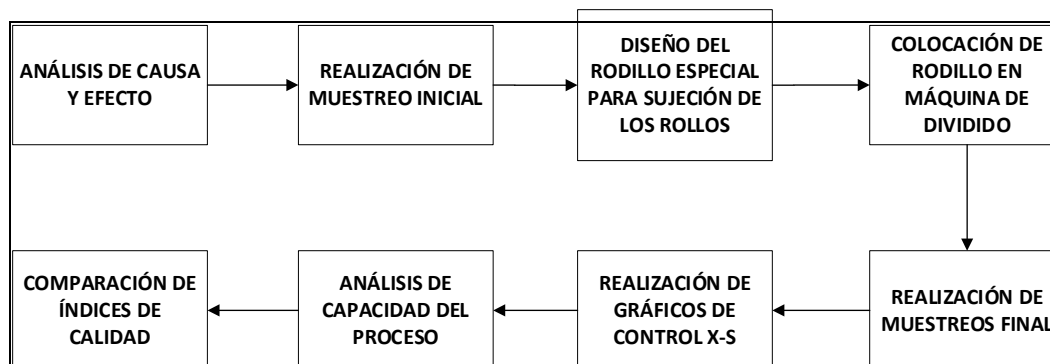
Lorenzetti et al (2019) presentan una aplicación del CEP al proceso de absorción de agua por carcasas de pollos durante el pre enfriado en el cual se conocen los límites de absorción de agua definidos por dependencias sanitarias. Ortíz y Felizzola (2014) aplicaron un análisis CEP y una metodología para integrar las expectativas del cliente y los sistemas de producción en un estudio de la industria de vidrio templado. Singh (2014) estudió el análisis de capacidad del proceso de un modelado de deposición como un patrón rápido de soluciones para componentes de plástico. Siraj y Bharti (2020) presentaron un estudio de análisis de capacidad de proceso en impresoras 3D en el análisis de la desviación de la media del proceso del valor target en seis índices de capacidad. Lara et al (2011) aplicaron el CEP en un sistema de endulzamiento de gas amargo. Zambrano et al (2010) aplicaron el CEP de procesos en un sistema de manufactura flexible, demostrando la efectividad de las técnicas en procesos en los que las organizaciones han implementado sistemas altamente automatizados e integrados. Adicional a los casos presentados, se han reportado aplicaciones del CEP en procesos administrativos en hospitales (Villahoz y Virseda, 2011) y aplicaciones en el sector servicios y su revisión en el estado del arte (Ortiz y González, 2018).

El objetivo principal de esta investigación es el análisis de la mejora de calidad y reducción de la variación en un proceso de división de rollos de EVA, el cual es un material muy utilizado en las industrias del calzado, automotrices, construcción, deportes, entre otras. La característica crítica de la calidad es que el material no tiene la medida uniformemente a lo largo del rollo, lo cual puede ocasionar problemas al cliente en caso de exceder el grosor Target solicitado. En este proyecto, se propuso la aplicación de un rodillo de soporte en la máquina, el cual puede estabilizar el material al ingresar a las cuchillas de división. Para verificar la eficiencia de la propuesta se propuso la utilización del CEP con la finalidad de verificar la mejora de la calidad mediante el uso de diferentes índices, con lo cual se puede comprobar la eficiencia de la modificación en el proceso de división de rollos de EVA, además de servir como punto de partida para la implementación formal del muestreo y el CEP para controlar la calidad del producto.

Materiales y métodos

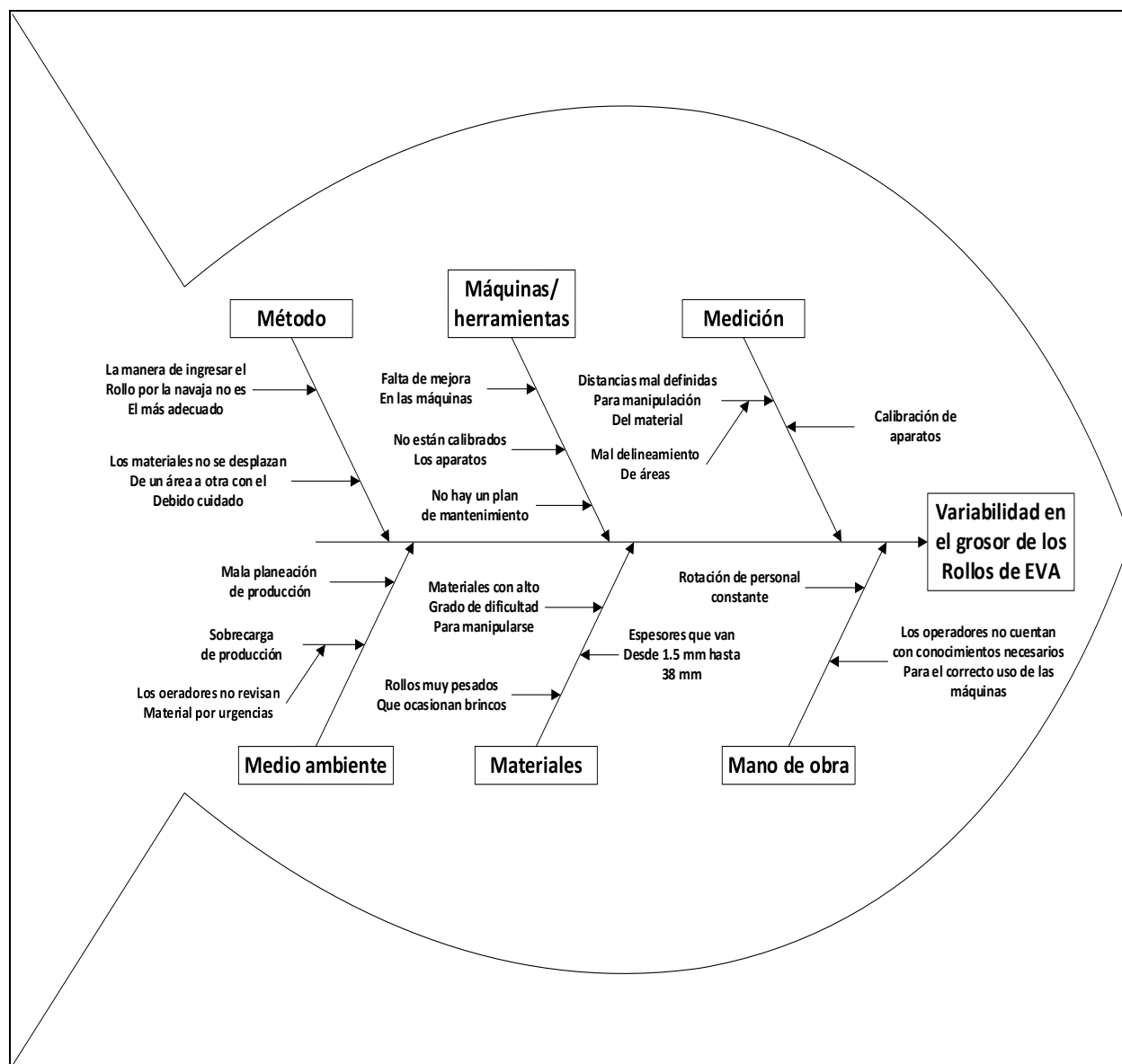
En la Figura 1 se muestra la metodología de investigación propuesta. Partiendo de un análisis inicial de causa y efecto, se definieron las posibles causas de variación en el espesor de los rollos de EVA, posteriormente se realizó un muestreo inicial con la finalidad de estimar el comportamiento inicial de la variación de los rollos en 3 grosores comunes en el proceso. Una vez realizado el estudio inicial se realizó el diseño del elemento mecánico consistente en un rodillo, cuya función principal es estabilizar el rollo al momento de pasar por la navaja de corte. Una vez instalado el rodillo se procedió a realizar un segundo muestreo para la obtención de datos con la finalidad de realizar un estudio de capacidad de proceso basado en el uso del gráfico de control X-R, análisis de capacidad y desempeño del proceso con la finalidad de determinar la eficiencia de la modificación en el proceso.

Figura 1. Metodología de la investigación.



Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Diagrama de Causa y Efecto.



Fuente: elaboración propia.

El paso inicial del estudio es el análisis de las causas que pueden provocar la variabilidad en los rollos, en la Figura 2 se muestra el diagrama de causa y efecto obtenido por el equipo de trabajo con la finalidad de determinar las posibles causas de la generación de la variación a través del método de las 6M's (Método, Maquinaria, Medición, Medio ambiente, Materiales y Mano de Obra). El análisis mostró una fuerte tendencia hacia el manejo del material, debido a que los rollos son unidos a partir de láminas de EVA con un grosor considerable (Figura 3). Los rollos inicialmente son gruesos y se considera que se tiene poco control en el material al momento de ingresar a la navaja para el proceso de dividido, por lo cual se tomó la decisión de diseñar un rodillo especial que pueda estabilizar el material al momento de ingresar a la división con la cuchilla.

Figura 3. Proceso de dividido de Rollos de EVA.



Fuente: elaboración propia.

El muestreo de datos se realizó a lo largo del rollo al momento de la división con el uso de un medidor de espesores de garganta profunda (Figura 4), con la finalidad de obtener las mediciones en diferentes puntos en el área del material. Debido a la cantidad de observaciones que se pueden obtener en este tipo de muestreos, se decidió realizar los muestreos con el esquema de gráficos de control $\bar{X} - S$ con la finalidad de tomar muestreos de 10 observaciones que serían más significativos que con el uso de otros tipos de gráficos que requieren menos observaciones.

Figura 4. Medidor de espesores de garganta profunda.



Fuente: elaboración propia.

La modificación en las máquinas consiste en un rodillo especial (Figura 5), cuya función es la de ajustarse sobre la superficie de los rollos a medida que estos van entrando al área de contacto con la cuchilla. Debido a que los rollos ingresan varias veces al proceso de dividido, el grosor de los mismos va reduciéndose, de esta forma la altura del rodillo se va adaptando al grosor del material, pero sin ejercer una presión que sobrepase la dureza de las láminas de

EVA, ya que esto sería contraproducente y generaría aun mayor variabilidad en el dividido. Todos estos factores se tomaron en cuenta en el diseño del elemento mecánico.

Figura 5. Rodillo instalado en la máquina de división de rollos de EVA.



Fuente: elaboración propia.

El muestreo aleatorio se llevó a cabo en la máquina 1, el material utilizado son rollos de EVA de 32° Shore A de color blanco. Se realizaron muestreos en 30 rollos; 10 rollos de 1.5 mm de espesor, 10 rollos de 2.5 mm de espesor y 10 rollos de 3.0 mm de espesor por medio del medidor de espesores de garganta profunda. Para la recolección de los datos y alineación con el estudio de gráficos de control, se diseñó el formato mostrado en la Figura 6.

Figura 6. Formato para muestreo.

REGISTRO													
INSPECCION DE DIVISION DE ROLLOS DE EVA EN LA EMPRESA SANPER													
FECHA:		HORA INICIO:				HORA FINAL:				MAQUINA:			
ESPECIFICACION DE MATERIAL:													
PROGRAMA:								COLOR:			TOLERANCIA: +/- 0.3 mm		
CANTIDAD DE ROLLOS	CALIBRE	LECTURAS										METROS FINALES	MERMA
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
PROMEDIO:													
OBSERVACIONES:													

Fuente: elaboración propia.

El resumen de estadísticos para el primer muestreo se ilustra en la Tabla 1. Cada subgrupo consta de 10 observaciones tomadas a lo largo de rollos de 10 metros para cada uno de los calibres de rollo más trabajados en la empresa, siendo estos de 1.5, 2.5 y 300 mm respectivamente. Estos datos se obtuvieron antes del cambio del rodillo.

Tabla 1. Resumen de estadísticos para el primer muestreo antes de instalación del rodillo.

n	Calibre 1.5		Calibre 2.5		Calibre 3.0	
	Promedios	Desviaciones Estándar	Promedios	Desviaciones Estándar	Promedios	Desviaciones Estándar
1	1.63	0.216281709	2.58	0.103279556	2.83	0.312872001
2	1.51	0.087559504	2.59	0.144913767	3.01	0.1197219
3	1.55	0.108012345	2.6	0.133333333	2.94	0.10749677
4	1.56	0.134989712	2.55	0.084983659	2.94	0.171269768
5	1.54	0.096609178	2.55	0.084983659	2.92	0.168654809
6	1.56	0.134989712	2.59	0.1197219	2.86	0.206559112
7	1.51	0.073786479	2.6	0.141421356	3.08	0.063245553
8	1.57	0.09486833	2.55	0.084983659	3.02	0.078881064
9	1.58	0.161932771	2.53	0.09486833	3.11	0.128668394
10	1.57	0.125166556	2.43	0.125166556	3.05	0.097182532

Fuente: elaboración propia.

Una vez instalado el rodillo en la máquina de división, se realizó un segundo muestreo en el proceso de división para cada uno de los calibres de rollo. Los estadísticos obtenidos se muestran en la Tabla 2 y el objetivo es la realización

de un comparativo para verificar la eficiencia en la reducción de variación y mejora de calidad en el proceso a través de las herramientas del CEP; gráficos de control $\bar{X} - S$ e índices de capacidad del proceso.

Tabla 2. Resumen de estadísticos para el segundo muestreo después de instalación del rodillo.

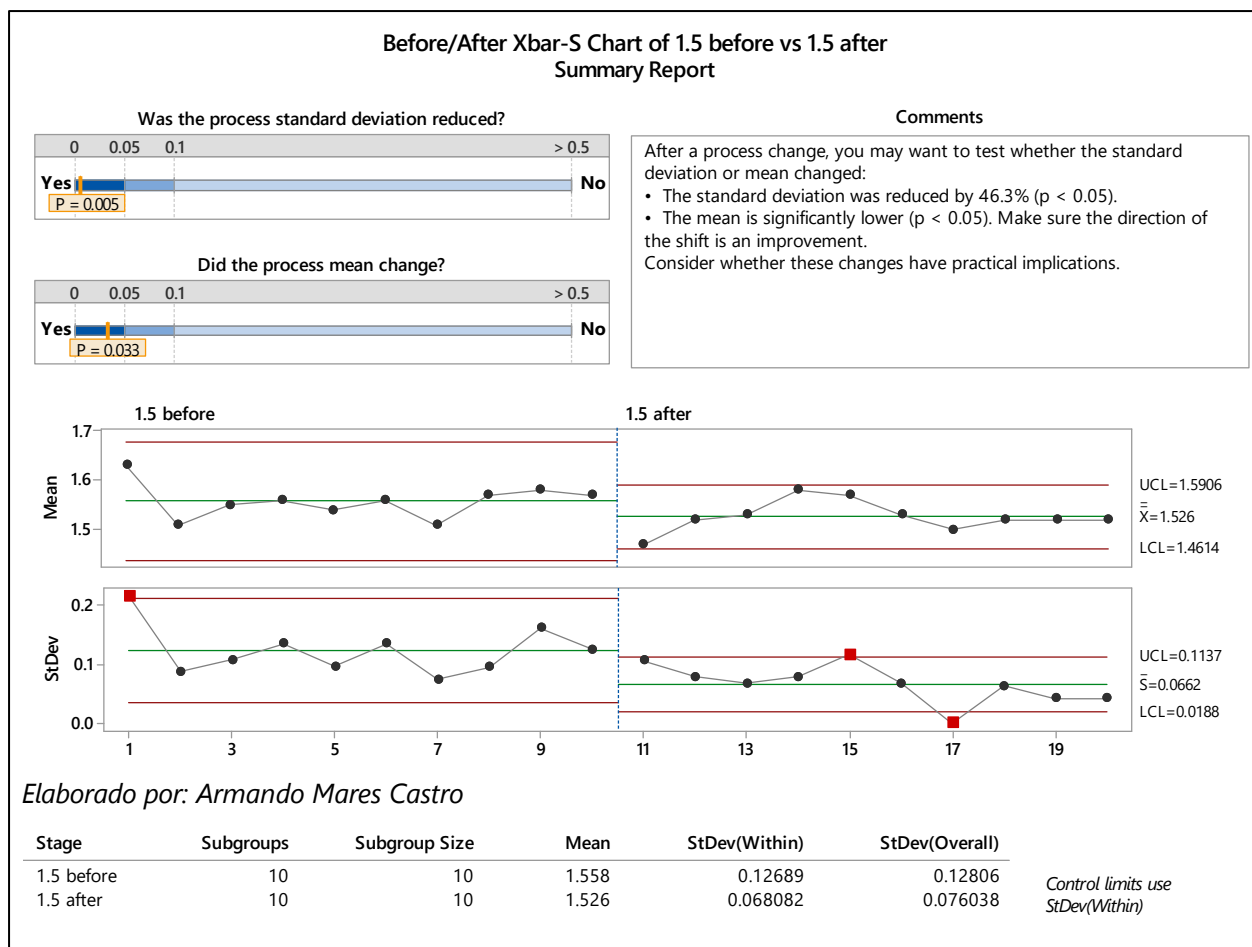
n	Calibre 1.5		Calibre 2.5		Calibre 3.0	
	Promedios	Desviaciones Estándar	Promedios	Desviaciones Estándar	Promedios	Desviaciones Estándar
1	1.47	0.105934991	2.51	0.056764621	3.05	0.084983659
2	1.52	0.078881064	2.52	0.063245553	2.99	0.056764621
3	1.53	0.067494856	2.53	0.09486833	3	0
4	1.58	0.078881064	2.51	0.031622777	2.98	0.042163702
5	1.57	0.115950181	2.5	0.047140452	3.01	0.031622777
6	1.53	0.067494856	2.5	0	3.02	0.063245553
7	1.5	0	2.51	0.031622777	3.03	0.09486833
8	1.52	0.063245553	2.49	0.031622777	3	0
9	1.52	0.042163702	2.52	0.063245553	3	0
10	1.52	0.042163702	2.53	0.048304589	2.99	0.056764621

Fuente: elaboración propia.

Resultados

La Figura 7 muestra los gráficos $\bar{X} - S$ de antes y después para los rollos de 1.5 mm, se observa que hubo una reducción significativa de la variabilidad, aunque también se redujo la media del proceso. Se observa estabilidad en el proceso y solamente se incumple la regla uno de las pruebas de Nelson para detección de causas especiales en la muestra 1 del antes para las medias y las muestras 5 y 7 de estudio del después para el gráfico de desviaciones estándar, esta regla se refiere a la existencia de puntos fuera de los límites de 3 sigmas.

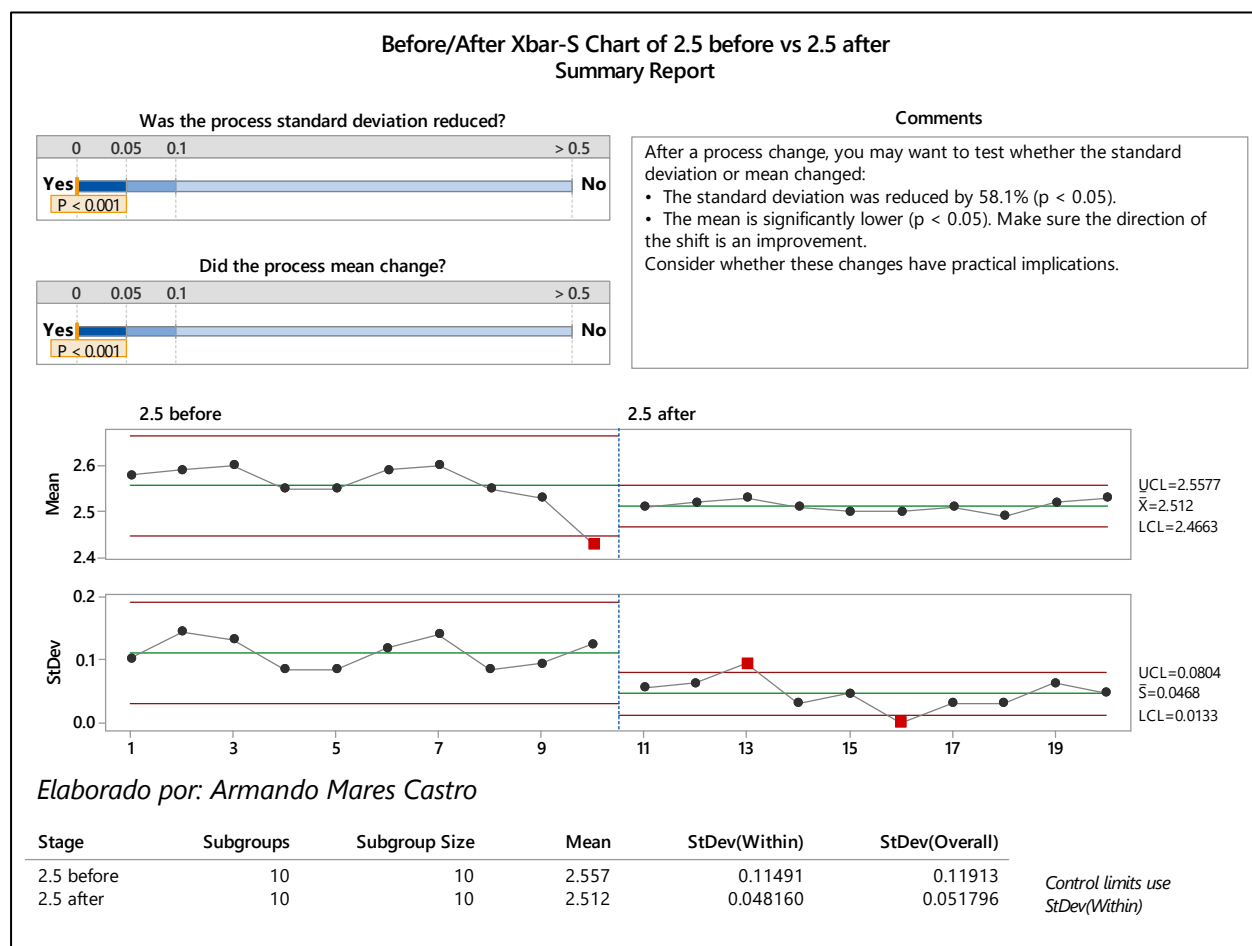
Figura 7. Comparativo antes/ después para los rollos de 1.5 mm.



Fuente: elaboración propia.

La Figura 8 muestra los gráficos $\bar{X} - S$ de antes y después para los rollos de 2.5 mm, se observa que hubo una reducción significativa de la variabilidad, aunque también se redujo la media del proceso. Se observa estabilidad en el proceso y solamente se incumple la regla uno de las pruebas de Nelson para detección de causas especiales en la muestra 10 del antes para las medias y las muestras 3 y 6 de estudio del después para el gráfico de desviaciones estándar, esta regla se refiere a la existencia de puntos fuera de los límites de 3 sigmas.

Figura 8. Comparativo antes/ después para los rollos de 2.5 mm.

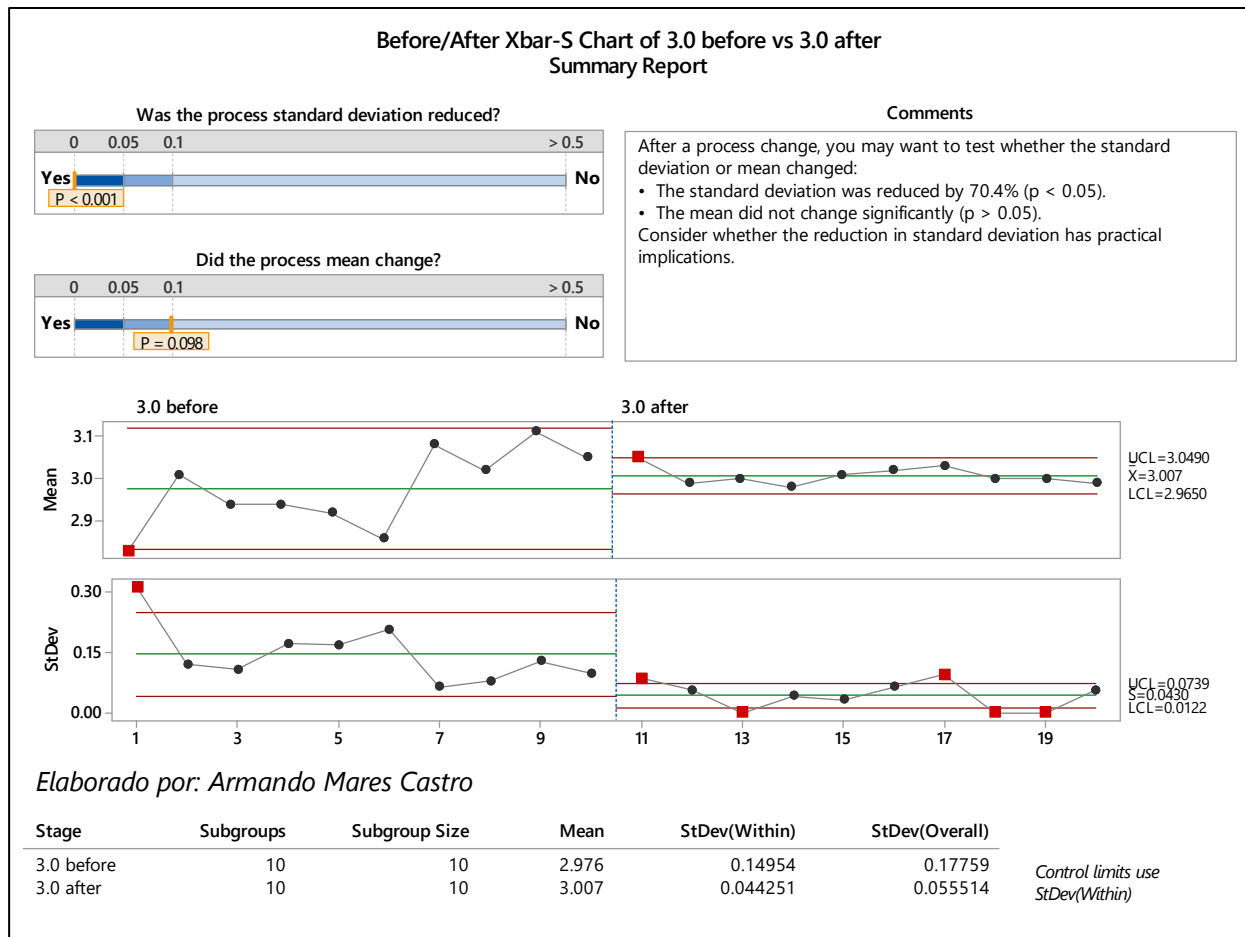


Fuente: elaboración propia.

La Figura 9 muestra los gráficos $\bar{X} - S$ de antes y después para los rollos de 3.0 mm, se observa que hubo una reducción significativa de la variabilidad, aunque también aumentó la media del proceso pero no de forma significativa. Se observa estabilidad en el proceso y solamente se incumple la regla uno de las pruebas de Nelson para detección de causas especiales en la muestra 1 del antes para las medias y las muestras 1, 3, 7, 8 y 9 de estudio del después para el gráfico de desviaciones estándar, esta regla se refiere a la existencia de puntos fuera de los límites de 3 sigmas.

Una vez realizado el análisis de gráficos de control $\bar{X} - S$ se procedió a la realización del análisis de capacidad del proceso para los 3 casos. Hasta este punto se tiene una buena referencia de la reducción de variabilidad en todos los casos, pero dado que las medias también cambiaron, es necesario analizar mediante métricas adecuadas que consideren de forma integral la variación y el descentrado del proceso con la integración de los datos para las especificaciones, con los cuales se podrá comparar la voz del proceso representada por la variación natural con los límites de seis sigmas contra la voz del cliente representada por los límites de especificación bilaterales para cada una de las medidas en los rollos. Las especificaciones definidas para los rollos de 1.5 mm son LIE= 1.2 mm y LSE= 1.8 mm, para los rollos de 2.5 mm se fijaron como LIE= 2.2 mm y LSE= 2.8 mm, para los rollos de 3.0 mm como LIE= 2.7 y LSE= 3.3 mm.

Figura 9. Comparativo antes/ después para los rollos de 3.0 mm.



Fuente: elaboración propia.

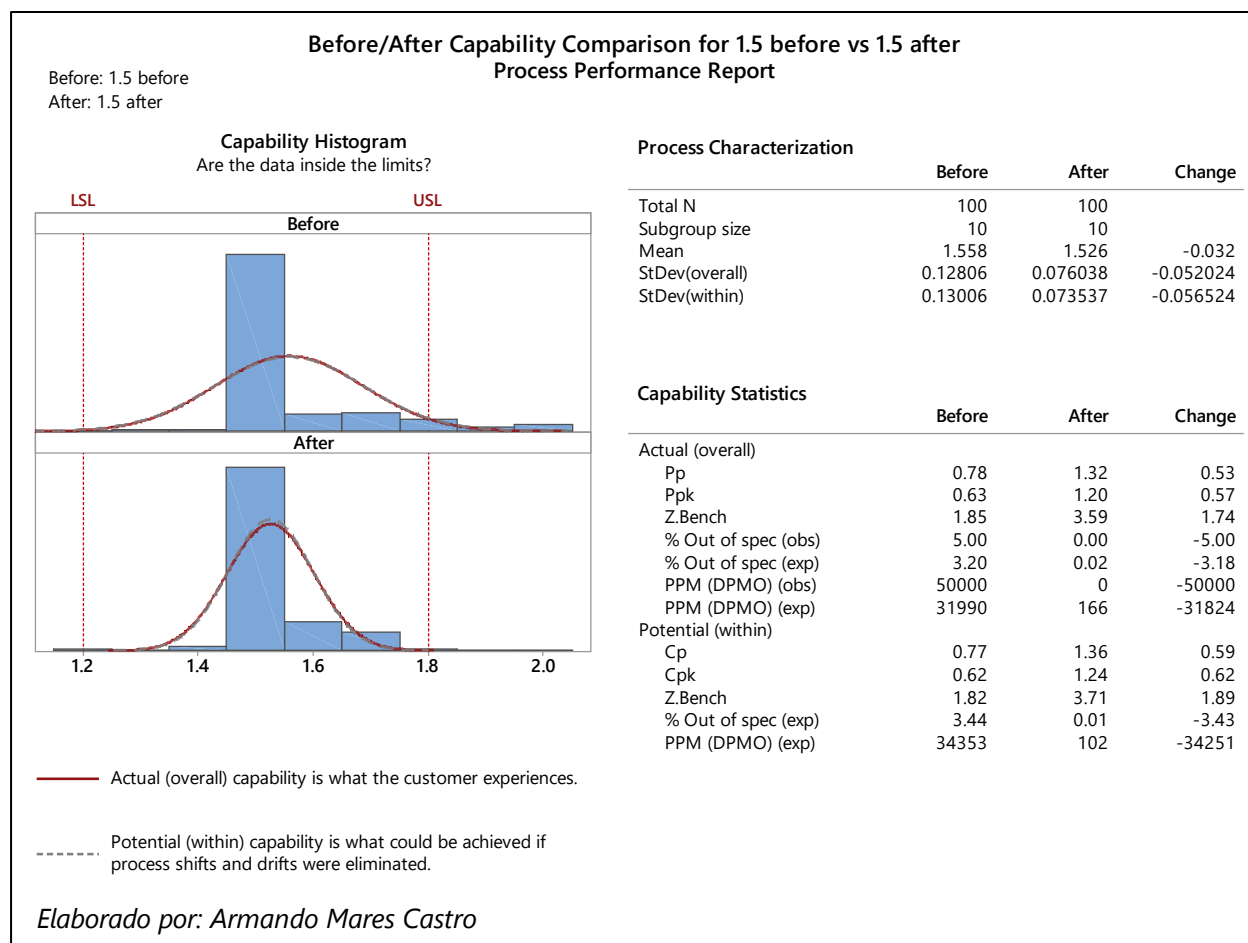
El estudio del análisis de capacidad del proceso para los rollos de 1.5 mm (Figura 10) confirma las observaciones para el gráfico de control $\bar{X} - S$ con un cambio significativo en la media y desviación estándar del proceso. La estabilidad en el proceso puede verse comprometida por los puntos fuera de control, los cuales no se recalculan debido a que no existen causas atribuibles o justificables.

Los índices de capacidad del proceso muestran una mejora significativa en cuanto a la capacidad incrementando el índice en 0.62 quedando un índice Cp de 1.24 con lo que se obtiene un proceso aceptable. Los índices de desempeño del proceso también mejoraron significativamente incrementándose el índice Pp en 0.57, quedando Pp= 1.20 obteniéndose la misma conclusión que para el estudio de Cp. Se puede indicar que por medio de las estimaciones de sigma basadas en variación dentro de subgrupos para el estudio Cpk y la estimación basada en sigma por la variación total para el estudio Ppk arrojan resultados similares. Todas las métricas de calidad involucradas en el estudio mejoraron de forma significativa.

El estudio del análisis de capacidad del proceso para los rollos de 2.5 mm (Figura 11) confirma las observaciones para el gráfico de control $\bar{X} - S$ con un cambio significativo en la media y desviación estándar del proceso. La estabilidad en el proceso puede verse comprometida por los puntos fuera de control, los cuales no se recalculan debido a que no existen causas atribuibles o justificables. Los índices de capacidad del proceso muestran una mejora significativa en cuanto a la capacidad incrementando el índice en 1.11 quedando un índice Cpk de 1.82 con lo que se obtiene un proceso que cumple con los requisitos del cliente. Los índices de desempeño del proceso también mejoraron significativamente incrementándose el índice Ppk en 1.17, quedando Ppk= 1.85 obteniéndose la misma conclusión que para el estudio de Cp. Se puede indicar que por medio de las estimaciones de sigma basadas en variación dentro de subgrupos para el

estudio Cpk y la estimación basada en sigma por la variación total para el estudio Ppk arrojan resultados similares. Todas las métricas de calidad involucradas en el estudio mejoraron de forma significativa.

Figura 10. Comparativo antes/ después para la capacidad y desempeño del proceso en rollos de 1.5 mm.

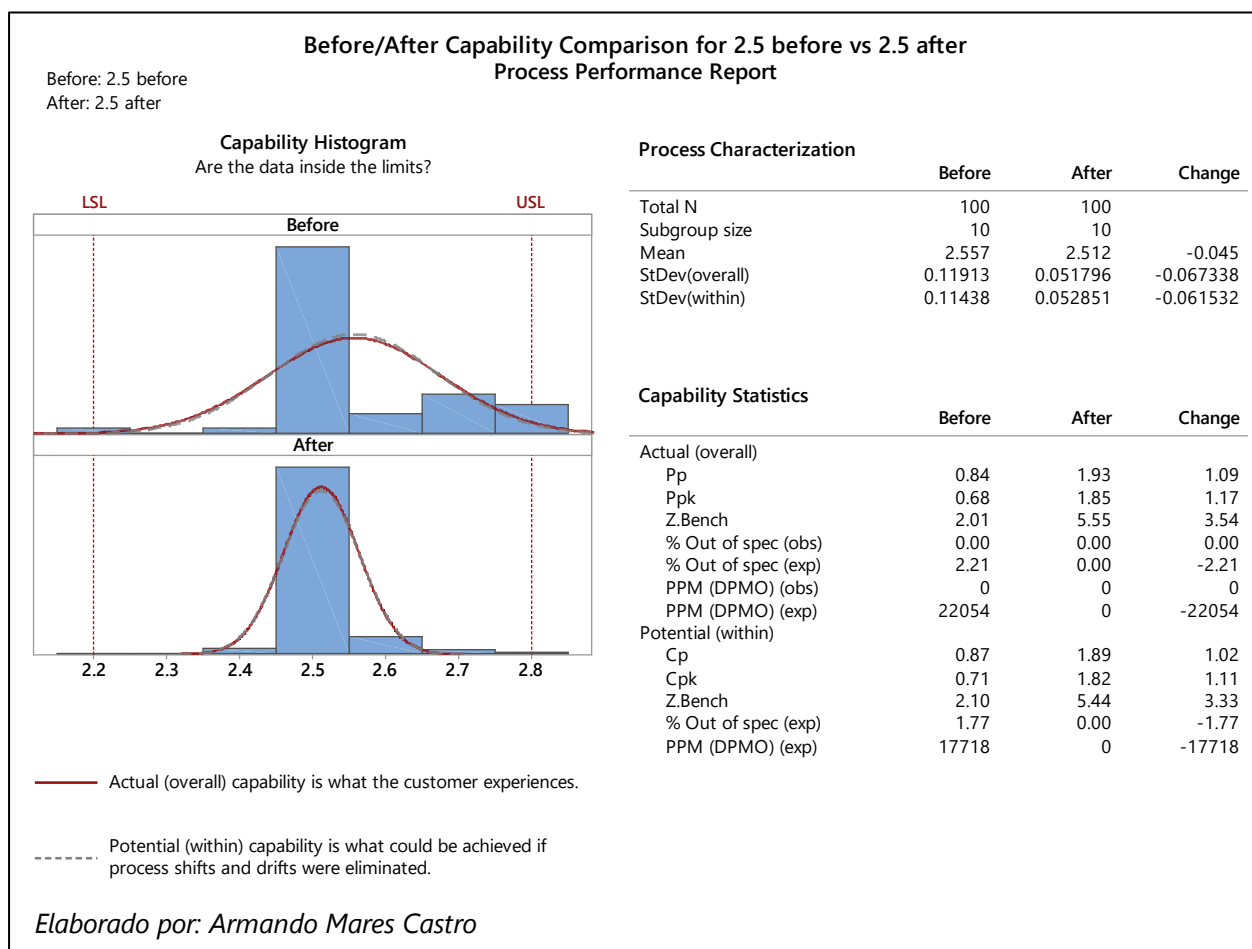


Fuente: elaboración propia.

El estudio del análisis de capacidad del proceso para los rollos de 3.0 mm (Figura 12) confirma las observaciones para el gráfico de control $\bar{X} - S$ con un cambio significativo en la media y desviación estándar del proceso. La estabilidad en el proceso puede verse comprometida por los puntos fuera de control, los cuales no se recalculan debido a que no existen causas atribuibles o justificables. Los índices de capacidad del proceso muestran una mejora significativa en cuanto a la capacidad incrementando el índice en 1.22 quedando un índice Cpk de 1.79 con lo que se obtiene un proceso adecuado.

Los índices de desempeño del proceso también mejoraron significativamente incrementándose el índice Ppk en 1.24, quedando Ppk= 1.76 obteniéndose la misma conclusión que para el estudio de Cp. Se puede indicar que por medio de las estimaciones de sigma basadas en variación dentro de subgrupos para el estudio Cpk y la estimación basada en sigma por la variación total para el estudio Ppk arrojan resultados similares. Todas las métricas de calidad involucradas en el estudio mejoraron de forma significativa.

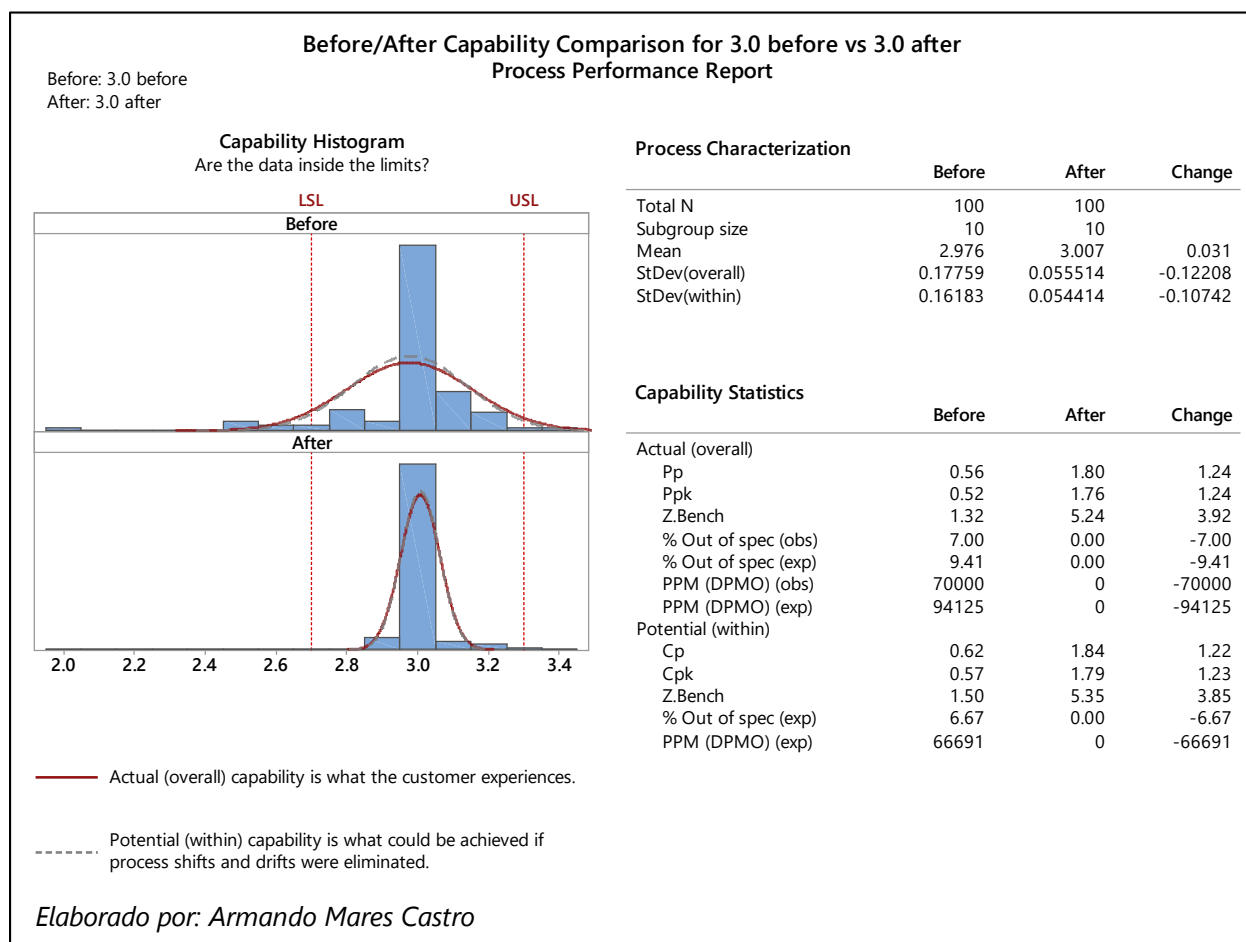
Figura 11. Comparativo antes/ después para la capacidad y desempeño del proceso en rollos de 2.5 mm.



Fuente: elaboración propia.

Los estudios realizados por medio de los gráficos de control y análisis de capacidad del proceso fueron congruentes en los tres casos de análisis. Las métricas de capacidad y desempeño del proceso, así como las de calidad, están en función del comportamiento de la variabilidad, así como del descentrado de la media con respecto al valor Target, lo que define los índices de capacidad inferior y superior. La implementación del rodillo en el proceso funciona como un sistema de control que tiende a estabilizar el resultado del proceso de corte y también puede clasificarse como un sistema o Poka-Yoke, así como un kaizen de mejora.

Figura 12. Comparativo antes/ después para la capacidad y desempeño del proceso en rollos de 3.0 mm.



Fuente: elaboración propia.

Discusión

Para complementar el estudio se presenta en la Tablas 3-5 una discusión sobre los resultados obtenidos en las métricas de capacidad y desempeño del proceso y otras métricas de calidad. Cabe destacar que la solución aplicada al problema de variación puede utilizarse como documentación de la mejora del proceso. En cada una de las métricas se destaca la mejora obtenida y la diferencia entre el antes y después del proceso. Las métricas del análisis Cpk y Ppk muestran ligeras diferencias por la forma en la que es estimada la variación para las fórmulas respectivas. Las métricas de Ppk pueden considerarse más adecuadas para el caso debido a que el proceso no presenta una estabilidad total al incumplirse la primera de las reglas de Nelson relacionada a la presencia de puntos fuera de los límites de control de ± 3 sigmas de la media, los cuales no presentan causas justificables o atribuibles en la revisión de las bitácoras. Adicionalmente se agrega la métrica del nivel sigma utilizada para medir el nivel de calidad en la metodología seis sigma, el cual permite definir adecuadamente el nivel de calidad actual del proceso.

Tabla 3. Índices de capacidad y calidad para rollos de 1.5 mm y discusión.

Rollos de 1.5 mm de grosor				
Desempeño del Proceso				
Índice	Antes	Después	Cambio	Discusión
Pp	0.78	1.32	-0.53	El índice mejora notoriamente y entra en el rango de un proceso aceptable
Ppi	0.93	1.43	-0.50	El índice mejora notoriamente e indica un descentrado de la media hacia la derecha

PPs	0.63	1.20	-0.57	El índice mejora e indica menor capacidad del proceso del lado derecho de la distribución
PPk	0.63	1.20	-0.57	Se toma el menor de los índices Ppi y PPs y entra en el rango de un proceso que no cumple los criterios de aceptación, pero puede mejorar
Ppm	0.71	1.24	-0.53	El índice de Taguchi presenta un buen nivel y bajo descentrado de la media con respecto al valor Target, así como la variación total.
% Defectos	3.20	0.02	3.18	El porcentaje de no conformidad presenta una reducción notoria
PPM	31990	166	31824	Las partes por millón se reducen de forma notoria
Nivel Sigma	3.35	5.09	-1.74	El nivel sigma aumenta al nivel 5 y se clasifica como buen proceso
Capacidad para proceso estable				
Índice	Antes	Después	Cambio	Discusión
Cp	0.77	1.36	-0.59	El índice mejora notoriamente y entra en el rango de un proceso aceptable
Cpi	0.92	1.48	-0.56	El índice mejora notoriamente e indica un descentrado de la media hacia la derecha
Cps	0.62	1.24	-0.62	El índice mejora e indica menor capacidad del proceso del lado derecho de la distribución
Cpk	0.62	1.24	-0.62	Se toma el menor de los índices Ppi y PPs y entra en el rango de un proceso que no cumple los criterios de aceptación, pero puede mejorar
% Defectos	3.44	0.01	3.43	El porcentaje de no conformidad presenta una reducción notoria
PPM	34353	102	34251	Las partes por millón se reducen de forma notoria
Nivel Sigma	3.32	5.21	-1.89	El nivel sigma aumenta al nivel 5 y se clasifica como buen proceso

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Índices de capacidad y calidad para rollos de 2.5 mm y discusión.

Rollos de 2.5 mm de grosor				
Desempeño del Proceso				
Índice	Antes	Después	Cambio	Discusión
Pp	0.84	1.93	-1.09	El índice mejora notoriamente y entra en el rango de cumplimiento de los requisitos del cliente.
Ppi	1.00	2.01	-1.01	El índice mejora notoriamente e indica un leve descentrado de la media hacia la derecha
PPs	0.68	1.85	-1.17	El índice mejora e indica menor capacidad del proceso del lado derecho de la distribución
PPk	0.68	1.85	-1.17	Se toma el menor de los índices Cpi y CPs y entra en rango de cumplimiento de los requisitos del cliente
Ppm	0.76	1.88	-1.12	El índice de Taguchi presenta un buen nivel y bajo descentrado de la media con respecto al valor Target, así como la variación total.
% Defectos	2.21	0.00	2.21	El porcentaje de no conformidad presenta una reducción notoria
PPM	22054	0	22054	Las partes por millón se reducen de forma notoria
Nivel Sigma	3.51	7.80	-4.29	El nivel sigma aumenta al nivel 7 y se clasifica como un proceso excelente
Capacidad para proceso estable				
Índice	Antes	Después	Cambio	Discusión
Cp	0.87	1.89	-1.02	El índice mejora notoriamente y entra en el rango de cumplimiento de los requisitos del cliente.
Cpi	1.04	1.97	-0.93	El índice mejora notoriamente e indica un leve descentrado de la media hacia la derecha
Cps	0.71	1.82	-1.11	El índice mejora e indica menor capacidad del proceso del lado derecho de la distribución
Cpk	0.71	1.82	-1.11	Se toma el menor de los índices Cpi y CPs y entra en rango de cumplimiento de los requisitos del cliente
% Defectos	1.77	0.00	1.77	El porcentaje de no conformidad presenta una reducción notoria
PPM	17718	0	17718	Las partes por millón se reducen de forma notoria
Nivel Sigma	3.60	7.80	-4.20	El nivel sigma aumenta al nivel 7 y se clasifica como proceso excelente

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Índices de capacidad y calidad para rollos de 3.0 mm y discusión.

Rollos de 3.0 mm de grosor				
Desempeño del Proceso				
Índice	Antes	Después	Cambio	Discusión
Pp	0.56	1.80	-1.24	El índice mejora notoriamente y entra en el rango de cumplimiento de los requisitos del cliente.
Ppi	0.52	1.84	-1.33	El índice mejora notoriamente e indica un buen centrado de la media con respecto al Target y a los límites
PPs	0.61	1.76	-1.15	El índice mejora e indica la misma capacidad del proceso a ambos lados
PPk	0.52	1.76	-1.24	Se toma el menor de los índices Cpi y CPs y entra en rango de cumplimiento de los requisitos del cliente
Ppm	0.56	1.79	-1.23	El índice de Taguchi presenta un buen nivel y bajo descentrado de la media con respecto al valor Target, así como la variación total.
% Defectos	9.41	0.00	9.41	El porcentaje de no conformidad presenta una reducción notoria
PPM	94125	0	94125.00	Las partes por millón se reducen de forma notoria
Nivel Sigma	2.82	7.80	-4.98	El nivel sigma aumenta al nivel 7 y se clasifica como un proceso excelente
Capacidad para proceso estable				
Índice	Antes	Después	Cambio	Discusión
Cp	0.62	1.84	-1.22	El índice mejora notoriamente y entra en el rango de cumplimiento de los requisitos del cliente.
Cpi	0.57	1.88	-1.31	El índice mejora notoriamente e indica un buen centrado de la media con respecto al Target y a los límites
Cps	0.67	1.79	-1.13	El índice mejora e indica la misma capacidad del proceso a ambos lados
Cpk	0.57	1.79	-1.23	Se toma el menor de los índices Cpi y CPs y entra en rango de cumplimiento de los requisitos del cliente
% Defectos	6.67	0.00	6.67	El porcentaje de no conformidad presenta una reducción notoria
PPM	66691	0	66691.00	Las partes por millón se reducen de forma notoria
Nivel Sigma	3.00	7.80	-4.80	El nivel sigma aumenta al nivel 7 y se clasifica como un proceso excelente

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

La modificación del proceso de división de rollos de EVA con el uso del rodillo especial para estabilizar el material dio resultados excelentes para la reducción de la variabilidad y mejora de la calidad. El uso de las metodologías para la resolución de problemas de calidad implica el uso de estrategias de control, entre las cuales el uso del CEP se presenta como la mejor opción para conocer el comportamiento de la voz del proceso en relación con la voz del cliente representada por las especificaciones que deben de cumplir las características críticas de la calidad.

Las ideas de mejora relacionadas al Lean Manufacturing tales como el Kaizen y Poka-Yoke presentan una afinidad importante con las herramientas de calidad, el complemento de dichas metodologías resulta en procesos que a la par de la eliminación de los desperdicios en el proceso, se enfocan también en la reducción de la variabilidad o más aun, a la eliminación del defecto antes de que llegue al siguiente cliente ya sea interno o externo.

La comprensión de la calidad mejora con el uso de las herramientas estadísticas, el CEP representa una opción excelente debido a que incluye una serie de índices que pueden relacionarse a métricas tales como el nivel sigma que nos dan la pauta para conocer el estado actual o deseado del proceso. En este artículo se unieron aportaciones de tipo científico y tecnológico con la finalidad de verificar y validar la mejora en el proceso.

Referencias bibliográficas

- Carro, R., & Gomez, D. (2012). Control Estadístico De Procesos. Administración de Las Operaciones AO.
- Castro, C., Alonso, P., & Abad-González, J. (2005). Aplicación de los gráficos de control en el análisis de la calidad textil. Pecunia: Revista de La Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, 2015(1), 125-148 <https://doi.org/10.18002/pec.v0i1.744>
- Chen, K. S., Huang, M. L., & Li, R. K. (2001). Process capability analysis for an entire product. International Journal of Production Research, 39(17), 4077-4087 <https://doi.org/10.1080/00207540110073082>

- Díaz, E., Díaz, C., Flores, L., & Heyser, S. (2009). Estudio de la Variabilidad de Proceso en el Área de Envasado de un Producto en Polvo. *Información Tecnológica*, 20(6), 105-113. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642009000600013>
- Gupta, M. K., Mia, M., Pruncu, C. I., Kapłonek, W., Nadolny, K., Patra, K., Mikołajczyk, T., Pimenov, D. Y., Sarikaya, M., & Sharma, V. S. (2019). Parametric optimization and process capability analysis for machining of nickel-based superalloy. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 102(9), 3995–4009. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03453-3>
- Gutiérrez-Pérez, J. A., Pérez-García, R., Izquierdo, J., & Herrera, M. (2010). Análisis de eventos de contaminación en redes de abastecimiento de agua con técnicas de control estadístico de procesos, en Retos tecnológicos y metodológicos en la gestión técnica de los sistemas urbanos de agua. Universidad Politécnica de Valencia
- Hsieh, K. L., & Tong, L. I. (2006). Incorporating process capability index and quality loss function into analyzing the process capability for qualitative data. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 27, 1217-1222. <https://doi.org/10.1007/s00170-004-2314-1>
- Hsu, C., Yang, C.-M., Chen, C., & Ding, E. (2015). Applying Process Capability Analysis in Paint Industry. *Applied Mechanics and Materials*, 775, 464–467. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.775.464>
- Jiang, A. (2010). Optimal process capability analysis for process design. *International Journal of Production Research*, 48(4), 957-989. <https://doi.org/10.1080/00207540802471306>
- Jiang, A. (2015). Robust product design and process planning in using process capability analysis. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 26, 459-470. <https://doi.org/10.1007/s10845-013-0802-6>
- Jiang, A., & Chung, C. P. (2009). Process capability analysis based on minimum production cost and quality loss. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 43, 710-719. <https://doi.org/10.1007/s00170-008-1741-9>
- Kane, V. E. (1986). Process Capability Indices. *Journal of Quality Technology*, 18(1), 41–52. <https://doi.org/10.1080/00224065.1986.11978984>
- Lorenzetti, E., Puton, B. M. S., Steffens, J., Junges, A., Paroul, N., Backes, G. T., Valduga, E., & Cansian, R. L. (2019). Water absorption process capability analysis by chicken carcasses during precooling. *Food Science and Technology*, 39(4), 850-854. <https://doi.org/10.1590/fst.11618>
- Montgomery, D., & Runger, G. (2014). *Applied statistics and probability for engineers*. Wiley.
- Ortiz, M. A., & Felizzola, H. A. (2014). Metodología miceps para control estadístico de procesos: caso aplicado al proceso de producción de vidrio templado. *Prospectiva*, 12(2), 73-81. <https://doi.org/10.15665/rp.v12i2.291>
- Ortiz González, Y. C., & González Gaitán, I. M. (2018). Control estadístico de procesos en organizaciones del sector servicios. *Respuestas*, 23(S1), 42–49. <https://doi.org/10.22463/0122820X.1500>
- Pedraza, C., & Portofilipe, F. (2016). Aplicación del control estadístico de procesos (CEP) en el control de su calidad. *Tecnología Química*, 36(1), 130–145.
- Phadke, M. S., & Shridhar, M. (1989). *Quality engineering using robust design*. Prentice Hall. <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=525794>
- Rodríguez, R. N. (1992). Recent Developments in Process Capability Analysis. *Journal of Quality Technology*, 24(4), 176–187. <https://doi.org/10.1080/00224065.1992.11979399>
- Shewhart, W. A. (1931). *Economic Control of Quality of Manufactured Product*. American Society for Quality Control. <https://books.google.com.mx/books?id=XBeoAgAAQBAJ>
- Singh, R. (2014). Process capability analysis of fused deposition modelling for plastic components. *Rapid Prototyping Journal*, 20(1), 69-76. <https://doi.org/10.1108/RPJ-02-2012-0018>
- Siraj, I. (2020). Process capability analysis of a 3D printing process Imran Siraj & Pushpendra S. Bharti. *Journal of Interdisciplinary Mathematics*, 23(1), 175–189. <https://doi.org/10.1080/09720502.2020.1721711>
- Valdez-Gómez, J., Melo-González, R., Herrera-Ruiz, D. A., & Lara-Hernández, C. (2011). Control estadístico de procesos en tiempo real de un sistema de endulzamiento de gas amargo. *Metodología y resultados. Tecnología, Ciencia, Educación*, 26(2), 57–74.
- Villahoz, P., & Vírveda, J. A. (2011). Evaluación de un archivo de historias clínicas mediante la aplicación de métodos de control estadístico de la calidad. *Revista Española de Salud Pública*, 85(1), 391-404
- Zambrano-Rey, G. M., Fúquene-Retamoso, C. E., & Aguirre-Mayorga, H. S. (2010). Aplicativo para el control estadístico de procesos en línea integrado a un sistema de manufactura flexible. *Ingeniería y Universidad*, 14(1), 117-136. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.iyu14-1.apce>

PMDC MOTOR PARAMETER ESTIMATION THROUGH EXPERIMENTAL PARAMETRIC MODEL

Aldo. R. Sartorius C.¹, Jose de Jesús Moreno V.²
Antonia Zamudio R.³, Ivana Aranda M.⁴

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA

Recibido:09/03/2021 Aceptado:01/06/2021 Publicado:28/06/2021

Abstract.- This paper presents a systematic and straightforward method, two phases based, for the estimation of the permanent magnet direct current (PMDC) motor's most significant parameters, such as armature inductance, current to torque conversion constant, back electromotive force constant, friction coefficient, motor gain, natural frequency and motor damping factor. In the first phase, an experimental parametric model is obtained using Matlab System Identification Toolbox. In the second phase, the experimental parametric model is adjusted to a general second-order parametric model, allowing to calculate in a systematic form the unknown motor parameters. To validate the presented method, the Microswitch model 22VM81-020-5 PMDC motor's unknown parameters have been estimated. The realized estimation has a very high similitude with the real motor, achieving a similarity of 80.49% between the adjusted parametric model and the real motor.

Keywords: Identification, Motor, Pseudo-Random Binary Sequence, Matlab.

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE UN MOTOR DE CDIP UTILIZANDO UN MODELO PARAMÉTRICO EXPERIMENTAL

Resumen.- Este trabajo presenta un método sistemático y simple, basado en dos fases, para la estimación de los parámetros más importantes de un motor de corriente continua con imanes permanentes (CDIP) como son: la inductancia de armadura, la constante de conversión torque corriente, la constante de fuerza contra electromotriz, el coeficiente de fricción, la ganancia del motor, su frecuencia natural y el factor de amortiguamiento. En la primera fase se obtiene el modelo paramétrico experimental utilizando el Toolbox de Identificación de Sistemas de Matlab. En la segunda fase se ajusta el modelo experimental a un modelo paramétrico general de segundo orden que permite calcular de forma sistemática los parámetros desconocidos. Para validar el método presentado, se han estimado los parámetros desconocidos de un motor de CDIP marca Microswitch modelo 22VM81-020-5. La estimación realizada presenta una similitud muy alta entre el modelo experimental y el modelo estimado, lográndose una similitud de 80.49% entre el modelo paramétrico ajustado y el motor real.

Palabras clave: Identificación, Motor, Secuencia Binaria Seudo Aleatoria, Matlab.

Introduction

Many industrial machines, such as robot manipulators, lathe machines, milling machines, and cut devices, use PMDC motors as actuators due which are easier to model and control than other types of motors (Petrovas et al., 2018). Some controller design methods, such as based on classical or modern control approaches, need to know the mathematical model of the system to be controlled totally or partially (Kim, 2017), as well as precise knowledge of the model parameters (Arehpanahi y Fazli, 2018; Oomen, 2018).

In PMDC motors, this model can be adjusted to a parametric mathematic model, characterized by having a well-defined structure, a finite number of parameters, and being able to be represented as a transfer function (Mokhlis, 2019). Several parametric models of PMDC motors have been studied and reported, such as proposed in (Xia, 2012; Electro-Craft Corporation, 1972). Nevertheless, about their parameter's values, in a practical form, the following scenarios can occur:

- a) The manufacturer doesn't provide them.
- b) They are unprecise, mainly in low-cost PMDC motors (Wu, 2012).

¹Aldo. R. Sartorius C., Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de Minatitlán, Minatitlán, Veracruz, México.
aldo.sc@minatitlan.tecnm.mx (**Autor correspondiente**).

²José de Jesús Moreno V., Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de Minatitlán, Minatitlán, Veracruz, México.
jose.mv@minatitlan.tecnm.mx.

³Antonia Zamudio R., Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de Minatitlán, Minatitlán, Veracruz, México.
antonia.zr@minatitlan.tecnm.mx.

⁴Ivana Aranda M., Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de Minatitlán, Minatitlán, Veracruz, México.
ivana.am@minatitlan.tecnm.mx

- c) Some parameters can be altered with the use or installation of the PMDC motor (Karnavas, 2019) or,
- d) They are merely discontinued motors or without plate data of which their parameter's values are partially or totally unknown.

Due to this problem, there have been developed many methods that allow estimating, and in a precise form, the DC motors parameters values partially or totally. Some of these methods are based on analyzing the motor response curve to a step signal (Wu, 2012), studying the motor frequency response (Schulz, 1983) the use of non-linear least-square adjust methods (Koech, 2016), particle swarm optimization (Kim et al., 2017), or even the utilization of bio-inspired optimization algorithms (Tabish, 2019; Puangdownreong, 2017).

Matlab System Identification Toolbox is a software that allows to carry out model identification in a straightforward way and can use several methods and algorithms for this purpose (Elya, 2013), allowing to obtain transfer function models from sampled data (Ozdemir y Gumussoy, 2017).

In this research, PMDC motor parameters are partially estimated using a two-phase method. In the first phase, an experimental parametric model is obtained using Matlab System Identification Toolbox. The obtained model is then adjusted to a general second-order parametric model in the second phase. The main novelty in this two-phase method is that the experimental model obtained in the first phase can be well adjusted using different optimization algorithms and later transforming into an adjusted parametric model that allows the real motor parameters to be obtained straightforwardly.

This paper is organized as follows: Section 2 defines a general second-order parametric model of a PMDC motor and its main characteristics; section 3 shows the equipment used to obtain the experimental parametric model and the experimental parametric model obtained; in section 4, the second-order adjusted parametric model is obtained, while in section 5 the PMDC motor's unknown parameters are estimated using the proposed method. Section 6 includes the experimental results with the estimated parameters, and finally, section 7 shows the work conclusions.

Methods and materials

1. General second-order parametric model of a PMDC motor.

A transfer function can be polynomially represented by (Engelberg, 2005):

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{b_0 s^m + b_1 s^{m-1} + \dots + b_{m-1} s + b_m}{a_0 s^n + a_1 s^{n-1} + \dots + a_{n-1} s + a_n} \quad (1)$$

In the case of the PMDC motor, the polynomial representation that relates angular speed $W_m(s)$ to the input voltage $V_a(s)$, without considering the load, is represented by Equation (2):

$$\frac{W_m(s)}{V_a(s)} = \frac{\frac{K_p}{L_a J_m}}{s^2 + \left(\frac{B_m}{J_m} + \frac{R_a}{L_a}\right)s + \frac{R_a B_m + K_b K_a}{L_a J_m}} \quad (2)$$

The general transfer function of a second-order system is represented as (Goodwin et al., 2001):

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = K \frac{w_n^2}{s^2 + 2\zeta w_n s + w_n^2} \quad (3)$$

By rearranging Equation (2) with the structure of Equation (3), it can be expressed as (Electro-Craft Corporation, 1972):

$$\frac{W_m(s)}{V_a(s)} = \frac{K_b}{R_a B_m + K_b K_a} \cdot \frac{\frac{R_a B_m + K_b K_a}{L_a J_m}}{s^2 + \left(\frac{B_m}{J_m} + \frac{R_a}{L_a}\right)s + \frac{R_a B_m + K_b K_a}{L_a J_m}} \quad (4)$$

Defining the gain K , the natural frequency w_n and the damping factor ζ as:

$$K = \frac{K_b}{R_a B_m + K_b K_a} \quad (5)$$

$$w_n = \sqrt{\frac{R_a B_m + K_b K_a}{L_a J_m}} \quad (6)$$

$$\zeta = \frac{1}{2} \frac{J_m R_a + L_a B_m}{\sqrt{L_a J_m} \sqrt{R_a B_m + K_b K_a}} \quad (7)$$

PMDC motor's electric and electromechanical times are defined by the relationships (NEMA, 2002):

$$\tau_e = \frac{L_a}{R_a} \quad (8)$$

$$\tau_m = \frac{J_m R_a}{B_m R_a + K_b K_a} \quad (9)$$

And PMDC motor's electric and electromechanical poles are localized at:

$$p_e = -\frac{1}{\tau_e} = -\frac{R_a}{L_a} \quad (10)$$

$$p_m = -\frac{1}{\tau_m} = -\frac{B_m R_a + K_b K_a}{J_m R_a} \quad (11)$$

2. PMDC motor experimental parametric model

To obtain the experimental parametric model was used the equipment shown in Fig. 1. It has four main components:

- PMDC motor model 22VM81-020-5 coupled with an analogic tachometer.
- Direct current source Omron model S82K-5024 DC.
- L298N based H bridge.
- National Instruments model NI USB-6212 data acquisition card.

The known parameters of the Microswitch model 22VM81-020-5 PMDC motor are shown in Table 1. The rotor moment of inertia is provided by the manufacturer (plate data), and the armature resistance is a measured data.

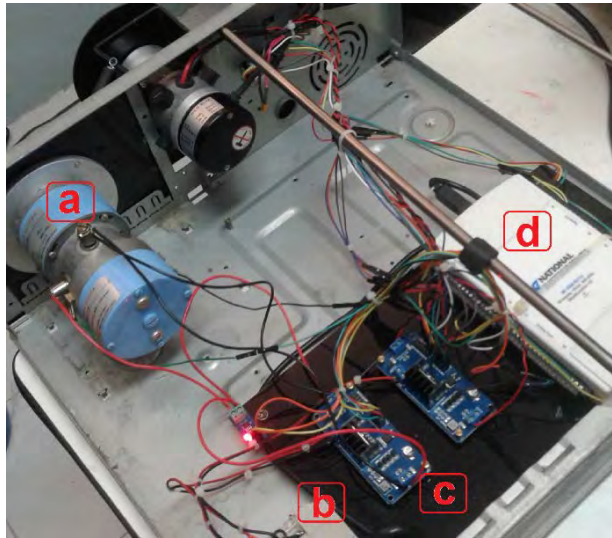


Figure 1. Equipment used to obtain the experimental parametric model.

TABLE 1. Known parameters of Microswitch model 22VM81-020-5 PMDC motor.

Variable	Description	Units	Value
R_a	Armature resistance (Measured data)	Ω	4.10
J_m	Rotor moment of inertia (Plate data)	Kgm ²	0.000004943078

To obtain the experimental parametric model of Microswitch model 22VM81-020-5 PMDC motor, the Matlab System Identification Toolbox is used, which allows obtaining polynomial representations of a transfer function using real input-output data (Mathworks, 2021). Fig. 2 shows the motor's applied voltage. This voltage is a combination of ramp, square, and Pseudo-Random Binary Sequence (PRBS).

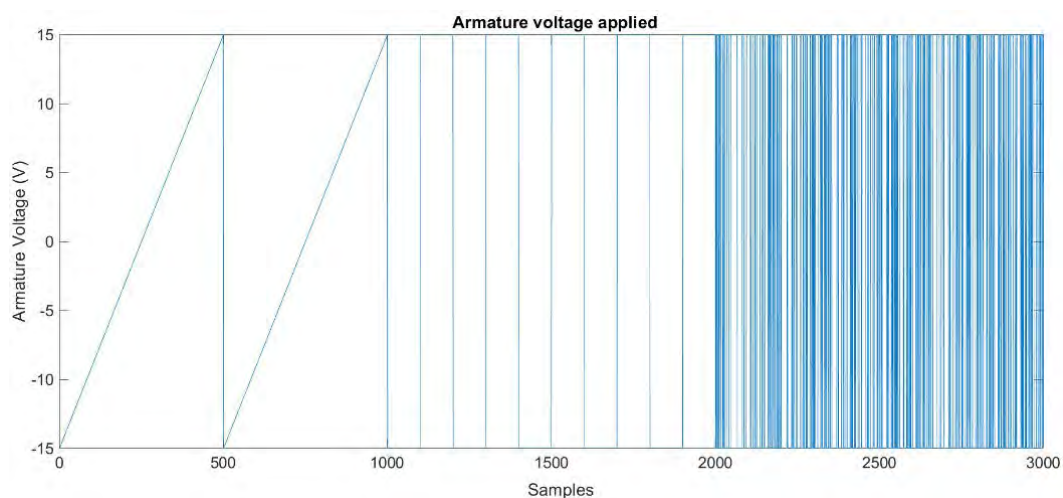


Figure 2. Microswitch model 22VM81-020-5 PMDC motor's applied voltage for experimental parametric model obtention.

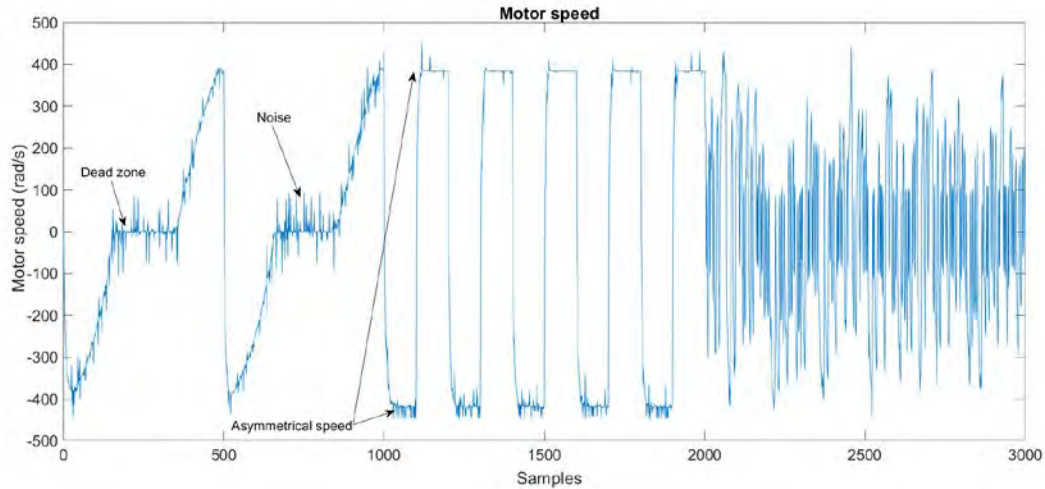


Figure 3. Microswitch model 22VM81-020-5 PMDC motor's speed as a response to the applied voltage.

The motor's response is shown in Fig. 3. In a DC motor with a tachometer, its response is characterized by present dead zone, asymmetrical speed response, and noise, which can't be modeled as a part of a linear system.

The experimental parametric model of Microswitch model 22VM81-020-5 PMDC motor, obtained with the Matlab System Identification Toolbox using the non-linear least-squares method, is determined by:

$$\frac{W_m(s)}{V_a(s)} = \frac{4428522.3310}{s^2 + 3833.9085s + 180788.2184} \quad (12)$$

3. PMDC adjusted parametric model.

The experimental parametric model (12) has the structure of Equation (2) and must be rearranged to full fit the structure of Equation (4) as:

$$\frac{W_m(s)}{V_a(s)} = \frac{4428522.3310}{180788.2184} \cdot \frac{180788.2184}{s^2 + 3833.9085s + 180788.2184} \quad (13)$$

This structure, analyzed deep in section 2, allows estimating the unknown parameters by matching Equations (4) and (13). It is essential that always maintain the dimensional structure of the equations.

Through transfer function's characteristic polynomial of Equation (13), the PMDC Microswitch 22VM81-020-5 motor's electric and electromechanical poles are localized at:

$$p_e = -3786.1588 \text{ Hz} \quad (14)$$

$$p_m = -47.7497 \text{ Hz} \quad (15)$$

4. PMDC motor's unknown parameters estimation.

- Armature Inductance

The armature's inductance is calculated using Equation (10) and the electric pole value that was experimentally obtained in Equation (14). Their correspondent dimensional analysis is shown in Equation (16)

$$L_a = -\frac{R_a}{p_e} = -0.001082 \text{ H}$$

$$\frac{\Omega}{\text{Hz}} = \frac{\frac{Kgm^2}{s^3A^2}}{\frac{1}{s}} = \frac{Kgm^2}{s^2A^2} = H \quad (16)$$

- Current to Torque Conversion Constant

Matching numerators of Equations (2) and (12), we can determine the current to torque conversion constant as:

$$K_b = (4428522.3310)L_aJ_m = 0.02370 \frac{Nm}{A}$$

It's commonly established that the back electromotive force constant K_a and the current to torque conversion constant K_b have the same magnitude, but different units, therefore:

$$K_a = 0.02370 \frac{V}{rad/s}$$

- Motor Friction Coefficient

From Equation (11), the motor friction coefficient is determined as:

$$B_m = -\frac{J_m R_a - K_b K_a \tau_m}{R_a \tau_m} = 9.8974e - 05 \text{ Nms}$$

The dimensional analysis of the motor friction coefficient is shown in Equation (17)

$$\begin{aligned} B_m &= \frac{(Kgm^2)(\Omega) - \left(\frac{Nm}{A}\right)(Vs)s}{(\Omega)s} \\ &= \frac{(Kgm^2)(Kgm^2s^{-3}A^{-2}) - (Kgm^2s^{-2}A^{-1}) \cdot (Kgm^2s^{-3}A^{-1})s^2}{s(Kgm^2s^{-3}A^{-2})} \quad (17) \\ &= \frac{(Kg^2m^4s^{-3}A^{-2})}{(Kgm^2s^{-2}A^{-2})} = \left(\frac{Kg}{s^2}\right)\left(\frac{m^3s^2}{m^2s}\right) = Nms \end{aligned}$$

Experimental results

With all the unknown parameters estimated, the complete PMDC Microswitch 22VM81-020-5 motor's estimated and calculated parameters are shown in Table 2.

Using Equation (4) with the estimated parameters was compared the adjusted parametric model with the real motor's behavior, achieving a fit of 80.49%, as is shown in Fig. 4.

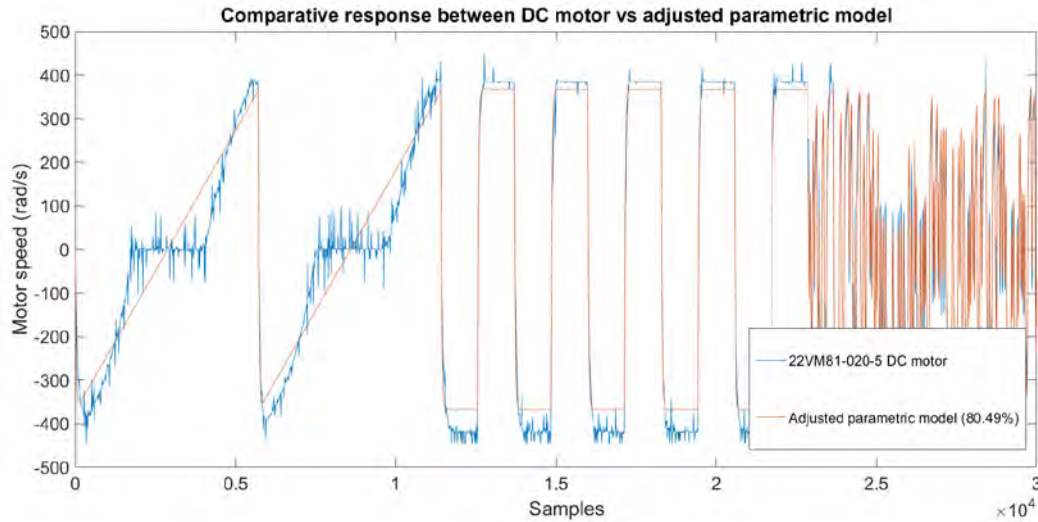


Figure 4. Comparative response between PMDC Microswitch 22VM81-020-5 motor and the adjusted parametric model.

The fit percent calc between the PMDC Microswitch real motor and the estimated model was realized using Equation (18), where y is the real motor response and $\hat{y}$ is the response of the adjusted parametric model (Mathworks, 2021). Real motor response y , has been obtained at a sample rate of 100 S/s using the equipment described in section 3.

$$\%fit = 100 \left(1 - \frac{\|y - \hat{y}\|}{\|y - average(y)\|} \right) \quad (18)$$

The difference between the real motor and the adjusted parametric model response is due to nonlinearities usually present in DC motors. A more detailed view of Fig. 4 shows that the estimated model, based on the linear model, can't model the dead zone present in the motor, as shown in Fig. 5.

Fig. 6 shows that the DC motor also exhibits an asymmetrical speed response and noise when the motor turn in an anticlockwise direction, generally due to asymmetrical wear in the coals.

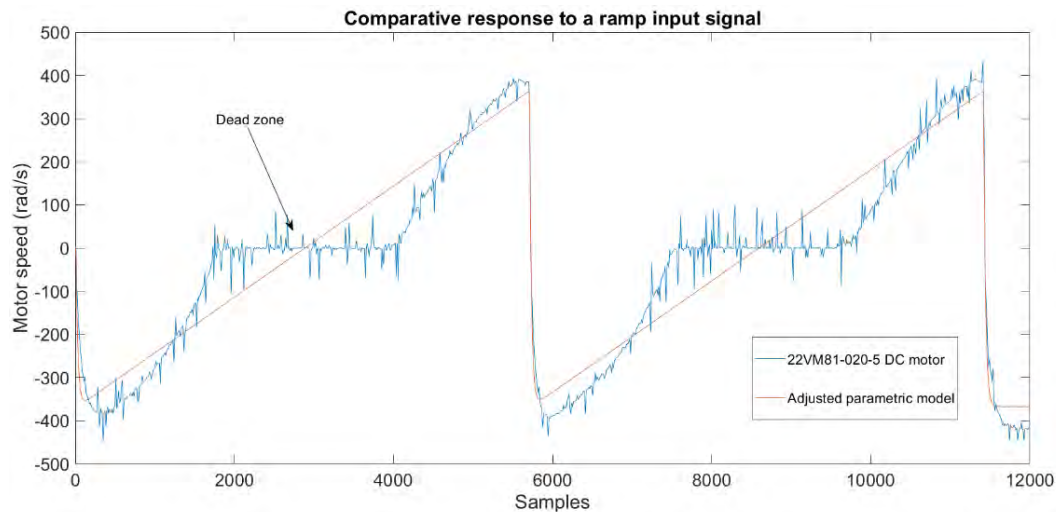


Figure 5. Comparative response to a ramp input signal between PMDC Microswitch 22VM81-020-5 motor and the adjusted parametric model.

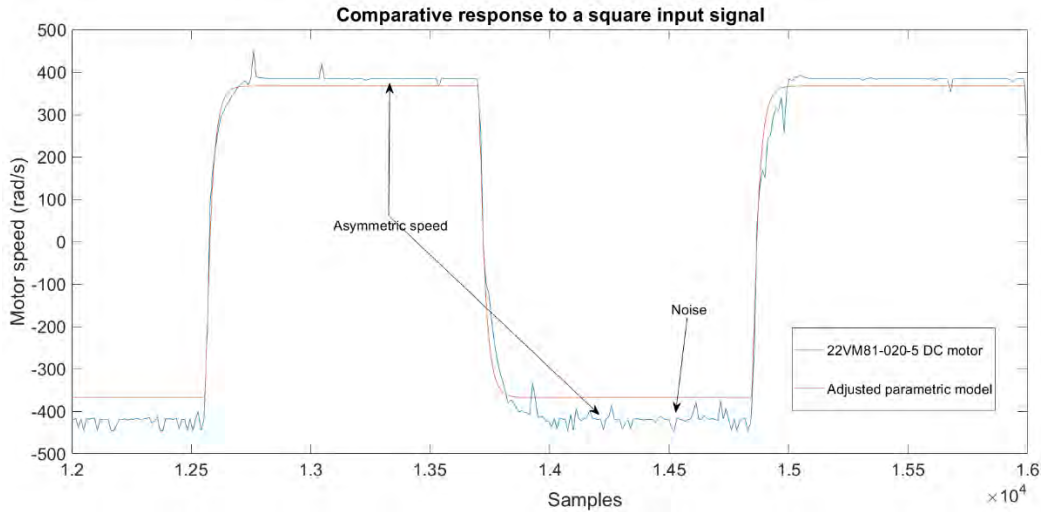


Figure 6. Comparative response to a square input signal between PMDC Microswitch 22VM81-020-5 motor and the adjusted parametric model.

TABLE. 2 PMDC Microswitch 22VM81-020-5 motor estimated and calculated parameters.

Variable	Description	Units	Value
R_a	Armature resistance (Measured data)	Ω	4.10
J_m	Rotor moment of inertia (Plate data)	Kgm^2	0.000004943078
L_a	Armature inductance	H	0.001082
K_b	Current to torque conversion constant	$\frac{Nm}{A}$	0.0237
K_a	Back electromotive force constant	$\frac{V}{rad/s}$	0.0237
B_m	Motor friction coefficient	Nms	9.8974e-05
K	Motor gain	dimensionless	24.4956
ω_n	Motor natural frequency	Hz	275.3357
ζ	Motor damping factor	dimensionless	4.4758
τ_e	Electric time	s	2.6412e-4
τ_m	Electromechanical time	s	0.0209
p_e	Electric pole position	Hz	-3786.1588
p_m	Electromechanical pole position	Hz	-47.7497

Conclusions

A systematic and straightforward method to estimate the armature inductance, current to torque conversion constant, back electromotive force constant and the friction coefficient of a DC motor was proposed.

By using a general second-order adjusted parametric model, the gain, the natural frequency, the damping factor, and the electric and electromechanical poles of the DC motor could also be estimated.

The unknown parameters of a Microswitch 22VM81-020-5 motor were estimated to validate the proposed method,

achieving a similarity of 80.49% between the adjusted parametric model and the real DC motor. The slight differences are due to non-linear motor behavior such as death zone, tachometer noise, backlash, and unmodeled friction components.

This method can be extended and used to estimate the unknown parameters of PMDC motors with inaccurate plate data or discontinued for which their parameters are partially or totally unknown.

References

- A. A. Ozdemir and S. Gumussoy: Transfer function estimation in system identification toolbox via vector fitting. *IFAC-PapersOnLine*, vol. 50, no. 1, (2017), 6232–6237.
- A. Petrovas, A. Pitrenas, and Z. Savickienė: DC motor parameter identification using equation error method. *Electr Eng*, vol. 100, no. 2, (2018), 415–423.
- C. Xia: *Permanent Magnet Brushless DC Motor Drives and Controls*. John Wiley & Sons, 2012.
- D. Puangdownreong, S. Hlungnamtip, C. Thammarat, and A. Nawikavatan: Application of flower pollination algorithm to parameter identification of DC motor model. 2017 International Electrical Engineering Congress (iEECON), (2017), 1–4.
- Electro-Craft Corporation: *DC Motors, Speed Controls, Servo Systems*. Elsevier, 1972.
- G. C. Goodwin, S. F. Graebe, S. A. Graebe, and M. E. Salgado: *Control System Design*. Prentice Hall, (2001).
- K. Balamurugan and R. Mahalakshmi: Analysis of Brushless DC Motor Using Deep Neural Network and BAT Algorithm. *Advances in Smart System Technologies*, (2021), 51–60.
- M. Arehpanahi and M. Fazli: Position Control Improvement of Permanent Magnet Motor Using Model Predictive Control. *International Journal of Engineering*, vol. 31, no. 7, Art. no. 7, (2018).
- M. N. Elya, M. Loqman, M. Aqilah, and S. Murniati: Development of simple setup for model identification using Matlab Data Acquisition. 2013 IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering, (2013), 52–57.
- M. Tabish, A. Kalam, and A. Zayegh: Robot DC Servo Motor Parameters Estimation in a closed loop Using BAT Optimisation Algorithm. 2019 International Conference on Electrical, Communication, and Computer Engineering (ICECCE), (2019), 1–5.
- Mathworks: *System Identification Toolbox Documentation* - MathWorks América Latina, <https://la.mathworks.com/help/ident/>, (2021).
- National Electrical Manufacturers Association: *NEMA ICS 16 : Industrial Control and Systems Motion/Position Control Motors, Controls, and Feedback Devices*, (2002), 7-8.
- R. A. Schulz: A Frequency Response Method for Determining the Parameters of High-Performance DC Motors. *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. IE-30, no. 1, (1983), 39–42.
- S. Engelberg: *A Mathematical Introduction to Control Theory*. Imperial College Press, (2005).
- S. Mokhlis, S. Sadki, and B. Bensassi: System Identification of a DC Servo Motor Using ARX and ARMAX Models. 2019 International Conference on Systems of Collaboration Big Data, Internet of Things & Security (SysCoBioTS), (2019), pp. 1–4.
- S. Vaez Zadeh and M. Zamanian: Permanent Magnet DC Motor Sliding Mode Control System. *International Journal of Engineering*, vol. 16, no. 4, Art. no. 4, (2003).
- T. Kenjō and S. Nagamori: *Permanent-magnet and brushless DC motors*. Clarendon Press, 1985.
- T. Oomen: Advanced Motion Control for Precision Mechatronics: Control, Identification, and Learning of Complex Systems. *IEEJ Journal of Industry Applications*, vol. 7, no. 2, (2018), 127–140.
- T.-H. Kim, I. Maruta, T. Sugie, S. Chun, and M. Chae: Identification of Multiple-Mode Linear Models Based on Particle Swarm Optimizer with Cyclic Network Mechanism. *Mathematical Problems in Engineering*, (2017).
- V. Sankardoss and P. Geethanjali: PMDC Motor Parameter Estimation Using Bio-Inspired Optimization Algorithms. *IEEE Access*, vol. 5, (2017), 11244–11254.
- W. Koech, T. Rotich, F. Nyamwala, and S. Rotich: Parameter Estimation of a DC Motor-Gear-Alternator (MGA) System via Step Response Methodology. *American Journal of Applied Mathematics*, vol. 4, no. 5, Art. no. 5, Oct. (2016).
- W. Wu: DC Motor Parameter Identification Using Speed Step Responses. *Modeling and Simulation in Engineering*, vol. 20, (2012), 1–5.
- Y. L. Karnavas, T. P. Paschaloglou, S. G. Mouroutsos, I. D. Chasiotis, M. Drakaki, and Y. S. Boutalis: Application of Salp Swarm Algorithm for DC Motor Parameter Estimation in an Industry 4.0 Control Systems IoT Framework. 2019 12th International Conference on Developments in eSystems Engineering (DeSE), (2019), 778–783.

DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE UNA VIVIENDA EMERGENTE BASADO EN LA RESILIENCIA URBANA EN CHETUMAL

Jorge Javier Hernández Serrano¹, Gabriela Rosas Correa²,
Laura Isabel Guarneros Urbina³, Nínive Margely Navarrete Canto⁴

ARTÍCULO DE INVESTIGACION CIENTÍFICA

Recibido: 29/03/2021 Aceptado: 01/06/2021 Publicado: 18/06/2021

Resumen.- Los fenómenos hidrometeorológicos son recurrentes en la costa de Quintana Roo, causando daños en las viviendas. Las personas de bajos recursos son las más afectadas por encontrarse en zonas más vulnerables. Las autoridades evacúan a la población en albergues temporales y utilizan los edificios educativos que carecen de instalaciones para cumplir esta función.

Este artículo presenta una propuesta de diseño arquitectónico de una vivienda emergente que funcione como refugio temporal para casos de contingencias por fenómenos naturales, basado en la capacidad de resiliencia urbana en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo. La investigación es tipo mixta y se aplicó la metodología del diseño arquitectónico. Entre los principales aciertos son que la capacidad de resiliencia reduce la vulnerabilidad, por lo que el diseño de las viviendas debe ser estratégico para que con el apoyo de las instancias encargadas se logre beneficiar a la mayoría de la población.

Palabras clave: Emergencia, Resiliencia, Vivienda, Vulnerabilidad.

ARCHITECTURAL DESIGN OF EMERGING HOUSING BASED ON URBAN RESILIENCE IN CHETUMAL

Abstract.- Hydrometeorological phenomena are recurrent on the coast of Quintana Roo, causing damage to houses. Low-income people are the most affected because they are in the most vulnerable areas. The authorities evacuate the population in temporary shelters and use the educational buildings that lack the facilities to fulfill this function.

This article presents a proposal of architectural design of an emergent house that works as a temporary shelter in case of contingencies due to natural phenomena, based on the capacity of urban resilience in the city of Chetumal, Quintana Roo. The research is mixed type and the architectural design methodology was applied.

Among the main successes are that the resilience capacity reduces vulnerability, so the design of the houses must be strategic so that with the support of the entities in charge it is possible to benefit the majority of the population.

Keywords: Emergency, Resilience, Housing, Vulnerability.

Introducción

En los últimos años los desastres naturales son cada vez más frecuentes debido al cambio climático y no se conoce con exactitud la cantidad y magnitud de daños que éstos pudieran ocasionar en un determinado tiempo, lo que se sabe es que pueden afectar a un gran número de personas, se pierden vidas humanas y también materiales que son esenciales para el ser humano, como es la vivienda en las zonas rurales y en las urbanas. Existe un alto riesgo de desastre si uno o más fenómenos naturales peligrosos ocurrieran en situaciones vulnerables; cuando se presentan ante una situación económica precaria, que las viviendas estén mal construidas, de poca resistencia, suelo inestable, mala ubicación de las construcciones, terrenos no aptos para el desarrollo urbano (Romero, 1993, p.3).

La vulnerabilidad de las comunidades es producto de una serie de factores sociales y económicos, como la explotación, la pobreza, el desempleo, la incultura, el incremento de población y la afectación al medio ambiente (Espinosa, 2008, p.5), que frente a un desastre por fenómenos naturales, las personas quedan indefensas, no tienen un refugio apropiado y se ven obligadas a salir de su entorno habitable y a desplazarse forzosamente a otros lugares (Mogrovejo, 2010, p.23), esto trae como consecuencia desarraigo, inseguridad, incertidumbre y desestabilización familiar.

¹ Jorge Javier Hernández Serrano. Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico de Chetumal; e15390052@chetumal.tecnm.mx

² M. en Arq. Gabriela Rosas Correa. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chetumal; gabriel.rc@chetumal.tecnm.mx (**Autor correspondiente**).

³ M.D. Laura Isabel Guarneros Urbina. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chetumal; laura.gu@chetumal.tecnm.mx

⁴ M.A. Nínive Margely Navarrete Canto. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chetumal; ninive.nc@chetumal.tecnm.mx

La población vulnerable se enfrenta a situaciones imprevistas por sus condiciones sociales y económicas deficientes y cuando se presenta un desastre natural ocurre una situación de emergencia, perturbando los escenarios normales en el funcionamiento de la comunidad. En este caso, ésta tiene que estar preparada para atender el acontecimiento, con servicios de cuidado y vigilancia a la población, toda ciudad o zona urbana debe considerar entre sus objetivos principales de planificación y desarrollo la seguridad de sus habitantes, esto implica el manejo e inversión de una importante cantidad de recursos públicos (Alvear, 2019, p.15), así como llevar a cabo medidas de prevención, mitigación y reducción de riesgos.

El estado de Quintana Roo se encuentra en una zona de riesgo alto por fenómenos naturales, ha sufrido el impacto de huracanes, entre ellos el Janet (1955), Gilberto (1988), Wilma (2005); los cuales la Organización Meteorológica Mundial (OMM) los denominó “los huracanes del siglo” debido a la destrucción que causaron no solo en Quintana Roo y la Península de Yucatán, sino también en otros países del Caribe. Por otro lado, se han incrementado las zonas inundables, ocasionando pérdidas de viviendas principalmente en la población de bajos recursos, cuyas construcciones son de materiales frágiles, como madera, cartón y lámina.

En el año 2020 aumentó la ocurrencia de impacto de un huracán en la costa del estado de Quintana Roo, por las elevadas temperaturas en el océano Atlántico y el Mar Caribe, la zona norte fue la más afectada; sin embargo, en la ciudad de Chetumal, capital del estado, se registraron inundaciones que dañaron viviendas, vialidades y otros elementos urbanos.

La ciudad de Chetumal, Quintana Roo se encuentra ubicada frente a la bahía que es parte del mar Caribe en la trayectoria de los huracanes; el 10% de la superficie está expuesta a un peligro muy alto por inundación y el 30% de la zona urbana presenta un peligro alto por acumulación de precipitación. Al este de la urbe se localizan lagunas y humedales, junto a ellas se encuentran localidades expuestas a peligro alto en periodos de precipitación por inundaciones y desborde de cuerpos de agua (Atlas de riesgo de la ciudad de Chetumal, 2011, p.29).

El sistema de ciudades identifica a Chetumal como un centro estatal de servicios, sin embargo, la falta de refugios anticiclónicos no permite la atención adecuada a la población más vulnerable. Los edificios educativos son utilizados para esta ocupación, no obstante, éstos carecen de instalaciones complementarias que les permitan cumplir la función de refugios anticiclónicos, ya que no tienen espacios para conservar el agua potable, preparar alimentos calientes y almacenar provisiones suficientes para cubrir las necesidades de las personas durante el huracán y en el tiempo de recuperación de la ciudad en caso de desastre (Rosas, 2019, p.46).

En efecto del impacto de un huracán en Chetumal, las viviendas de la periferia y zonas bajas de la ciudad no soportarían los fuertes vientos e inundaciones provocados, dejando a miles de personas sin un hogar, además de que se desconoce la capacidad de respuesta ante una situación de emergencia dentro de la población que tiene un mayor riesgo a sufrir pérdidas humanas o materiales. El desastre pone al descubierto situaciones (de pobreza y segregación social y/o urbana) ya existentes, pero no consideradas hasta el momento de las catástrofes (Salas, 2007, p.38).

El presente artículo tiene el objetivo principal de presentar una propuesta de diseño arquitectónico de una vivienda que funcione como albergue temporal para casos de contingencias por fenómenos naturales, basado en la capacidad de resiliencia de los habitantes de Chetumal, con la finalidad de tener elementos de diseño que permitan construir una vivienda emergente con condiciones óptimas de funcionalidad, seguridad, confort y sustentabilidad, de acuerdo con las capacidades de respuesta de la población, la optimizando de los recursos y el ahorro económico.

Para determinar la capacidad de un asentamiento humano ante la presencia de un fenómeno natural se consideran los estudios de vulnerabilidad, donde uno de sus componentes es la resiliencia urbana. Si bien la resiliencia se relaciona en parte con la vulnerabilidad de un territorio, el establecimiento de sus condiciones depende de otros factores. La resiliencia urbana es la resistencia de un sistema total que absorbe perturbaciones, se adapta a ellas y se organiza para recobrar un equilibrio similar o adquirir uno diferente a la situación previa al desastre (Bertoux, 2015, p.29).

La Ley General de Protección Civil (2013) define resiliencia como la capacidad de un sistema, comunidad o bien, sociedad potencialmente expuesta a un riesgo para confrontar, asimilar, adaptarse y posteriormente recuperarse de sus efectos a corto plazo y de manera eficiente, a través de la preservación y restauración de sus estructuras básicas y funcionales, logrando una mejor protección futura y mejorando las medidas de reducción de riesgos.

La resiliencia urbana supone reconstruir el rumbo a partir de una ruptura sin la pretensión de mantener todo igual o recuperar una supuesta estabilidad perdida, sino que la adaptación positiva a las nuevas condiciones implica necesariamente un proceso de aprendizaje junto a cierto grado de adaptabilidad y, en consecuencia, de transformación (Méndez, 2012: 217). La sociedad que ha sido afectada por un fenómeno natural tiende a adaptarse a las circunstancias severas y mantenerse para sobrevivir, fortalecer la resiliencia de las comunidades es aumentar sus capacidades de adaptación y de recuperación (Metzger, 2013, p.27).

Bertoux (2015), menciona que la resiliencia aparece en dos tiempos, la primera es la adaptación a la vulnerabilidad inmediata (protección de la población, acceso a servicios de salud, alimentos, etc.) y la segunda etapa es la recuperación de las diferentes actividades de la ciudad (capacidad de restablecer las conectividades de las redes y la movilización de los actores públicos y privados). El análisis del presente trabajo se relaciona con la primera etapa.

Se demanda proteger a la población en cuanto a los componentes urbanos, específicamente la vivienda, para lo cual se establecen los escenarios de resiliencia que se requiere como la distribución espacial de los riesgos, los efectos en los diferentes grupos sociales y las consecuencias sobre las infraestructuras, con el propósito de determinar las condiciones transversales de resiliencia: técnicas, organizacionales y sociales (y/o culturales) (Bertoux, 2015, p.29), en este caso, la precariedad de las viviendas podrían constituirse en una amenaza para la salud de sus moradores, pero ello estaría en función del nivel de vulnerabilidad que éstos manifiesten en ese momento (Gauto, 2010, p.240).

Centrar la atención en la vivienda para atender a la población que se encuentra en una situación de emergencia, requiere asegurarse de su calidad, de los procedimientos frente a desastres en cuanto a la habilitación de aldeas o campamentos que aseguren condiciones mínimas, se requiere planificación, reglamentación e implementación, para evitar improvisaciones y errores (Moreno, 2015, p.16). De esta manera el análisis de los componentes urbanos permitirá la ejecución de acciones o normas adecuadas a los requerimientos de la ciudad.

Por otro lado, también es importante tomar en cuenta la respuesta de la población frente a una emergencia, pues en algunos casos, cuando los individuos son obligados a salir de sus casas para trasladarse a refugios temporales, éstos no satisfacen las necesidades de los afectados, provocando problemas sociales, miedo, ansiedad, complicaciones de salud e inseguridad. En situaciones adversas las personas “se rompen”, llegan a tocar fondo en una situación inesperada y desfavorable para cualquier ser humano. Sin embargo, tras la conciencia de ello, hay quienes son capaces de resurgir y encontrar en dicha situación, nuevas vías y oportunidades por las que avanzar (Palma, 2016, p.306).

Por tal motivo, la educación es fundamental, enseñar a la gente a actuar frente a una emergencia, ya sea por daños ocasionados por fenómenos naturales o humanos. Este aprendizaje se puede realizar en las escuelas de nivel básico, medio superior y superior, dotar a la población de información para salvar sus vidas y volverlos resilientes. Por lo tanto, una vivienda emergente debe abordar todos los aspectos sociales, económicos, culturales y psicológicos, considerando la resiliencia de la comunidad para enfrentarse a un desastre natural.

En cuanto al aspecto físico, se concibe la idea de vivienda de emergencia como aquella solución constructiva de rápido montaje, capacidad extensiva y carácter temporal que asegure protección y refugio a las víctimas de conflictos bélicos o desastres naturales (Enríquez, 2017, p.598). Debe cumplir las características de ser fácil en su construcción, con requerimiento mínimo de mano de obra, económico y de óptimo comportamiento estructural (Rodas, 2016, p.31).

Vanga y Paredes (2019) mencionan que la vivienda emergente debe considerar materiales locales o de comercialización comunes del lugar de emplazamiento de las viviendas, para evitar el transporte de material, la disminución de costos y de tiempo. También el sistema constructivo requiere ser conocido por los usuarios para facilitar las tareas de mantenimiento y de las acciones posteriores. Otra característica es el de plantear una vivienda progresiva, debido a que la construcción temporal termina siendo utilizada por largos períodos y aquellos prototipos que son pensados para evolucionar en cada época son los que tienen mayor aceptación.

En una situación de emergencia se requiere afrontar varios problemas y condicionantes que se deben tomar en consideración, Muñoz (2015) sintetiza las cuatro principales características que debe cumplir un prototipo para enfrentar a los desastres naturales: la eventualidad por la rapidez de respuesta y la velocidad de construcción que se pretende; la flexibilidad por la adaptabilidad al sitio, clima y usuario; la funcionalidad y diseño eficiente, resolviendo aspectos funcionales, formales, psicológicos y de confort; y la economía de recursos, autoconstrucción y montaje, en cuanto a los materiales utilizados y mano de obra.

La construcción de la vivienda debe considerar los impactos al ambiente, usar materiales amigables con el entorno y procesos constructivos que optimicen la utilización de los recursos, que sean accesibles o fáciles de conseguir. Tener en cuenta el impacto durante el proceso de ocupación, por el consumo de los recursos y el manejo de los residuos generados; y la reutilización de los materiales, una vez que la emergencia pase y se normalice, los elementos que componen estas viviendas pueden ser destinados a otros sectores que lo necesiten, o bien donarlos a la población con el fin de evitar su desecho.

En México se tienen ejemplos de vivienda comunitaria y de conjunto de casas que se realizaron como consecuencia de desastres naturales y que fueron edificadas mediante la participación solidaria de la comunidad y por autoconstrucción o autogestión constructiva (González, 2015, p.151). Algunos son las viviendas de emergencia para contingencias en Boca del Río, Veracruz; los sistemas Tecnodomo y Tecnocasa, por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM); las viviendas emergentes para los damnificados por el terremoto del 2017 en la ciudad de México y del parque multifamiliar en Tlalpan.

En el año 2020, en México se creó un pabellón de vivienda temporal para trabajadores de la salud, cuyo propósito fue proteger y salvaguardar al personal de este sector durante la contingencia por el COVID-19, bajo la firma de arquitectura Revolution Arquitectos. Cada vivienda es fácil de montar, desmontar y almacenar para su uso posterior en otras emergencias.

Materiales y métodos

La investigación se inició con un trabajo documental sobre estudios de vulnerabilidad y resiliencia urbana ante situaciones de riesgo por fenómenos meteorológicos en los centros urbanos en América Latina, prevención de desastres, arquitectura de emergencias y vivienda emergente, también se revisó información de diferentes propuestas arquitectónicas que se han realizado en países que sufrieron algún tipo de desastre natural, considerando el diseño integral, con sistemas y soluciones constructivas bioclimáticas que respondieron a los embates por huracanes, estrategias de ahorro y eficiencia energética.

Se revisaron los antecedentes históricos de la ciudad de Chetumal, su crecimiento urbano en diferentes periodos, los huracanes que han impactado en el lugar, el daño que éstos ocasionaron a la vivienda y los edificios en los espacios más vulnerables, así como también se exploró el Plan de Desarrollo Urbano del área metropolitana de Chetumal y el plano de riesgo que sirvió de base para identificar las zonas de alto y bajo riesgo de fenómenos hidrometeorológicos.

Con la información obtenida se realizó un diagnóstico de los componentes naturales; el clima, vegetación, topografía, geología, hidrología e inundaciones pluviales y marítimas; y de los componentes urbanos como la estructura urbana, uso de suelo, vivienda, vialidad, transporte y el equipamiento e infraestructura de la ciudad de Chetumal.

Con base en esta información se identificó un terreno con las siguientes características: ubicación en un sitio seguro, alejado de las zonas inundables de la ciudad, estar localizado a una altura aproximada de 12 m sobre el nivel del mar, accesibilidad en cuanto a movilidad, contar con servicios de infraestructura y equipamiento urbano esencial. Por lo anterior, se propuso un área rectangular ubicada en la Av. 4 de marzo entre Av. Erick Paolo Martínez y Calle Tela en la ciudad de Chetumal, con una superficie de 6750 m² (Ver imagen 1).

Para medir la capacidad de respuesta de la población ante una situación de emergencia se realizó trabajo de campo en la colonia Barrio Bravo, por ser uno de los primeros asentamientos de Chetumal y que de acuerdo con la zona que marca el atlas de riesgo, ésta se encuentra expuesta a los fenómenos hidrometeorológicos. Esta colonia cuenta con 100 años de antigüedad y aún se encuentran personas que vivieron la experiencia de los huracanes Janet en 1955 y el Carmen en 1974, así como aquellos que fueron trasladados a refugios durante el Dean en el 2007.

Se aplicó una encuesta de tipo no probabilístico a los habitantes de la colonia Barrio Bravo; tomando una muestra de 40 personas, principalmente adultos que ofrecieran información sobre la forma de actuar de los individuos ante situaciones de emergencia y las necesidades básicas requeridas que fueran de utilidad para la realización del diseño arquitectónico de la vivienda emergente.

La encuesta se dividió en tres secciones, la primera se refiere a los aspectos socioeconómicos de la población, cuyas principales variables fueron el número de integrantes de la familia, lugar de procedencia, ingresos, actividades de trabajo, edad, discapacidad. La segunda sección fue para determinar la vulnerabilidad del sitio y la vivienda, tomando

en cuenta el estado actual, la temporalidad, la seguridad frente a un desastre natural, espacios interiores seguros y los más vulnerables.

La tercera sección se diseñó para conocer la resiliencia de la población, las variables principales fueron conocimiento sobre las acciones que se realizan antes, durante y después de un huracán, la capacidad de respuesta ante la emergencia, prioridad para salvaguardar la vida, identificación de refugios temporales, así como su grado de interés y solidaridad para participar de apoyo con los cuerpos de rescate y reconstrucción de la ciudad después de haber ocurrido el desastre.

Por último, para la realización de la propuesta arquitectónica se analizó la información obtenida de los componentes naturales, el sitio y las encuestas. Se planeó el programa arquitectónico con base en las necesidades de la población y se identificaron los criterios de diseño de una vivienda emergente para la ciudad de Chetumal, considerando la ubicación, orientación, funcionamiento, aspectos formales, tecnológicos y de resiliencia.

Después se llevó a cabo la traducción de la información al lenguaje arquitectónico, donde se expresaron las primeras ideas y conceptualización del proyecto; finalmente se desarrolló el anteproyecto, presentando la planta arquitectónica, fachadas, cortes y perspectivas, así como las especificaciones técnicas para la construcción de la vivienda y espacios adjuntos.

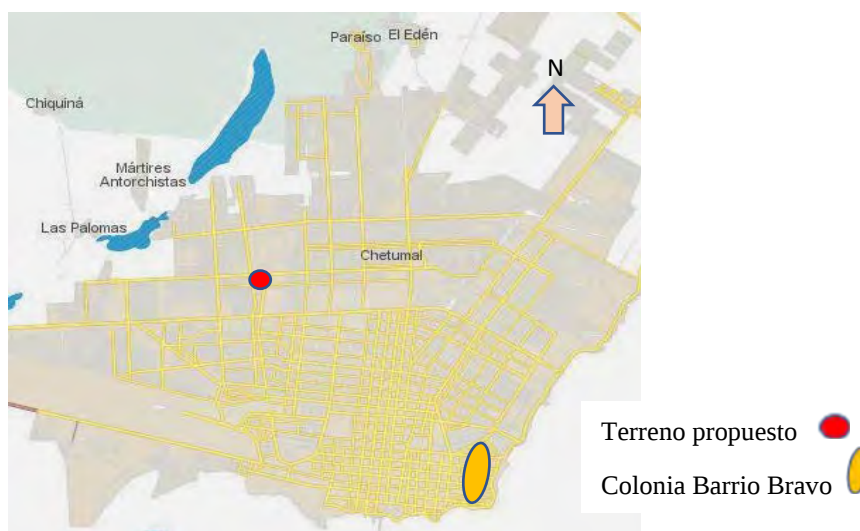


Imagen 1. Ubicación del terreno propuesto para la vivienda emergente en la ciudad de Chetumal.
Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI, 2020.

Resultados

Diagnóstico

La ciudad de Chetumal se ubica en el estado de Quintana Roo, México, en las coordenadas latitud 18°30' N, longitud 88°18' O. La temperatura anual máxima es de 31.5 °C y la mínima es de 22.5 °C. La temperatura media anual es de 27°C, con un periodo cálido de abril hasta octubre. Ningún mes se encuentra dentro de la zona de confort, calculada de los 23.5°C a 28.5°C. La temporada de huracanes corresponde a los meses de junio a noviembre.

En la ciudad de Chetumal, los huracanes que han tenido un mayor impacto fueron el Janet en el año 1955, el Carmen en 1974 y últimamente el Dean en el 2007. Sin embargo, en la actualidad, en la costa del estado de Quintana Roo, los impactos de un huracán han sido recurrentes, provocando desastres en áreas urbanas altamente vulnerables. En Chetumal, las zonas sensibles al agua se ubican en la parte baja de la ciudad cerca de la bahía, en las áreas donde hay cuerpos de agua y en diferentes sitios de la ciudad debido a la falta de un sistema de alcantarillado pluvial.

El terreno propuesto para la realización del proyecto arquitectónico de una vivienda emergente está localizado en la Av. 4 de marzo entre Av. Erick Paolo Martínez y Calle Tela, en la parte noroeste de la ciudad de Chetumal. Sus dimensiones son de 50 m x 135 m, con una superficie total de 6750 m². El terreno se encuentra a 12 m sobre el nivel del mar y su topografía es plana. Está rodeado por vegetación tipo arbusto, helechos y hierbas (Ver imagen 2).



Imagen 2. Terreno propuesto para el proyecto.
 Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI, 2020.

En el contexto, hay dos avenidas primarias conformadas por la Av. Erick Paolo Martínez y la Av. 4 de marzo y una calle secundaria. El uso del suelo es comercial y habitacional. El sistema constructivo predominante de la vivienda es de muro de block y techumbre de concreto armado. El equipamiento urbano existente es comercial, educativo y de salud, tales como la tienda de Boxito, OXXO, la Universidad de Quintana Roo, el Centro médico de Chetumal y el CLIDDA. El sitio cuenta con los servicios básicos de agua potable y electricidad, así mismo, el transporte está constituido por taxis y combis.

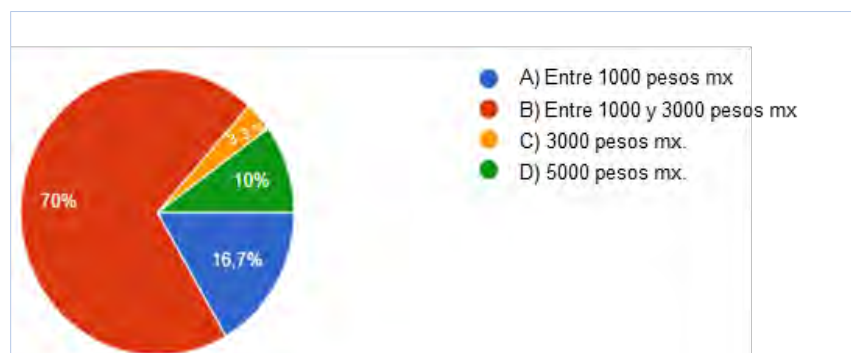
Resiliencia de la población en la colona Barrio Bravo.

Los resultados obtenidos de las encuestas realizadas en la colonia Barrio Bravo permitió conocer la capacidad de resiliencia de la población ante fenómenos naturales y de esta manera tener elementos para proponer criterios de diseño para la vivienda emergente. La estructura de la encuesta se dividió en tres apartados: aspectos socioeconómicos, vulnerabilidad del sitio y la vivienda, y la capacidad de resiliencia.

Referente a los aspectos socioeconómicos, se destaca que el 74% de la población encuestada son originarios de Chetumal; el otro 26% son personas que llegaron de otras ciudades de la república mexicana, como la ciudad de México, Guadalajara, Mérida, Villahermosa, Veracruz y otros de poblados aledaños.

El 47 % de las personas poseen estudios de nivel medio superior, el 33% llegó a concluir solamente el nivel básico y el 20% tiene finalizado una licenciatura. Para solventar sus gastos, el 83% trabaja en la administración, el 13% se dedica al comercio y el 4% a la docencia.

Como se observa en la gráfica 1, el 70% de las personas tienen un salario alrededor de \$1,000.00 a \$3,000.00 pesos mensuales, el 17% de \$1,000.00, el 3% ganan \$3,000 y solo el 10% cuenta con un salario de \$5,000.00 (Ver gráfica 1).



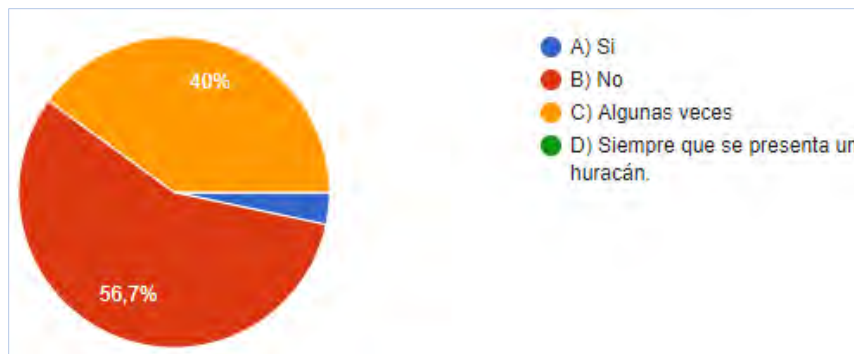
Gráfica 1. Nivel de ingresos.
Fuente: Elaboración propia.

La mayoría de los encuestados cuentan con una familia conformada entre 2 y 4 integrantes, sin embargo, también hay familias con 6 personas o más. Sobresalen hogares con niños menores de 5 años y adultos de la tercera edad. En estos grupos el 14% tiene un integrante con alguna discapacidad motriz.

Sobre la vivienda, el 87% de la población dijo contar con el servicio de agua potable, energía eléctrica y drenaje. El 13% solo tienen energía eléctrica, agua potable y utilizan fosas sépticas. En cuanto al régimen de tenencia de la vivienda, el 80% cuenta con vivienda propia, el 17% es rentada y el 3% es prestada.

Referente a la vulnerabilidad del sitio y la vivienda por fenómenos meteorológicos, el 70% de los encuestados mencionó que durante los periodos de lluvia la zona donde viven se inunda, ocasionando problemas de deterioro en las casas, encharcamientos y hundimientos en las calles. En algunas zonas el agua estancada tarda de 1 a 3 horas en filtrarse al subsuelo, otras hasta 8 y 12 horas.

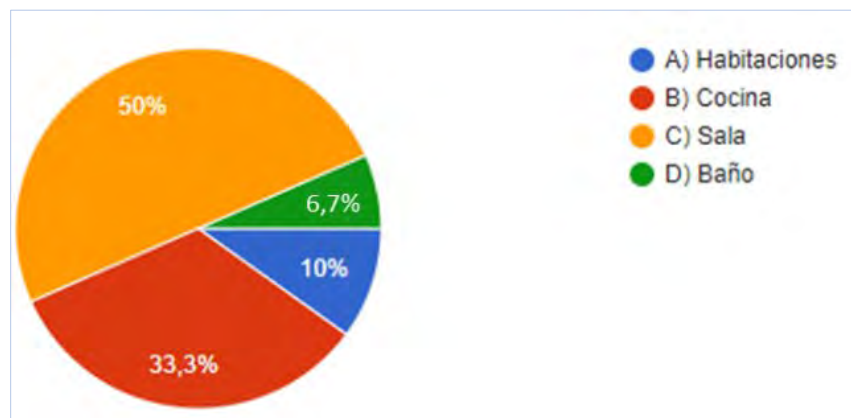
La mayoría de las viviendas tiene una temporalidad mayor a los 20 años, en temporada de lluvias hay problemas estructurales en muros y techumbres, también goteras y presencia de humedad. Por otro lado, por cuestiones de vulnerabilidad de la vivienda, las personas en situaciones de riesgo han tenido que evacuar el lugar en distintas circunstancias, derivado de la advertencia del impacto de un huracán. Las razones principales de evacuación son por la falta de seguridad, inestabilidad estructural de la vivienda y la ubicación por ser zona baja y estar frente a la bahía de Chetumal (Ver gráfica 2).



Gráfica 2. Opinión sobre la necesidad de evacuar la vivienda en caso de huracán.
Fuente: Elaboración propia.

El 17% de los encuestados percibe el lugar donde vive como peligroso y de alto riesgo ante la presencia de un huracán, por los materiales utilizados en la construcción y elementos no fijos, por el uso de láminas en techumbres y vidrio en ventanas. El 10% mencionó estar en peligro por encontrarse cerca de una gasolinera y contar con instalaciones de mala calidad. El 40% considera de alto peligro los postes de alumbrado y la instalación eléctrica, pues podrían caer sobre la vivienda o electrocutar a las personas y el 33% opina que los árboles y ramas son de alta peligrosidad.

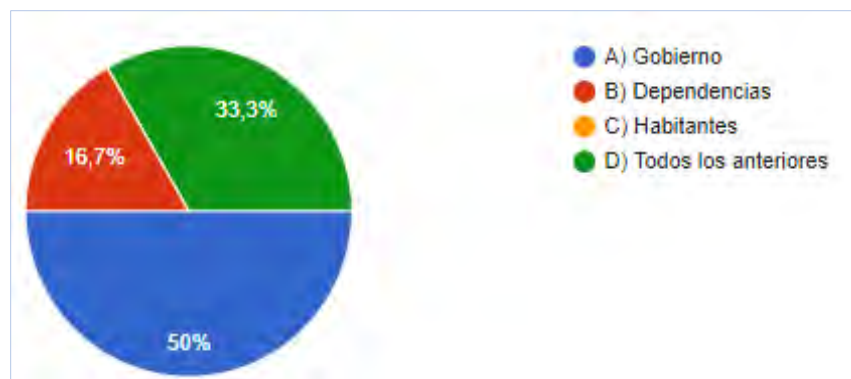
En cuanto al interior de la vivienda, el 50% de las personas considera la sala como el espacio más vulnerable, el 33% la cocina, el 10% las habitaciones y un 7% el baño debido a su ubicación o tipo de construcción. Por lo tanto, las habitaciones son percibidas más seguras (Ver gráfica 3).



Gráfica 3. Percepción sobre el espacio más vulnerable en el interior de la vivienda.
Fuente: Elaboración propia.

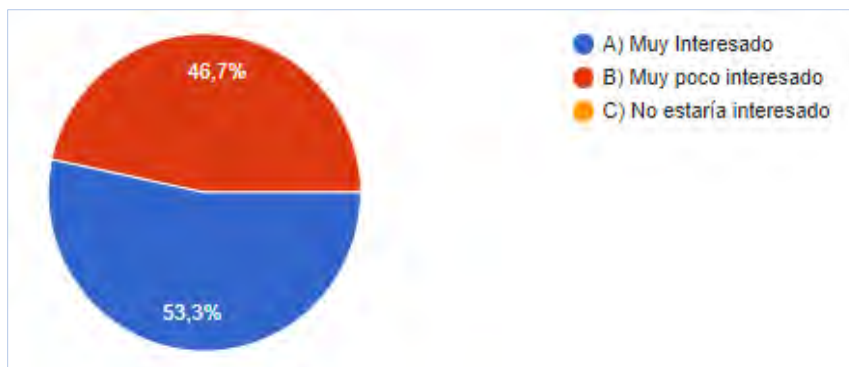
Referente a la capacidad de resiliencia de la población, el 60% de los encuestados si tiene conocimiento sobre la información que proporciona Protección civil ante la llegada de un huracán, el 40% sabe poco del tema. La mayoría cuenta con información a través de los medios de comunicación; las redes sociales, el radio y televisión, así como también la que se facilita a los niños y jóvenes en las escuelas.

En cuanto a la prioridad para salvaguardar la vida en caso de una emergencia urbana, el 97% de las personas están conscientes de ello y el 3% le daría atención al rescate de documentos importantes. Por otro lado, el 50% considera que el gobierno es el encargado de proteger la vida de la gente, el 33% dice que el apoyo debe ser en conjunto y el 17% menciona que la dependencia de Protección civil debería hacerse cargo en esta situación (Ver gráfica 4).



Gráfica 4. Opinión sobre quiénes deben salvaguardar la vida de los habitantes.
Fuente: Elaboración propia.

El 70% de la población encuestada asistiría a un albergue temporal únicamente en caso de que sea necesario, el 23% acudiría sin problema y el 7% no estaría dispuesta a acudir a un albergue. Por otro lado, ante la presencia de un huracán el 43% apoyaría a otras personas si se requiere, el 43% no tiene inconveniente con ayudar y el 14% no permanecería cómoda compartiendo su hogar con otros individuos. Sobre la disposición para participar en la construcción de una vivienda temporal, el 53% de los encuestados quedaría dispuesto a colaborar y el 47% muy poco interesado en participar con la comunidad (Ver gráfica 5).



Gráfica 5. Opinión sobre el interés para participar en la construcción de una vivienda temporal.
Fuente: Elaboración propia.

La mayoría de los encuestados mencionó que les parece una buena opción la construcción de una vivienda temporal en una situación de emergencia, así como sería de ayuda para el futuro y se considera innovador. En general, las respuestas reflejan la prioritaria necesidad de atención a la población más vulnerable, existe el interés por proteger la vida y la de los seres queridos y de ser necesario apoyar a quienes lo necesiten.

Criterios de diseño a considerar en el proyecto

Con la información obtenida en el diagnóstico del sitio, el clima y la encuesta se determinaron los siguientes criterios de diseño para considerar en la vivienda emergente.

Orientación:

- Aprovechar la ventilación e iluminación natural.
- Emplazamiento de las viviendas de manera intercalada para el aprovechamiento de la ventilación natural.
- Fácil acceso.

Funcionamiento:

- Espacio para la vivienda y áreas colectivas.
- Áreas independientes conectadas por andadores.
- Desplazamiento y acceso a los espacios por medio de rampas.
- Facilitar la accesibilidad.
- Empleo de rampas tipo plataformas de 0.5 m NPT. para evitar la humedad e inundaciones.

Aspectos formales:

- Módulos de vivienda para 4 o 6 personas.
- Capacidad extensiva.
- Estructura tipo palafito.

Aspectos tecnológicos:

- Fácil y rápido de construir.
- Usar elementos constructivos de montaje.
- Requerimiento mínimo de mano de obra.
- Materiales fáciles de conseguir, económicos y duraderos.
- Armado de entramado con madera.
- Uso de ventanas abatibles con mosquiteros plegables.
- Uso de paneles solares.
- Sistema de recolección de agua de lluvia.

Aspectos resiliencia:

- Vincular el proyecto con la comunidad.
- Propiciar la participación ciudadana.
- Diseño más humano.
- Propiciar el espacio colectivo.

El proyecto

La vivienda emergente se compone de los siguientes espacios: el parqueo vehicular que consiste en el acceso y/o traslado de las personas y suministros. Una zona pública que contiene un comedor y cocina comunitaria, un espacio para la recreación y otro para la atención médica, así como módulos de baños. Una zona privada con dormitorios que incluyen medio baño y una cocineta cada uno (Ver imagen 3).

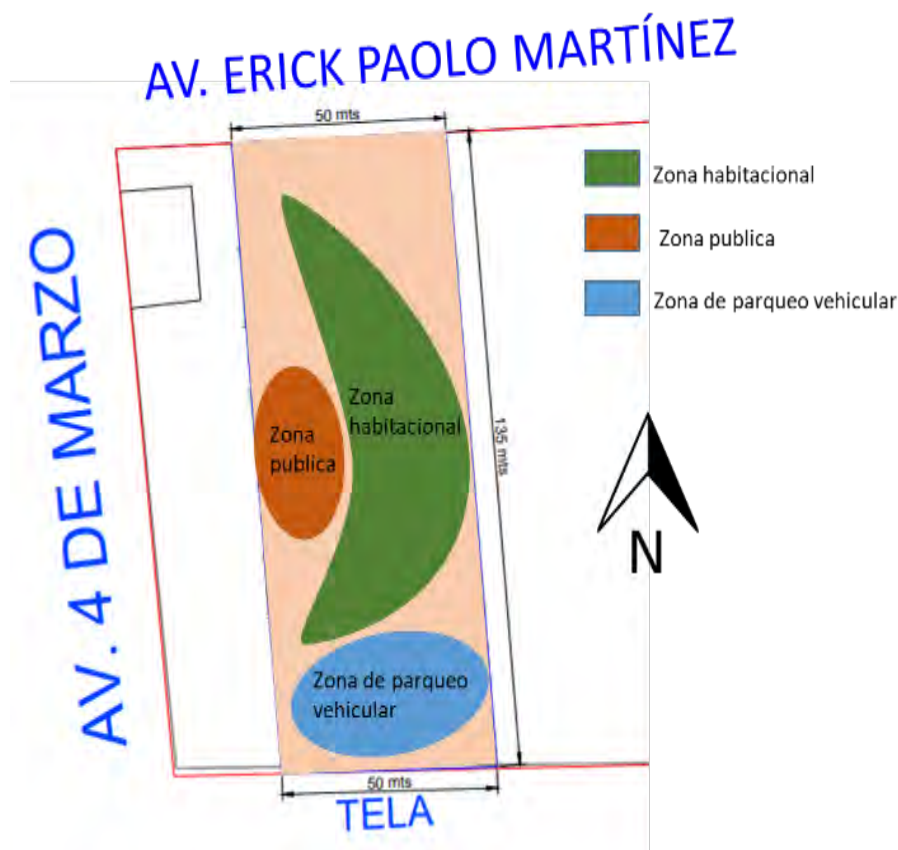


Imagen 3. Zonificación del proyecto.
Fuente: Elaboración propia/ sin escala.

La vivienda emergente parte de un acceso general, el cual tiene una relación directa con la zona de parqueo vehicular y a un almacén. A partir de un vestíbulo principal exterior, se conectan los espacios a través de andadores o plataformas flotantes (tipo palafitos). Se tienen rampas desde el acceso, facilitando de esta manera la movilidad de las personas. Algunos de los espacios como son el área de atención médica y la cocina pueden ser otorgadas por las autoridades, utilizando módulos por medio de remolques que se integran al conjunto.

La cocina y el comedor están conectados por un andador en común, son espacios divididos en dos secciones; el comedor se cubre con una techumbre tipo membrana; este espacio también tiene la función de usos múltiples para el convivio familiar y colectivo, pues las personas experimentan problemas de estrés y ansiedad, por lo cual, también se propone este espacio para la realización de actividades recreativas y de relajación. La función principal de la cocina es la preparación de alimentos. Tiene una techumbre de madera triplay, en su interior está dividida por muros aparentes con respecto al comedor y tiene un murete que sirve de barra por donde se entregan los alimentos (Ver imagen 4 y 5).

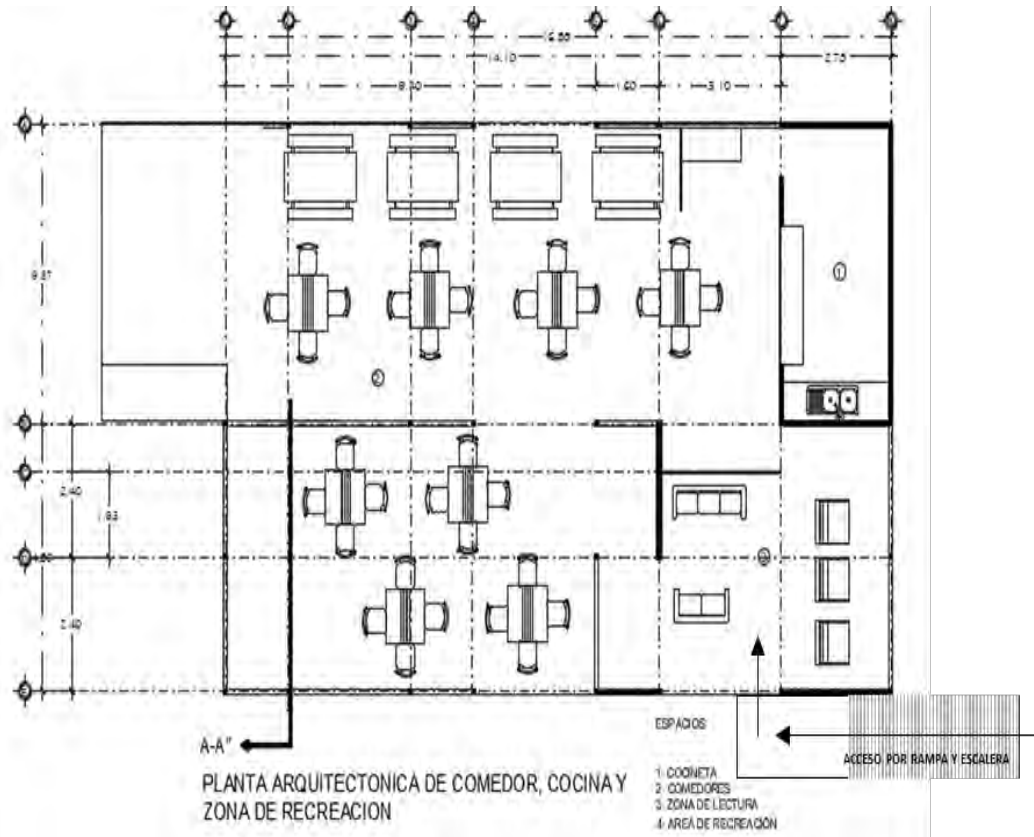


Imagen 4. Planta arquitectónica del comedor, cocina y zona de recreación.
Fuente: Elaboración propia/ sin escala.

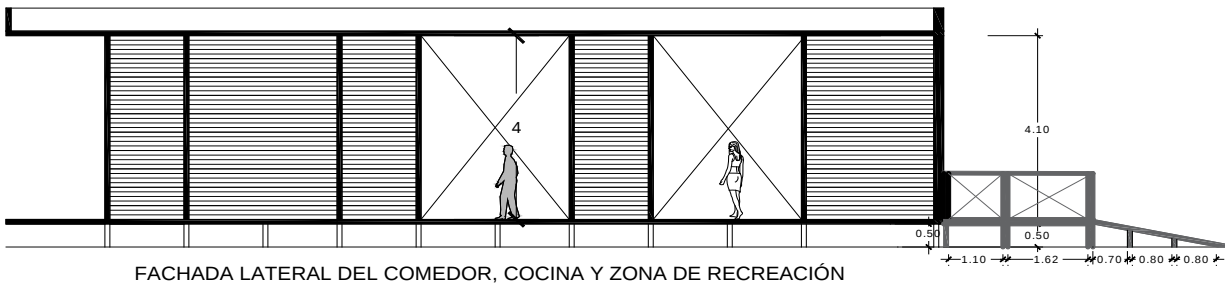


Imagen 5. Fachada del comedor, cocina y zona de recreación.
Fuente: Elaboración propia/ sin escala.

En cuanto a la zona recreativa, hay una parte que es cubierta y otra descubierta, para llevar a cabo actividades entre las familias donde incluso se contempla un espacio para la proyección de películas. Igual que el comedor y la cocina, éste se encuentra elevado a 0.50 m con respecto al nivel del terreno. Se usan barandales por precaución y seguridad. La altura es de 4.00 m, lo que permite una estancia más confortable.

Para la distribución de las viviendas en el terreno se plantea una traza ortogonal, intercalando módulos por secciones de hasta 5 módulos, esto con el fin de aprovechar la ventilación natural y que el recorrido entre los espacios se perciba más agradable (Ver imagen 6).



Imagen 6. Conjunto de módulos de viviendas emergentes.
Fuente: Elaboración propia/ sin escala.

Se consideraron dos tipos de módulos, el prototipo 1 con forma de L y el prototipo 2 con forma de U. El modelo L puede ser transformado en U de acuerdo con las necesidades. En ambos casos se diseñan módulos de una sola planta arquitectónica. Éstos tienen características similares a los palafitos para evita la humedad e inundaciones. El acceso es por medio de rampas y la conexión entre espacios es a través de andadores con elevados a 0.50 m del terreno (Ver imágenes 7 y 8).

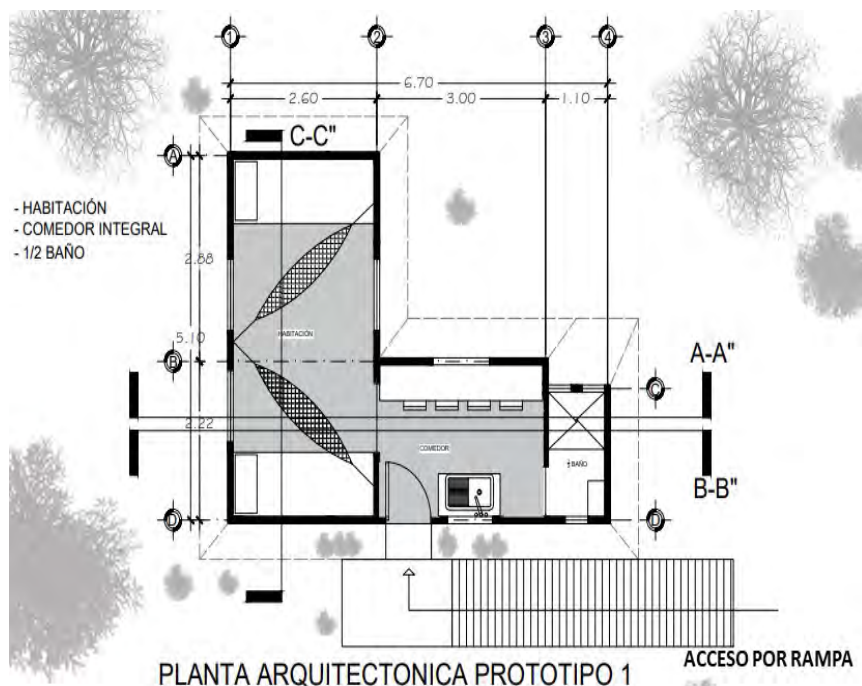


Imagen 7. Módulo de vivienda tipo (prototipo 1).
Fuente: Elaboración propia/ sin escala.

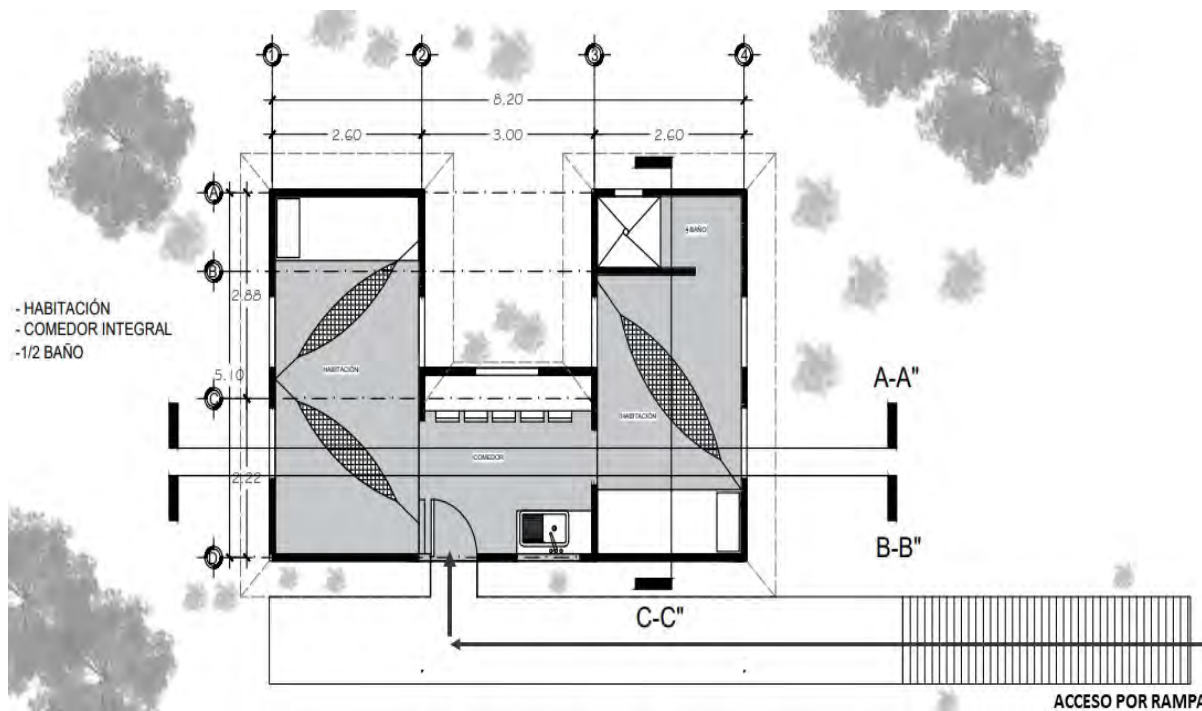


Imagen 8. Módulo de vivienda tipo U (prototipo 2).
Fuente: Elaboración propia/ sin escala.

Las habitaciones se plantean con dimensiones de 2.5 m x 5.00 m y 2.70 m de altura a 0.50 m del nivel del suelo. Cabe mencionar que el uso de la hamaca es primordial en estos casos. La cocineta es de 3.00 m x 2.15 m y 2.70 m de altura a 0.50m del nivel del suelo.

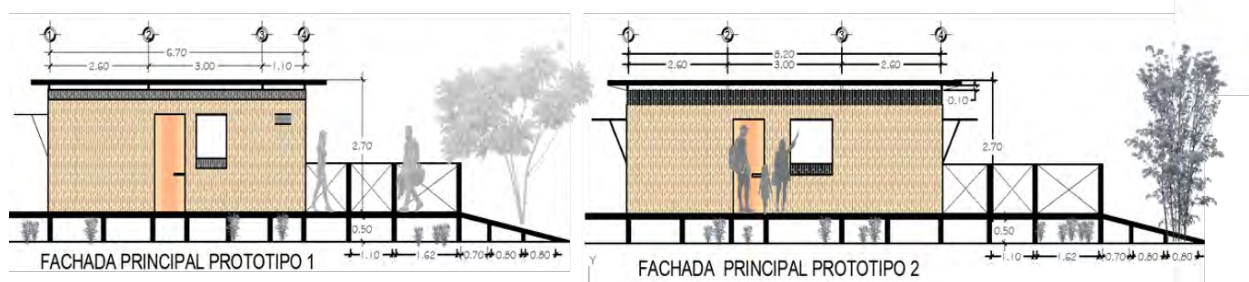


Imagen 9. Fachadas.
Fuente: Elaboración propia/ sin escala.

Se presenta una estructura de madera y refuerzos de acero; las cubiertas al igual que los muros son de madera de triplay o en su lugar podría utilizarse lona. Se deja una abertura entre los cerramientos de la vivienda para la circulación del aire. En estas aberturas se usan mosquiteros removibles para evitar el ingreso de insectos. Por otro lado, en cada espacio se maneja mobiliario retráctil. En las habitaciones se contempla el uso de la hamaca y literas de 1.99m x 0.90m, equipadas con unas colchonetas y almohadas. También se integra un espacio que sirve de aseo personal.

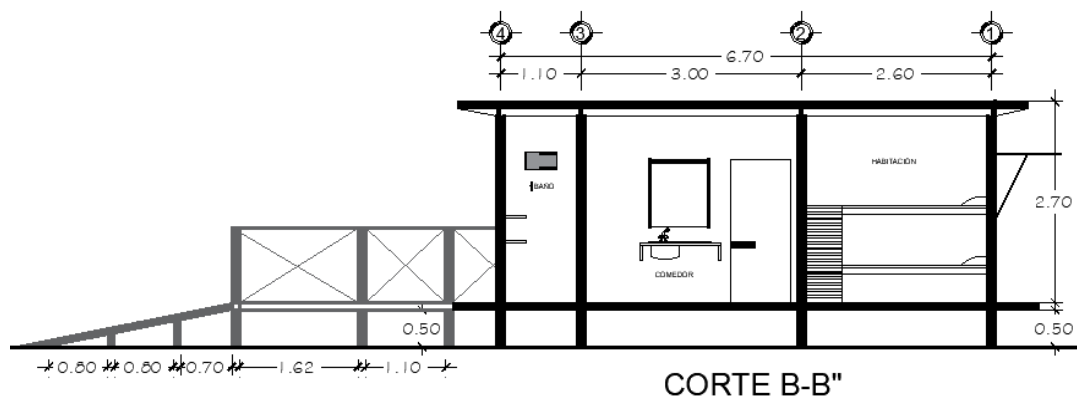


Imagen 10. Corte del prototipo de forma L.
Fuente: Elaboración propia/ sin escala.

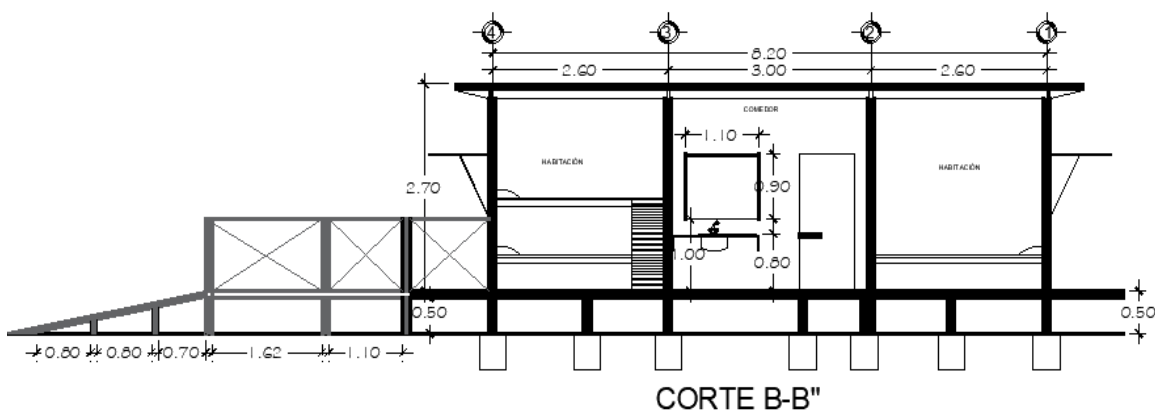


Imagen 11. Corte del prototipo de forma U.
Fuente: Elaboración propia/ sin escala.

Los baños cuentan con depósitos de agua, los cuales son alimentados desde el suministro municipal y el agua se distribuye por gravedad o por un hidroneumático, conectado con tuberías de PVC, siendo éstas más fácil de armar. La instalación sanitaria pasa por debajo de la construcción cuyo destino final es un biodigestor. También se dispone de un sistema para la recolección del agua pluvial. En cuanto a la instalación eléctrica, se utilizan paneles solares y generadores eléctricos móviles.



Imagen 12. Vista del conjunto. Almacén y zona de parqueo
Fuente: Elaboración propia



Imagen 13. Vista de la vivienda.
Fuente: Elaboración propia.



Imagen 14. Vista del área recreativa.
Fuente: Elaboración propia.

Discusión

El diseño de una vivienda emergente que integre aspectos de resiliencia urbana caracterizados para la ciudad de Chetumal, Quintana Roo; logra incidir en la forma de planear el desarrollo de ésta, atendiendo las necesidades básicas de subsistencia y cobijo para personas afectadas por desastres naturales, cuyas exigencias mínimas deben ser consideradas en los patrones de diseño arquitectónico que buscan las óptimas condiciones de funcionalidad, bienestar, seguridad, cuidado al medio ambiente, ahorro energético, reducción de impactos y el uso correcto de los recursos.

El análisis de la resiliencia desde el aspecto social permite conocer las necesidades reales de la población, su vulnerabilidad ante riesgos por fenómenos naturales, su comportamiento tras la ocurrencia de un huracán y su capacidad de organización para apoyar y solidarizarse en un caso de una emergencia urbana. La vulnerabilidad como lo menciona Espinosa (2008) depende de los factores sociales y económicos, por lo que poner una mayor atención a las zonas de asentamientos humanos en condiciones precarias y en situaciones de riesgo permitirá tomar mejores decisiones para la planificación e implementación de estrategias, como dice Alvear (2019) poder manejar el recurso de la mejor manera para la prevención, mitigación y reducción de riesgos.

La población de Chetumal cuenta con información básica respecto a las acciones implementadas cuando existe la presencia de un huracán frente a las costas del estado, sin embargo, no tiene conocimiento para afrontar un desastre. Se manifiesta tener un sentido nato para salvaguardar la vida y por solidaridad apoyar a las personas que lo requieran, pero también se declara que las autoridades involucradas deberán manejar la situación para la atención de la emergencia. Los habitantes están dispuestos a recurrir a los refugios anticiclónicos que dispongan las autoridades y participar si es necesario.

Por lo tanto, en concordancia con Méndez (2012) y Metzger (2013), para lograr la resiliencia en la población se requiere un proceso de aprendizaje a partir del conocimiento o experiencia, adaptándose a las condiciones severas y mantenerse para sobrevivir, por tal motivo es fundamental implementar acciones de educación para fortalecer las capacidades de adaptación y recuperación de una comunidad. Esto permitirá mejorar la atención y conseguir una mayor aceptación y confianza en la población, principalmente para acudir a los refugios y apoyar en lo que se requiera.

Los refugios anticiclónicos que den apoyo a la población en una situación de emergencia deberán aseverar su funcionamiento como explica Moreno (2015), asegurarse de su calidad basados en normas que permitan la permanencia de las personas de una manera más habitable, considerando aspectos de funcionalidad, seguridad, confort y atención psicológica.

La propuesta de la vivienda emergente para la ciudad de Chetumal se concibió con la idea principal de diseñar espacios acordes con las necesidades prioritarias de la población después de ocurrido un desastre natural como es el caso de los huracanes, tomando en cuenta su capacidad para afrontar estos fenómenos, que en la actualidad han aumentado su periodo de ocurrencia e intensidad.

El tipo de vivienda requerido se basa en lo que especifican diferentes autores como Muñoz (2015), Rodas (2016), Enríquez (2017), Vanga y Paredes (2019), que presentan criterios de diseño generales tomando en cuenta aspectos de funcionalidad, forma, sistemas constructivos, seguridad estructural, mano de obra; mostrando la optimización de recursos; la movilidad, flexibilidad y adaptabilidad. Los estudios del sitio, el clima y el usuario son fundamentales para

la creación de espacios arquitectónicos más humanos y acordes con las características de la población y el lugar donde se habita.

Por otro lado, también es necesario conocer la aceptación de la población hacia estas nuevas propuestas de vivienda emergente, pues podría ser un factor para que los usuarios no acudan, por preferencia a las construcciones temporales, la desconfianza o miedo por el empleo de algunos materiales y tecnología implementada. Por tal motivo, se sugiere que el sistema constructivo sea reconocido y ofrecer información que contenga el uso, mano de obra, el procedimiento para su construcción y montaje o autoconstrucción y los beneficios que éste ofrece.

También es necesario disminuir el impacto ambiental, utilizando materiales que sean amigables con el medio ambiente, emplear ecotecnias que permitan optimizar los recursos naturales y el manejo adecuado de los residuos generados durante la construcción de la vivienda, mientras se utiliza y después de haber sido ocupada. Otro aspecto para contemplar es que se requiere la participación de todos los actores involucrados, la población tiene que estar presente e involucrarse en las decisiones tomadas sobre protección civil, que conlleven a una mejor planeación y organización en las actividades de salvamento ante el contexto de una emergencia urbana.

Conclusiones

La recopilación de información adecuada y su análisis es relevante para la elaboración de recomendaciones, normas y disposiciones de seguridad para salvaguardar el bienestar de cada asentamiento humano, derivado de la ubicación geográfica, la incidencia de fenómenos naturales, la temporalidad, la sociedad, la cultura, la política y el medio ambiente natural.

Los resultados de este estudio muestran que las áreas más vulnerables por inundaciones y huracanes están localizadas cerca de los cuerpos de agua, en la zona baja de la ciudad de Chetumal y en los asentamientos irregulares que se ubican en zonas no aptas para el desarrollo urbano. La población que vive en esos sitios no cuenta con información para actuar y responder ante una situación de emergencia.

Es una prioridad atender a la población ante la presencia de un huracán, mediante la evaluación, planeación, organización y construcción de viviendas emergentes que sirvan de albergue temporal para las personas damnificadas, atendiendo sus necesidades con base a su adaptación y preparación para afrontar desastres naturales. Es importante considerar la capacidad de resiliencia con la finalidad de minimizar los riesgos de pérdidas humanas. Aprender de los errores del pasado permitirá evitarlos en el futuro.

Será necesario mejorar las condiciones de seguridad de la vivienda mediante una adecuada ubicación, uso del suelo y a través del empleo de materiales y sistemas de construcción que garanticen la resistencia en caso de la presencia de un huracán. Se requiere una tipología que cumpla con las características y necesidades básicas para que los usuarios puedan protegerse y estar seguros mientras se recuperan del desastre, así como una vivienda rápida de construir, de bajo costo, fácil modulación, con requerimiento mínimo de mano de obra y materiales, adaptada a las particularidades del sitio, clima y aprovechamiento óptimo de los recursos naturales, que contribuya a la sustentabilidad ambiental.

La educación y preparación de la sociedad para hacer frente a una situación de desastre natural es muy importante, pues estos podrán actuar y apoyar a los más necesitados, construir una vivienda emergente, acudir a un refugio, dar prioridad a salvaguardar la vida, si se requiere apoyarse en atención psicológica y salir fortalecido de la experiencia.

Referencias bibliográficas

- Alvear, L., Martín, A. (2019). *Modelo de localización para elaboración de un plan de respuesta ante emergencias*, Proyecto Integrador, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ciencias Naturales y matemáticas, Ecuador. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/134364/D-CD110119.pdf>
- Bertoux L., González, D. (2015). *Vulnerabilidad y resiliencia urbana frente al cambio climático: El caso de la zona metropolitana de Guadalajara*, México, Revista Urbano, No. 31, pág. 24-31. Disponible en: <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RU/article/view/1063/1016>
- Enríquez, J. (2017). *En busca del mejor refugio. Arquitectura de emergencia*. Actas congreso Iberoamericano redfundamentos, México. Disponible en: <http://ojs.redfundamentos.com/index.php/actas/article/viewFile/267/243>
- Espinosa, O. (2008). *Los desastres naturales y la sociedad*, Revista Médica electrónica, Volumen 30, No. 4, Disponible en: <http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/529/pdf>
- Gauto, G. (2010). *Resiliencia para reducir la vulnerabilidad a los riesgos de la vivienda pobre urbana, resistencia, Argentina 2007*, Cuadernos Geográficos, Vol. 46, editorial Universidad de Granada, pp. 233-255. Disponible en: <https://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/638/725>

- González, C. (2015). *El caso de la vivienda para las emergencias*, Academia XXII: Revista semestral de investigación, Vol. 6, No. Extra 11 (Número especial), 2015, págs. 147-169. DOI: 10.22201/fa.2007252xp.2015.11.52002 Recuperado en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6307936>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), <https://www.inegi.org.mx/>
- Ley de Protección civil del estado de Quintana Roo (2013). Disponible en <http://documentos.congresoqroo.gob.mx/leyes/social/ley046/L1320130430268.pdf>
- Méndez, R. (2012). *Ciudades y metáforas: sobre el concepto de resiliencia urbana*, Ciudad y Territorio, Instituto de Economía, Geografía y Demografía, Centro de ciencias humanas y sociales, pp. 215-231. Disponible en: <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/viewFile/76122/46516>
- Mestger, P. Robert J. (2013). *Elementos de reflexión sobre la resiliencia urbana: usos criticables y aportes potenciales*, Territorios, No. 28, pp. 21-40, Universidad del rosario, Bogotá, Colombia. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/357/35728173002.pdf>
- Mogrovejo, A. (2010). *Arquitectura para emergencias, alternativas de viviendas o refugios provisionales para desastres naturales, utilizando materiales sólidos reciclables de cuenca*, Repositorio institucional Universidad de Cuenca, Tesis de pregrado. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/564>
- Moreno, O. (2015). *Paisajes en emergencia: transformación, adaptación, resiliencia*, Revista INVI, No. 83, Volumen No. 30, pp. 9-17. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/invi/v30n83/art01.pdf>
- Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo (2011). *Atlas de riesgo de la ciudad de Chetumal*, Centro de información geográfica, división de ciencia e ingeniería, Universidad de Quintana Roo. Disponible en: http://rmgir.proyectomesoamerica.org/PDFMunicipales/2011/vr_23004_AR_OTHON_P_BLANCO.pdf
- Muñoz, L. (2015). *Arquitectura de Emergencia, prototipos contemporáneos efímeros*, Trabajo de fin de Grado, Grado en fundamentos de la arquitectura, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad de Valladolid. Disponible en <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/14062>
- Palma, M., Ruiz Mosquera (2016). *Estrategias resilientes ante la situación adversa de los desahucios*, Cuadernos de Trabajo Social, Vol. 29, No. 2, pp. 299-308. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5662399>
- Rodas, P., E. (2016). *Arquitectura emergente, diseño de viviendas o refugios provisionales para desastres naturales, utilizando materiales sólidos reciclados*. Repositorio Dspace de la Universidad católica de cuenca. República del Ecuador. Disponible en: <http://dspace.ucacue.edu.ec/handle/reducacue/7417>
- Romero, G., Maskrey A. (1993). *Cómo entender los desastres naturales*, Documento de estudio No. 1. PREDES, Disponible en: <http://www.desastres.hn/docum/crid/Febrero2006/CD-2/pdf/spa/doc4082/doc4082-contenido.pdf>
- Rosas, R., et al (2019). *Acciones urbanas para la mitigación de riesgos por fenómenos meteorológicos en Chetumal*, Revista AvaCient, Núm.2, Vol.VII, Julio-Diciembre 2019, edición Especial, pp. 39-49
- Salas, J. (2007). *Vulnerabilidad, pobreza y desastres "socioculturales" en Centroamérica y El Caribe*, Informes de la Construcción, Vol. 59, N°. 508, 2007, págs. 29-41. DOI: 10.3989/ic.2007.v59.i508.580. Recuperado en: <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/580/662>
- Vanga, M, Paredes, A., et. al (2019). *Viviendas emergentes para la comunidad de Río Muchacho (Ecuador)*, Revista Espacios, vol. 40, No. 7. Disponible en: <http://www.revistaespacios.com/a19v40n07/a19v40n07p01.pdf>

CORRUPCIÓN Y CUMPLIMIENTO FISCAL EN MÉXICO: UN ANÁLISIS DE SUS RELACIONES

Patricia Gutiérrez Moreno¹

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Recibido: 06/04/2021

Aceptado: 01/06/2021

Publicado: 28/06/2021

Resumen.- La corrupción genera insatisfacción y quebranta las expectativas positivas que los individuos deben tener en sus instituciones. La confianza, por tanto, debe darse dado el pacto fiscal existente entre Estado-Ciudadano y prevalecer la correspondencia de acciones de unos con los otros, pues de lo contrario traerá consigo consecuencias negativas o positivas en ese mismo sentido. Es este desequilibrio entre lo que se espera y lo que se obtiene, lo que genera una falta de cooperación individual en muchos aspectos; el político, el social y, en el fiscal con la predisposición al no pago de impuestos, justificado por el mal uso de los recursos públicos.

Con el uso de fuentes demoscópicas se analiza la opinión pública sobre la corrupción y el cumplimiento de las obligaciones encontrando relaciones estadísticas positivas en torno a que la disminución de la corrupción eleva el cumplimiento tributario.

Palabras clave: Corrupción, evasión, confianza, ética.

CORRUPTION AND TAX COMPLIANCE IN MEXICO: AN ANALYSIS OF THEIR RELATIONSHIP

Abstract.- Corruption generates dissatisfaction and undermines the positive expectations that individuals should have in their institutions. Trust, therefore, must be given given the existing fiscal pact between State-Citizen and prevail the correspondence of actions of one with the other, otherwise it will bring positive or negative consequences in the same sense. It is this imbalance between what is expected and what is obtained, which generates a lack of individual cooperation in many aspects; political, social and fiscal, with the predisposition to not paying taxes, justified by the misuse of public resources.

With the use of demoscopic sources, public opinion on corruption and compliance with obligations is analyzed, finding positive statistical relationships in the sense that the reduction of corruption increases tax compliance.

Keywords: Corruption, evasion, trust, etc.

Introducción

En esta investigación se analiza la corrupción como un desincentivo tributario, en el que los contribuyentes ponderan su participación en la fiscalidad de acuerdo con su percepción de corrupción, justificándose en que los recursos recaudados son usados para el beneficio de unos cuantos y no existe un buen ejercicio del gasto público.

En México existe la obligación constitucional de pagar impuestos de manera proporcional y equitativa; sin embargo, la corrupción pone en duda la veracidad de todo el sistema político y afecta la confianza de los contribuyentes, provocando que se busquen los medios equivocados para no aportar lo que corresponde, cayendo en el delito de evasión fiscal. Por ello, una de las principales limitantes que tiene el sistema de tributación en México es la evasión de impuestos, causada en mayor medida por ese desincentivo hacia la tributación; pues existe una opinión generalizada respecto al mal uso de los recursos y a los niveles tan altos de corrupción percibidos. Este desincentivo ha sido estudiado por investigadores como Castañeda (2014) y Arellano (2017), pues se ligán valores y percepciones del individuo con la actuación de las instituciones, mediante relaciones de confianza.

Por otro lado, México tiene un alto nivel de corrupción pues según el Índice de Percepción de la Corrupción para 2020, lo ubica en el lugar número 124 de 180 países, mejorando algunos puntos en comparación con 2019 donde ocupó la posición 130. Sin embargo, dentro de los países miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) ocupa el último lugar de 37 países miembros (Transparencia Mexicana, 2021). En la actualidad

¹ Patricia Gutiérrez Moreno, patygtz@cucea.udg.mx. Doctora en estudios fiscales con orientación en Hacienda Pública por la Universidad de Guadalajara. Profesora Investigadora en el Departamento de Impuestos del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad de Guadalajara. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7868-8800> (**Autor correspondiente**).

se han realizado esfuerzos entorno a crear un sistema anticorrupción que permita identificar y castigar a quienes se les detecte en actos de este tipo; no obstante, los resultados hasta ahora no han sido significativos y requerirán un análisis más profundo, que no es objeto de este trabajo. Dado lo anterior, surge la interrogante de ¿en qué sentido impacta una percepción de alta de corrupción en el cumplimiento tributario?

Utilizando las fuentes demoscópicas disponibles para México, se analizarán las variables que tienen que ver con confianza, corrupción y evasión, estableciendo relaciones estadísticas entre estas, para comprobar la hipótesis de que una baja percepción de corrupción es un determinante positivo para el cumplimiento tributario.

Materiales y métodos

Esta investigación de corte cualitativo correlacional se enfoca en encontrar la relación que existe entre la percepción de corrupción y el cumplimiento fiscal. Dado lo anterior, se utilizan los resultados de las encuestas disponibles, haciendo primeramente una búsqueda de las fuentes demoscópicas existentes y como segundo paso identificando las preguntas relacionadas, buscando abarcar un periodo de tiempo significativo con el fin de tener las variaciones de respuestas. En la siguiente tabla se hace referencia a las variables identificadas y las encuestas que serán el insumo principal.

Tabla 1. Fuentes demoscópicas utilizadas.

Variable	Fuente o base estadística	Universo	Año(s)
Justificación para evadir	World Values Survey (WVS)	1,739 ciudadanos	2017-2020
Confianza en el gobierno			
Involucrados con actos de corrupción en: autoridades locales, ejecutivos de negocios, autoridades estatales			
Percepción de corrupción	Índice de Percepción de la Corrupción (IPC)	180 países	2012-2018
Módulo de percepción de la corrupción	Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE)	101,988 viviendas	2019
Experiencias de Corrupción	Encuesta Nacional de Calidad e Impacto Gubernamental (ENCIG)	46 mil viviendas en localidades de 100 mil habitantes y más.	2019
El índice registra la corrupción en servicios públicos ofrecidos por los tres niveles de gobierno y por empresas particulares.	Encuesta Nacional de Corrupción y Buen Gobierno (INCBG)	15,326 hogares, en relación a 35 servicios públicos	2001-2010
Confianza	Latinobarómetro	1,200 individuos	2018
Corrupción y fraude social			
Satisfacción con servicios públicos	Encuesta telefónica "Servicios Públicos en México"	900 entrevistas	2016

Fuente: elaboración propia con datos de páginas oficiales.

Marco conceptual

Para comenzar a abordar la problemática de esta investigación en primer lugar se definirán los conceptos que están involucrados, como lo son la confianza, la corrupción y la evasión de tipo impositivo.

Confianza

La confianza es fundamental en cualquier ámbito de interacción social, siendo ésta la que rige la relación Estado-Ciudadano, pues la correspondencia de acciones de unos con los otros traerá consigo consecuencias positivas o negativas en ese mismo sentido. La corrupción genera insatisfacción y quebranta las expectativas positivas que los

individuos tienen en su gobierno. Es este desequilibrio entre lo que se espera y lo que se obtiene, lo que genera una falta de cooperación individual en muchos aspectos; el político, el social y, en el fiscal con la predisposición al no pago de impuestos por el mal uso de los recursos públicos.

Para la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, la Corporación Andina de Fomento y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (OCDE, CAF, CEPAL, 2018) la confianza es el soporte de la gobernanza pública, y sobre ella descansa la ejecución expedita de las políticas públicas en favor de su población, y así lo establecen:

Sin confianza, los ciudadanos se desvinculan de sus deberes cívicos y encuentran menos incentivos para involucrarse en asuntos políticos o para pagar impuestos. Con el tiempo, esto daña la legitimidad de los gobiernos y su capacidad para financiar y prestar servicios públicos de buena calidad, en un círculo vicioso que deteriora la satisfacción ciudadana y erosiona aún más el contrato social (p.15).

Si no hay confianza, tampoco se consolida el pacto fiscal y efectivamente se llega a un círculo vicioso que no permite el desarrollo en estos países. Clausen, Aart y Zsolt (2009) así lo sustentan, con base en la Encuesta Mundial Gallup (GWP). Por otra parte, la corrupción inhibe el desarrollo (Pardinas, 2015; Bigio y Ramírez-Rondán, 2006) y refleja aspectos importantes sobre la gobernanza de cada país y comprueban que existe una correlación positiva entre la confianza en las instituciones y la percepción de corrupción.

Corrupción

Soto (2003) señala que la corrupción es un concepto complejo de definir, pues cada individuo tiene una perspectiva diferente respecto a su experiencia, ética, valores y política. Una de las definiciones más concretas sobre corrupción es la que adopta la organización de Transparencia Internacional (2009) donde se afirma que es:

...el abuso del poder público para beneficio propio. Puede clasificarse en corrupción a gran escala, menor y política, según la cantidad de fondos perdidos y el sector en el que se produzca. Ver también “corrupción a gran escala”, “actos de corrupción menores” y “corrupción política” (pág. 14).

Casar (2015, pág. 17) cataloga a la corrupción como el “enemigo número uno de México”, siendo este ya un problema de seguridad nacional que, aunque México no es el único país donde se desarrolla, si es el único donde predomina la impunidad, la falta de aplicación de las leyes, eludiendo el seguimiento y sobre todo el castigo al sujeto que infrinja en este delito. También hace referencia a que todo es provocado por la falta de una política nacional, en donde no solo se pueda castigar sino prevenir.

Como con todo problema de carácter público, para encontrarle solución hay que comenzar primero por reconocerlo, segundo ponerlo en la agenda de discusión, tercero entenderlo en toda su complejidad, cuarto proponer alternativas de solución y quinto formar una alianza ganadora para resolverlo (Casar, 2015, pág. 17).

Machado (2006), por su parte, define la corrupción considerando cuatro rubros fundamentales: política, social, jurídica y económica; los cuales intervienen dentro de este concepto que coincidiendo que es un acto que procede en contra de la democracia, la ética y la justicia, representando un abuso, haciendo una mala costumbre “produciéndose una asignación ineficiente de los recursos del Estado” (pág. 7) pues es considerada como una fuente de enriquecimiento ilícito de personas que participan en ella.

En México la corrupción es parte de la vida cotidiana de cualquier ciudadano, pues según Casar (2016, pág. 12) “Los niveles de percepción de la corrupción en México son alarmantes y los intentos para reducirlos han sido un fracaso”. El problema de la corrupción no es simplemente en qué lugar se ubica el país, si no lo que se ha logrado en un rango de tiempo. Por ejemplo, si comparamos a México con países de la OCDE, México se encuentra catalogado como el más corrupto pues está ubicado en el último lugar con 37 puntos respecto al IPC, para 2020.

Pardinas (2015) asegura que los gobiernos que tienen más denuncias de corrupción son aquellos con grandes obras y construcción de carreteras, ya que no se pueden vigilar y son aprovechadas para el mayor desvío de fondos y recursos. Los retos para México en la actualidad se centran en consolidar sus sistemas anticorrupción y se posicionen como instituciones honorables al servicio del pueblo. Además, afirma que la corrupción es uno de los principales obstáculos para el crecimiento económico. Todo esto reafirmado por los estudios realizados por el Banco de México y el Foro

Económico Mundial donde por separado llegaron a la conclusión de que el problema de la corrupción es el mayor obstáculo para el despegue económico mundial de México. También por el hecho de que la corrupción desincentiva a los grandes capitalistas a invertir en la economía de un país con esas prácticas.

Casar (2015) asegura que, si se desea combatir el problema, debemos cambiar la ideología de los mexicanos, de que son mayores los costos que los beneficios que trae consigo la corrupción, pues degrada la credibilidad, la democracia y perjudica la calidad en todos los servicios que el estado ofrece. Para lograr lo anterior es necesaria la realización de políticas públicas bien motivadas y establecidas “a través de encadenar un conjunto de acciones que permitan prevenir, monitorear, investigar y sancionar los actos de corrupción” (pág. 18).

Evasión

Todo gobierno necesita de una hacienda pública soportada por ingresos tributarios que le permitan ejecutar proyectos y políticas en beneficio de la población. Para sostenerla es necesaria la aplicación de leyes y velar por el cumplimiento del fin para el que fueron creadas, sin olvidar que deben ser por y para el ciudadano (Rodríguez 2001).

En el artículo 31 fracción IV de nuestra Carta Magna se hace mención a que todos los mexicanos estamos obligados a contribuir al gasto público de manera proporcional y equitativa, pues el estado depende de los ingresos que recaude por medio de los impuestos para el sustento público, con base en principios tributarios como la capacidad contributiva de los individuos garantizando sean justas para cualquier contribuyente (Ochoa, 2013).

Zubiría (2007), citado por Hinojosa (2008), sostuvo lo siguiente:

Nos enfrentamos a una arraigada cultura de incumplimiento fiscal que, en el fondo, es parte de un problema más amplio: una cultura cívica endeble, lastimada por décadas de opacidad en los asuntos públicos, por episodios lamentables de corrupción o de dispendio en el uso de los recursos públicos; una cultura de incumplimiento alentada por la repetida experiencia de la impunidad o por la constatación de ofensivas inequidades en la aplicación de la ley (pág. 11).

Si bien es cierto que la cultura de incumplimiento se debe en parte a la falta de cultura contributiva, el mal uso de los recursos públicos, etc., también lo es la falta de aplicación de la norma, pues en el artículo 71 del Código Fiscal de la Federación se hace mención que “son responsables en la comisión de infracciones... las personas que omitan el cumplimiento de obligaciones previstas por las disposiciones fiscales”, por ello sus faltas están tipificadas como delito fiscal y la falta de aplicación de estas disposiciones por parte de la autoridad, permite que exista la elusión fiscal. Prieto (1994) confirma que la renuencia de los contribuyentes al pago de sus impuestos depende, en gran parte, de la eficacia que tenga la administración tributaria para identificarlos y castigarlos; así como a elementos que tienen que ver con la justicia fiscal, la confianza y la ética.

Rodríguez (2001) explica que la evasión es la violación de la ley que obliga el pago de impuestos, que muchas veces este se omite sin conocimiento, a estos sujetos se les llama accidentales, mientras que a los que con toda intención infringen en la evasión, se les llama habituales. A los sujetos que incurran en la evasión fiscal ya sea habituales o accidentales se someten a un tratamiento diferente, haciendo efectiva la ley en la persona o en algún activo de esta.

Para Prieto (1994), la evasión fiscal es el incumplimiento de las obligaciones, siendo este ya un fenómeno al cual se debe prestar atención por todas las consecuencias perjudiciales que trae a la economía de un país; por ejemplo y la más importante para la investigación es la pérdida de ingresos para la administración tributaria.

Según el artículo 95 del Código Fiscal de la Federación (CFF): “Son responsables de los delitos fiscales quienes:

- I. Concierten la realización del delito.
- II. Realicen la conducta o el hecho descritos en la ley.
- III. Cometan conjuntamente el delito.
- IV. Se sirvan de otra persona para ejecutarlo.
- V. Induzcan dolosamente a otro a cometerlo.
- VI. Ayuden dolosamente a otro para su comisión.
- VII. Auxilien a otro después de su ejecución, cumpliendo una promesa anterior.

- VIII. Tengan la calidad de garante derivada de una disposición jurídica, en los delitos de omisión con resultado de material por tener la obligación de evitar el resultado típico.
- IX. derivado de un contrato que implique actos, operaciones o prácticas, de cuya ejecución directamente derive la comisión de un delito fiscal”.

En pocas palabras, las personas que aplican la evasión no son los únicos culpables, si no todos aquellos que hubieren tenido injerencia en el delito. Equiparar como defraudadores a quienes ayuden a la comisión del delito ha llevado a que los Colegios de Profesionales y a otras agrupaciones, revisen sus códigos de conducta y ética profesional, con el fin de evitar ser partícipes en la realización de actos que pongan en riesgo su profesión y credibilidad.

La mayor parte de los contribuyentes que aprueban la práctica de comportamientos y prácticas ilícitas, son los que justifican la evasión y como comportamiento natural de la sociedad pues las personas tienden a imitar y replicar las actitudes que otros practican, sabiendo que, aunque no es legal, trae beneficios (Castañeda 2014).

A diferencia de países que se encuentran en el mismo problema de corrupción, como China, Brasil y España; en México aún no se logra que los delitos de corrupción sean tratados en los tribunales y las personas que operen de esta manera y más si son funcionarios públicos, sean castigados conforme a la ley. Sin embargo, ya comienzan a visibilizarse las acciones de la fiscalía anticorrupción de los estados para investigar y sancionar a quienes cometan actos de corrupción.

Muestra de ello en el artículo 97 del CFF se señala que cualquier funcionario o empleado público que sea partícipe o cometa algún delito fiscal, se le aplicará una pena por el delito que resulte y se aumentaran de tres a seis años de prisión. Pues son los funcionarios públicos quienes deben ayudar a terminar con esta práctica ilegal; pues en correlación con esta disposición también se encuentra el artículo 72 del CFF para establecer que si un funcionario o empleado público se da cuenta de algún delito fiscal este deberá informar a la autoridad competente para que no sea relacionado o se le inculpe.

Por lo tanto, es necesario para mejorar en la parte fiscal, aplicar estrategias en donde se incentive a los contribuyentes a pagar de manera voluntaria lo que es correspondiente al fisco, buscando mejoras y políticas en las cuales se establezcan los principios de eficiencia, obligando a que los funcionarios constantemente rindan cuentas de su gestión pública y con ello abonarle a una democracia efectiva. “Un gobierno que no tiene en cuenta esto, y en su lugar continúa haciendo cada vez más pesada su carga fiscal de ciertos contribuyentes, termina por darles razones para que incumplan sus obligaciones y genera problemas de inequidad” (Castañeda, 2014, pág. 126).

Análisis de resultados

A continuación se presenta el análisis de los datos disponibles de las encuestas, para posteriormente llegar a las conclusiones.

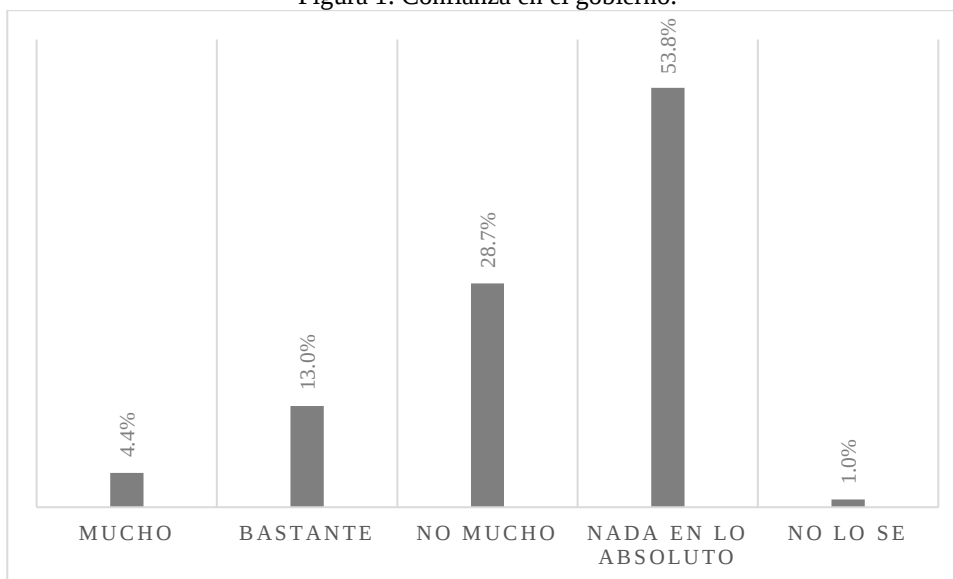
De acuerdo con la WVS, se analizan las opiniones de los encuestados de las siguientes preguntas:

- ¿Cuánta confianza tienen los ciudadanos en su gobierno?
- ¿Qué tan satisfecho está usted con el funcionamiento del sistema político en México hoy en día?
- ¿Cuál es su opinión sobre la corrupción en [su país] en una escala de 10 puntos, donde “1” significa “no hay nada de corrupción en México” y “10” significa que “hay mucha corrupción en México”? Puede también elegir algún punto intermedio en la escala.
- ¿Cuántos cree que están involucrados en la corrupción?
 - Autoridades del gobierno.
 - Autoridades locales.
 - Ejecutivos de negocios.
- ¿Con qué frecuencia piensa que la gente común como usted o las personas de su vecindario tienen que pagar un soborno, dar un regalo o hacer un favor a estas personas con el fin de obtener los servicios que necesita?
- Cree usted que siempre puede justificarse, que nunca puede justificarse, o si su opinión está en algún punto intermedio de esta escala: Evadir impuestos si hay la oportunidad.

De los resultados, en la figura 1, se muestra cómo más del 50 por ciento de la población entrevistada no confía en lo absoluto en su gobierno. Este hecho es preocupante pues todo sistema democrático debe estar avalado y legitimado con base en la confianza que le demuestran sus ciudadanos, pues como ya lo confirmó la OCDE, CAF y CEPAL (2018,

p.15), la confianza es el soporte de la gobernanza pública, y sobre ella descansa la ejecución expedita de las políticas públicas en favor de su población.

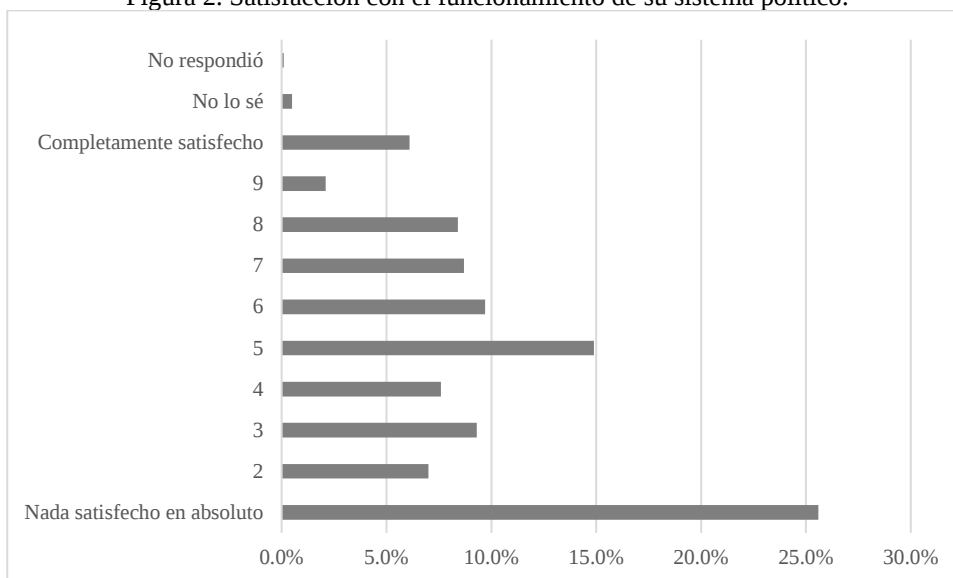
Figura 1. Confianza en el gobierno.



Fuente: Base de datos en línea de la WVS.

En cuanto a la satisfacción con el sistema de gobierno, en la figura 2, se muestra cómo también la mayoría de los entrevistados dijeron que no se encuentran satisfechos para nada con su actual sistema político, lo cual concuerda con Coleman (1988), en el sentido de expresar que la satisfacción con quienes los gobiernan legitima el actuar de sus instituciones sociales y económicas. Por tanto, la opinión pública es fundamental para contar con sistemas políticos más sólidos y confiables.

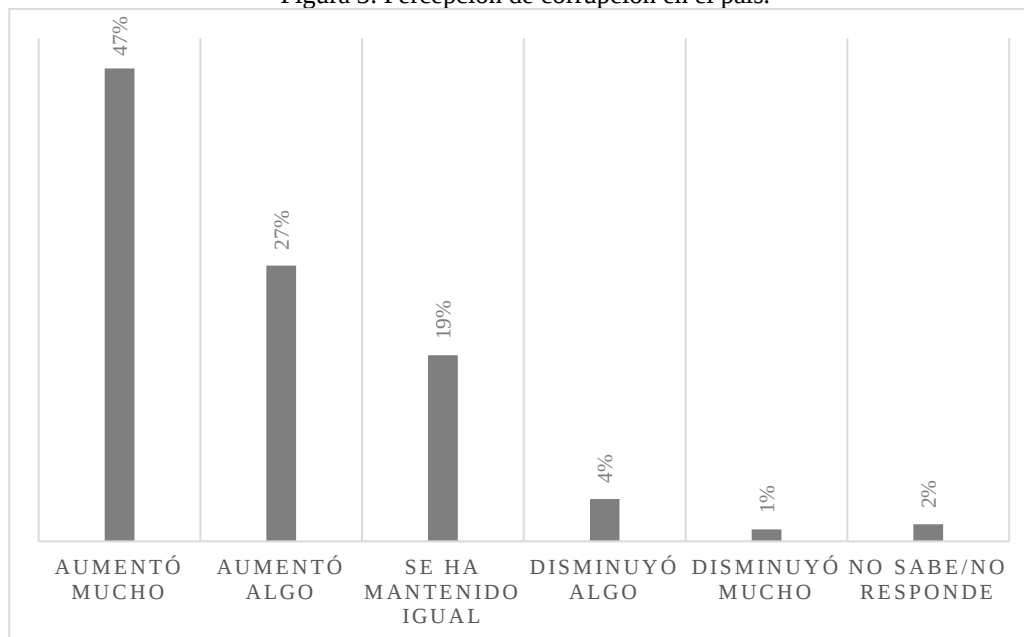
Figura 2. Satisfacción con el funcionamiento de su sistema político.



Fuente: Base de datos en línea de la WVS.

En cuanto a la opinión sobre la corrupción en el país, la figura 3 muestra cómo el 65 por ciento de los entrevistados señaló que existe abundante corrupción en el país, seguidos de quienes consideran que es alto el fenómeno; por lo que se puede decir que en su mayoría o casi en su totalidad perciben un ambiente de corrupción total en el país.

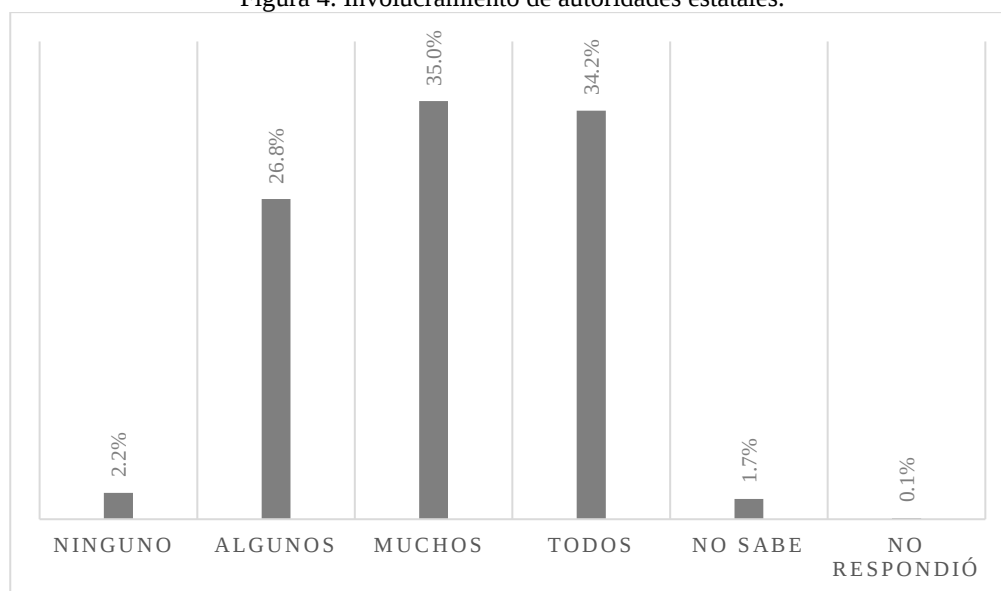
Figura 3. Percepción de corrupción en el país.



Fuente: Base de datos en línea de la WVS.

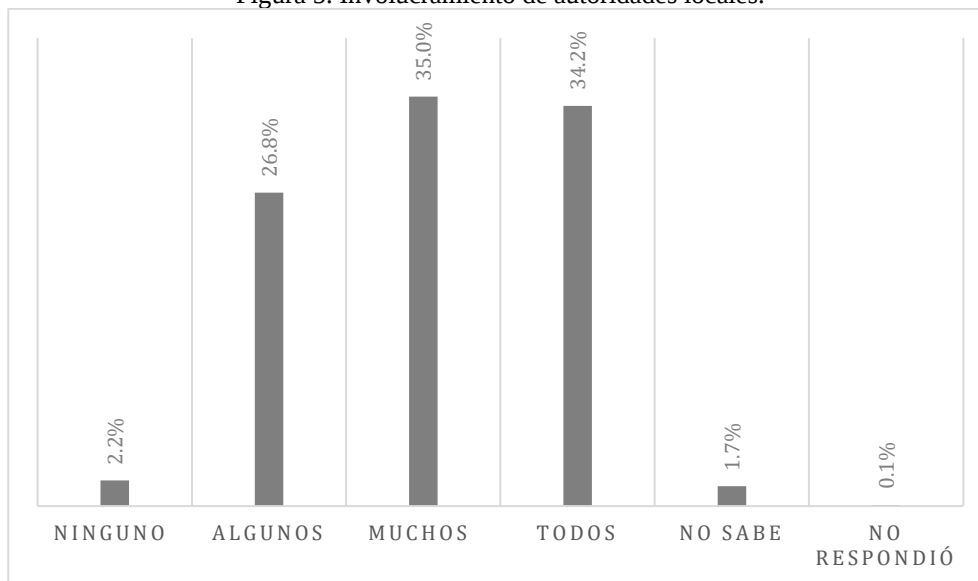
Respecto a la opinión del involucramiento de autoridades estatales, locales y ejecutivos de negocios en actos de corrupción, los encuestados contestaron en su gran mayoría que las autoridades estatales y locales (figura 4 y 5) se encuentran familiarizados con la corrupción o directamente involucrados. Los que menos son los ejecutivos de negocios (figura 6), que en menor medida se ven involucrados en actos de corrupción, sin embargo, este fenómeno sigue presente, lo cual indica que la corrupción se efectúa mediante dos vías, desde dentro del gobierno y fuera de él.

Figura 4. Involucramiento de autoridades estatales.



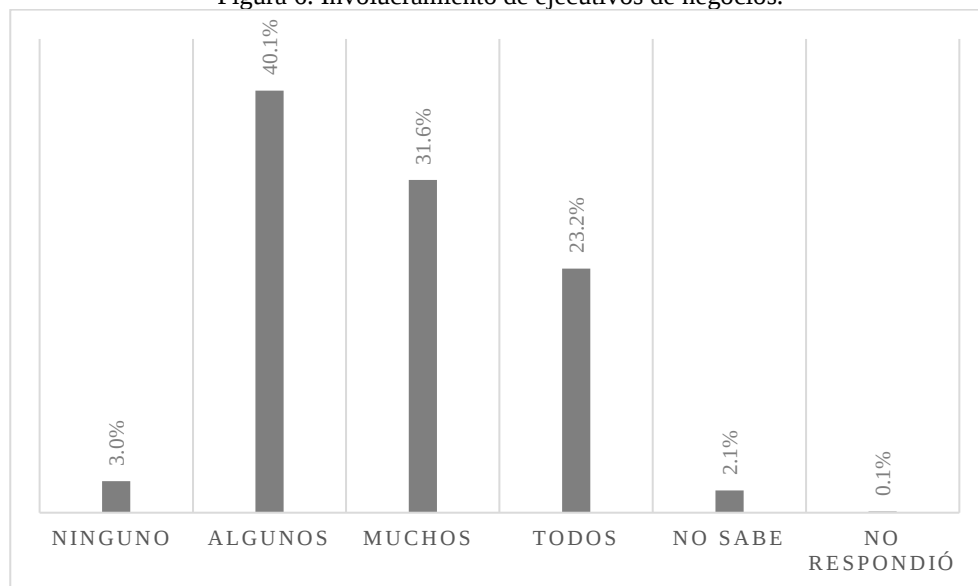
Fuente: Base de datos en línea de la WVS.

Figura 5. Involucramiento de autoridades locales.



Fuente: Base de datos en línea de la WVS.

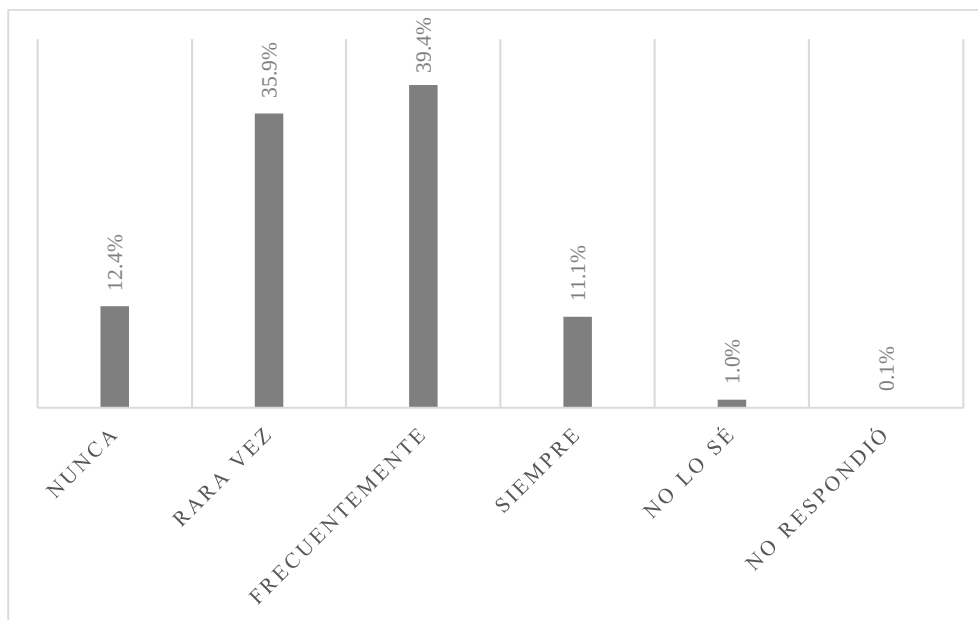
Figura 6. Involucramiento de ejecutivos de negocios.



Fuente: Base de datos en línea de la WVS.

Con respecto a la pregunta de si la gente común paga soborno, da o regala algo a cambio de obtener un servicio de gobierno, que se supone gratuito (figura 7), los entrevistados contestaron que frecuentemente se realiza esta acción. Esto pone en la mesa otro elemento que no había sido considerado, el factor cultural. Ese que viene replicándose generación tras generación en los entornos privados en los que el individuo interactúa, lo cual va haciendo crecer el fenómeno al considerarlo algo normal.

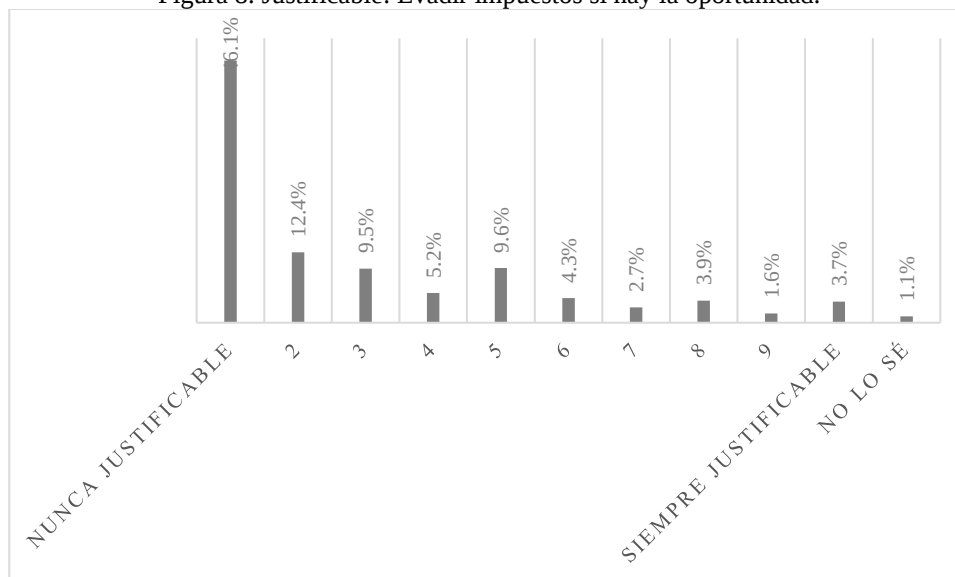
Figura 7. ¿Con qué frecuencia piensa que la gente común como usted o las personas de su vecindario tienen que pagar un soborno, dar un regalo o hacer un favor a estas personas con el fin de obtener los servicios que necesita?



Fuente: Base de datos en línea de la WVS.

Finalmente, respecto a la pregunta de si considera justificable evadir impuestos si se tiene la oportunidad, la mayoría de los entrevistados contestaron que lo consideran como nunca justificable (figura 8); sin embargo, la evasión existe y con esto puede presentarse algo que se conoce como la doble moral, es decir, según Giarizzo y Sivori (2010, pág. 98), “dos esquemas donde las mismas personas que consideran incorrecto el no pago, si tienen la posibilidad de obtener algún beneficio económico por no pagar, eligen ese camino”.

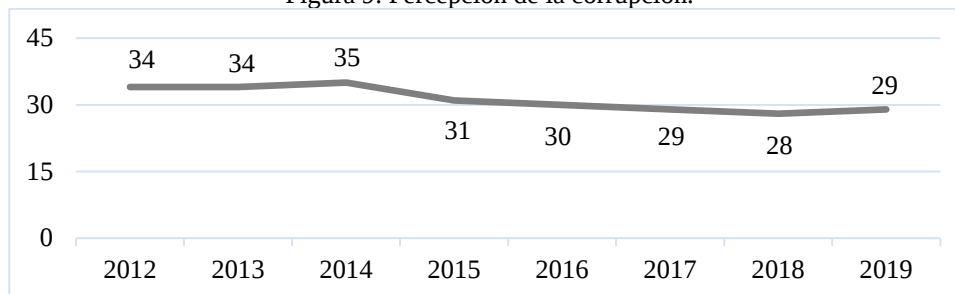
Figura 8. Justificable: Evadir impuestos si hay la oportunidad.



Fuente: Base de datos en línea de la WVS.

Enseguida se analizan los resultados del Índice de Percepción de la Corrupción de Transparencia Internacional del periodo 2012-2018, resultando lo siguiente:

Figura 9. Percepción de la corrupción.

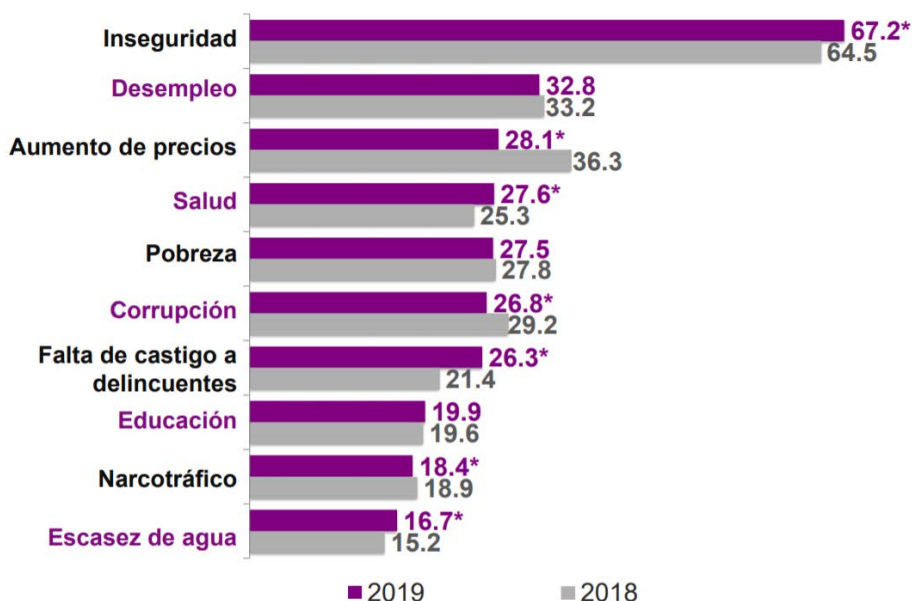


Fuente: Elaboración propia con base en datos de Transparencia Internacional.

Con base en datos de TI se puede observar que México tiene en el año 2014, la percepción de corrupción más baja con un IPC de 35 puntos (figura 9), lo cual refleja un escenario donde se percibe menor corrupción. Esto pudo haber sido ocasionado por el paquete de reformas que se implementaron en ese mismo año en el gobierno federal en el cual se incluía la reforma de tipo fiscal. Para el año 2018, se obtuvo el IPC de 28 puntos, siendo éste el índice de percepción más alto desde el 2012, es decir, se percibió un ambiente de mayor corrupción en el país durante ese año. Una de las razones a considerar, estriba en el sentido de analizar la alternancia política que sucedió en ese año. Es importante destacar que la percepción de corrupción ha ido en aumento desde el año 2015, esto quiere decir que, desde ese año, México se está percibiendo tanto dentro del país como en el exterior como un país cada vez más corrupto. En 2019, se ganó un punto para pasar de 28 a 29 en el IPC.

En cuanto a la ENVIPE, los resultados del apartado dedicado a la que realiza el INEGI, contempla un apartado sobre la percepción de la corrupción. En este se cuestiona a la población mexicana sobre la opinión que tienen del desempeño de las autoridades de seguridad pública, específicamente en torno a “la confianza que ellas les inspiran, la percepción que tienen sobre su efectividad en el cumplimiento de sus funciones, su juicio sobre su condición de corrupción y la disposición para intervenir en caso de una situación de inseguridad y delincuencia (esta última solo le aplica a las policías)” (INEGI, 2019a, pág. 30). Los resultados indican (ver figura 10) que la mayor preocupación de la población es la inseguridad, pero también lo es el desempleo y la inflación. La percepción de corrupción si tuvo un descenso estadísticamente significativo de 2018 a 2019, sin embargo, sigue ocupando un lugar importante en la opinión de los mexicanos.

Figura 10. Distribución porcentual sobre los temas que generan mayor preocupación.



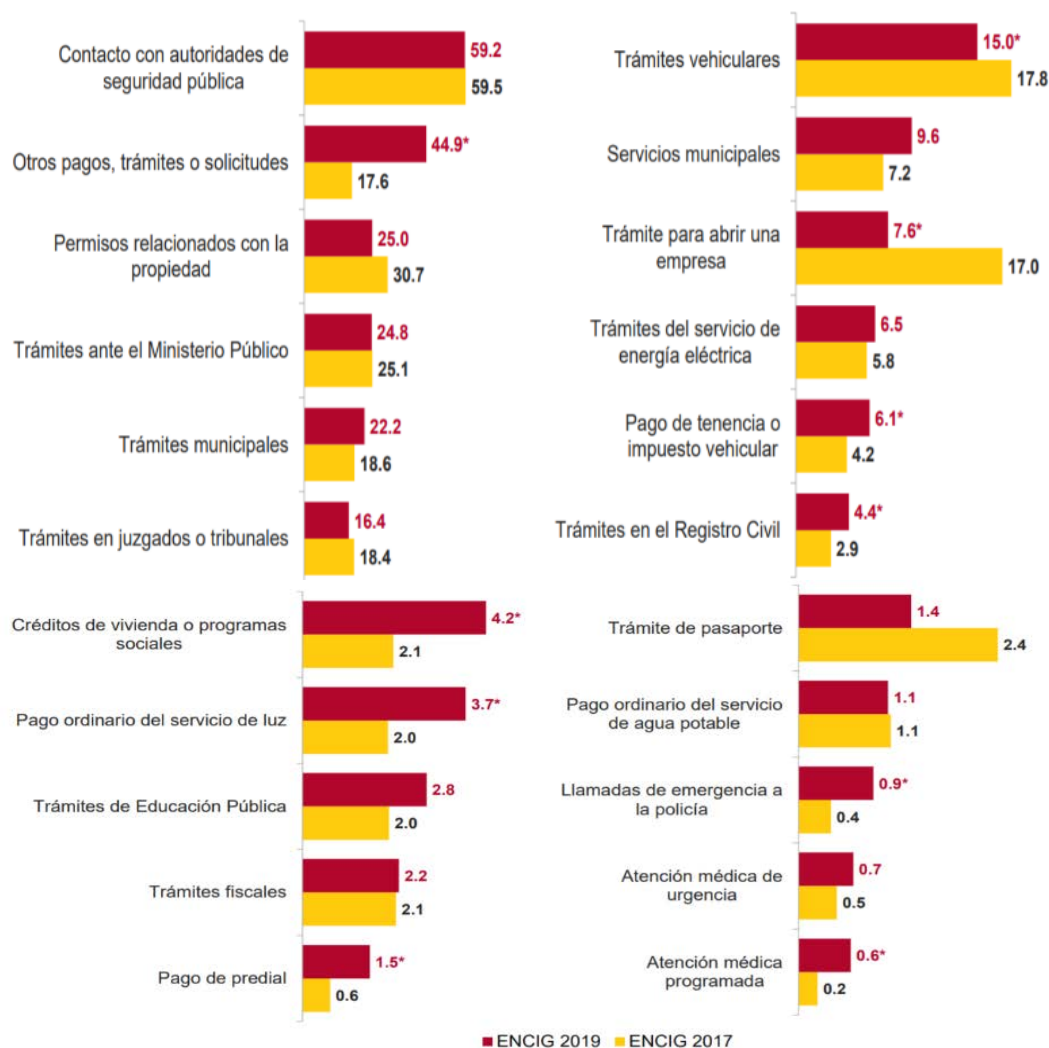
Fuente: Tomado de INEGI (2019a, pág. 38).

También resulta interesante analizar el porqué la población no suele denunciar los actos de agresión del cualquier tipo o su vivencia en relación a sentirse víctima pues estos delitos no son registrados y no permiten dimensionar el problema tal cual es la realidad, generando así la “cifra negra u oculta de la criminalidad” (INEGI, 2019a, pág. 3). Los resultados indican lo siguiente:

- No se reconocen como víctimas;
- Consideran que el daño fue irrelevante;
- Falta de confianza en las autoridades;
- Pérdida de tiempo que implica la denuncia;
- Evitar ser sujetos de chantaje o por corrupción de las autoridades.

Por su parte, la ENCIG (2019), contempla un apartado sobre Experiencias de Corrupción, en la que se cuestiona a la población sobre la percepción de corrupción al momento de realizar algún trámite. Los resultados reflejan que el primer trámite más frecuente de corrupción es el que tiene que ver con “contacto con autoridades de seguridad pública”, el segundo más frecuente se refiere a “permisos relacionados con la propiedad” y el tercero, trámites ante el Ministerio Público (figura 11).

Figura 11. Porcentaje de usuarios que experimentaron algún tipo de corrupción (pagos, trámites o solicitudes de servicios más frecuentes).



Fuente: INEGI (2019b, págs. 132-133).

La percepción de corrupción, por tanto, genera insatisfacción e inseguridad, dando como resultado un ambiente poco propicio a la cooperación con las autoridades. Esto viene a repercutir en el ámbito fiscal pues cuando se percibe un mayor ambiente de corrupción, los individuos ven infructuoso el pago de sus impuestos al considerar que no existe una retribución justa y existe un mal uso de los recursos públicos además que no existe correspondencia con los servicios recibidos (Castañeda, 2015). Sin embargo, existen muestras del interés de combatirla generando políticas públicas y entes gubernamentales con el fin de constituir el remedio que ponga fin a este mal endémico.

Otra fuente demoscópica es la Encuesta Nacional de Corrupción y Buen Gobierno (INCBG, 2010), que arroja un índice de prevalencia de corrupción en 35 servicios públicos de forma individual y en general, utilizando las siguientes fórmulas:

$$\text{ICBG servicio público} = \frac{\text{Número de veces en los que un servicio se obtuvo con "mordida"}}{\text{Número total de veces en los que se utilizó el mismo servicio}} \times 100$$

$$\text{ICBG general} = \frac{\text{Número de veces en los que se dio "mordida" en los 35 servicios}}{\text{Número total de veces que se utilizaron los 35 servicios}} \times 100$$

En la figura 12, se muestra por entidad federativa los resultados de los índices de manera histórica, resaltando que de manera general el índice a nivel nacional aumentó de 2007 a 2010, en 0.3 décimas. Los estados que mejoraron en su índice fueron Baja California Sur, Yucatán, Durango y Morelos; mientras que los que empeoraron fueron Guerrero, Hidalgo, Colima y Oaxaca.

Figura 12. ICBG por entidad federativa 2001-2010.

Entidad federativa	ICBG 2001	ICBG 2003	ICBG 2005	ICBG 2007	ICBG 2010
1 Baja California Sur	3.9	2.3	4.8	7.3	1.8
2 Durango	8.9	12.6	11.1	6.5	3.9
3 Nayarit	6.4	5.8	5.7	5.2	4.4
4 Aguascalientes	4.5	3.9	6.2	4.7	4.7
5 Yucatán	6.8	4.8	6.7	8.9	5
6 San Luis Potosí	5.7	10.2	6.6	6.8	5.6
7 Quintana Roo	6.1	3.7	9.4	5.8	5.9
8 Zacatecas	6.2	5.6	5.3	5.9	6.1
9 **Tamaulipas	6.3	5.1	6.8	9.2	6.5
10 Morelos	7.7	8.3	11.0	9.8	6.7
11 Querétaro	8.1	6.3	2.0	7.0	6.9
12 Veracruz	7.9	6.4	10.8	9.7	6.9
13 Chihuahua	5.5	5.7	7.4	8.7	7.1
14 **Baja California	5.7	6.0	6.9	8.8	7.1
15 Puebla	12.1	18.0	10.9	11.0	7.6
16 Guanajuato	6.0	8.9	5.2	5.1	7.6
17 Chiapas	6.8	4.0	2.8	7.1	7.6
18 Coahuila	5.0	4.4	6.5	8.4	8.3
19 Campeche	7.3	5.7	7.8	7.2	8.3
20 Michoacán	10.3	4.8	10.8	5.7	8.4
21 Sonora	5.5	4.5	5.2	6.0	8.4
22 Nuevo León	7.1	9.9	9.3	6.0	9.1
23 Sinaloa	7.8	5.5	6.6	8.1	9.9
24 Tlaxcala	6.6	7.8	10.0	11.7	10.2
25 Jalisco	11.6	6.5	7.2	8.8	10.3
26 Colima	3.0	3.8	7.0	3.1	10.4
27 Tabasco	8.5	6.9	13.6	9.7	10.8
28 Hidalgo	6.7	3.9	11.4	7.1	11.6
29 Oaxaca	7.4	6.8	8.1	6.4	13.4
30 Guerrero	13.4	12.0	11.1	8.0	16.0
31 Estado de México	17.0	12.7	13.3	18.8	16.4
32 Distrito Federal	22.6	13.2	19.8	12.7	17.9
NACIONAL	10.6	8.5	10.1	10.0	10.3

Fuente: INCBG (2010).

Los resultados reflejan que en promedio los hogares destinan el 14% de su ingreso a conseguir algún servicio dando mordidas. De los 35 trámites analizados, 14 redujeron su nivel de corrupción, en tanto que 21 empeoraron su condición. Los servicios en los que se encuentran peores evaluados son los que tienen que ver con la vialidad y el transporte, seguidos por los servicios que tienen que ver con autoridades locales en cuestión de permisos o de obtención de documentos oficiales. En la figura 13, se muestran los servicios que han mejorado de un periodo a otro y aquellos que han empeorado.

Figura 13. Trámites y servicios que mejoran y empeoran.

Trámite (mejoran)	Índice				
	2001	2003	2005	2007	2010
Recibir correspondencia	3.8	3.2	2.2	1.5	0.8
Conexión o reconexión de luz	10.7	8.3	9.4	9.9	7.0
Aprobar la verificación vehicular	14.5	11.5	13.3	17.1	13.0
Apoyo de programas de gobierno	5.9	2.8	3.0	2.8	2.1

Trámite (empeoran)	Índice				
	2001	2003	2005	2007	2010
Atención en urgencias a una clínica u hospital	4.3	2.5	5.7	3.2	8.7
Pago de predial	1.6	1.4	0.3	0.3	0.7
Obtener constancias o exámenes de escuelas públicas	4.7	3.4	4.9	3.1	7.0
Obtener crédito o préstamo en efectivo para casa o negocio	5.0	3.2	3.6	3.5	5.6

Fuente: ENCBG (2010).

De la misma forma que la WVS, en las encuestas de Latinobarómetro, se pueden encontrar preguntas relativas a la confianza y a la corrupción y el fraude social:

- o ¿Cuánta confianza tiene usted en ellas?
 - o Instituciones Nacionales
 - Congreso
 - Gobierno
 - Poder Judicial
 - Fuerzas armadas
 - Policía
- o Actitudes ante la corrupción y el fraude social
 - o Acuerdo/Desacuerdo: Cuando se sabe de algo corrupto mejor no meterse y quedarse callado
- o Percepción del nivel de corrupción y el fraude social
 - o Variación del nivel de corrupción en (PAÍS) desde el año pasado
- o Corrupción en instituciones
 - o Gobiernos locales
 - o Empresarios
 - o Policías
 - o Empleados públicos
 - o Funcionarios de la oficina nacional de impuestos

Respecto a la confianza mostrada en las instituciones nacionales, resalta que en gran parte de la población entrevistada no se tiene ninguna confianza en las instituciones, salvo en las fuerzas armadas, en quienes se tiene algo de confianza (tabla 2).

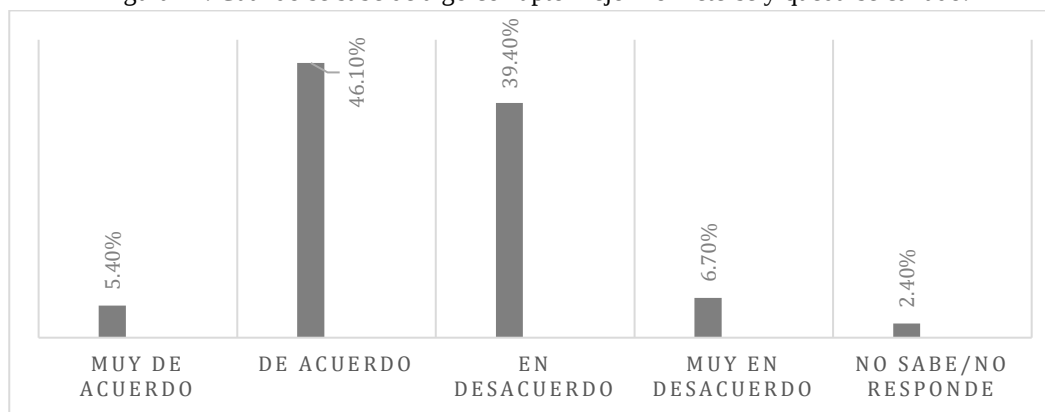
Tabla 2. Confianza en instituciones.

Institución	Mucha confianza	Algo de confianza	Poca confianza	Ninguna confianza	No sabe	No contesta
Congreso	2,9%	19,5%	35,1%	35,8%	5,7%	1,0%
Gobierno de la Nación	1,8%	14,2%	33,1%	48,9%	1,6%	0,5%
Poder Judicial	3,6%	19,2%	35,3%	37,7%	3,3%	0,8%
Fuerzas Armadas	16,8%	33,0%	30,0%	18,7%	1,5%	n/a
Policía	3,0%	16,4%	39,7%	40,2%	0,5%	0,2%

Fuente: Elaboración propia con datos de Latinobarómetro (2018).

Es de resaltar que a la pregunta de "Por favor, dígame si está de acuerdo o en desacuerdo con cada una de las siguientes afirmaciones: Cuando se sabe de algo corrupto mejor no meterse y quedarse callado", los encuestados respondieron en su mayoría 46.1% que estaba de acuerdo mientras que el 39.4% dijo estar en desacuerdo con quedarse callado (figura 14). Estos resultados nos reflejan la falta de compromiso o involucramiento de la sociedad con la denuncia de actos de corrupción; acorde con lo que ya se analizó en la ENVIPE del INEGI. Esto viene a sustentar lo dicho por Giarrizzo y Sivory (2010), en relación a que la población tampoco se ve afecta a denunciar actos de evasión fiscal.

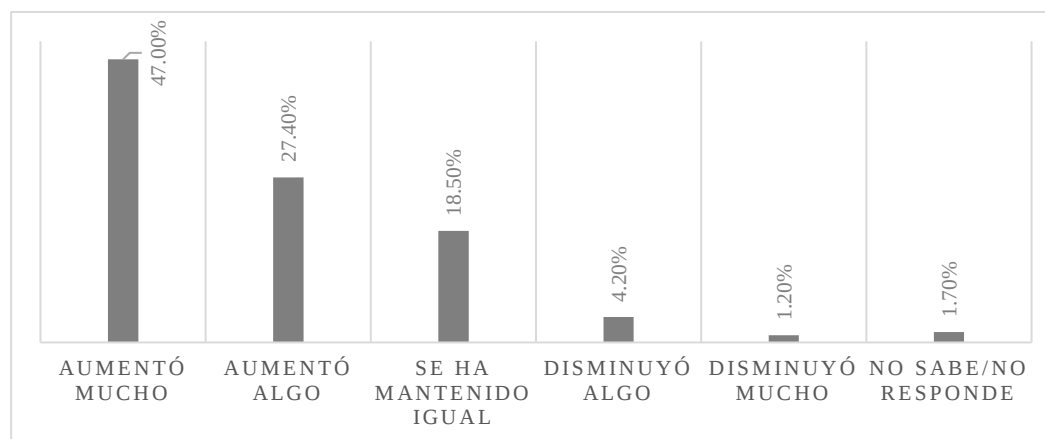
Figura 14. Cuando se sabe de algo corrupto mejor no meterse y quedarse callado.



Fuente: Elaboración propia con datos de Latinobarómetro (2018).

Con relación al nivel de corrupción percibido, el 47% de los encuestados dijo que desde el año pasado la corrupción ha aumentado mucho, el 27.4% dijo que ha aumentado algo (figura 15).

Figura 15. Nivel de corrupción percibido.



Fuente: Elaboración propia con datos de Latinobarómetro (2018).

Analizando la opinión de los encuestados en relación con cuántas personas se ven involucradas en actos de corrupción en las instituciones (tabla 3), los resultados fueron que, a nivel local, todos los funcionarios tienen relación con este ilícito con el 33.5%, lo mismo con la policía con el 35.7%. Los empresarios, los empleados públicos y los funcionarios de la oficina Nacional de Impuestos solo algunos; 46.2%, 39.1% y 39.4% respectivamente.

Tabla 3. Proporción de personas involucradas en corrupción.

Proporción de personas involucradas en corrupción de:	Ninguno	Algunos	Casi todos	Todos	No sabe	No responde
Gobierno local	3,2%	29,0%	24,6%	33,5%	8,8%	1,0%
Empresarios	6,0%	46,2%	17,3%	17,9%	11,1%	1,5%
Policía	2,2%	29,8%	24,2%	35,7%	7,0%	1,0%
Empleados públicos	4,2%	39,1%	23,6%	23,3%	8,8%	0,9%
Funcionarios de la oficina Nacional de Impuestos	6,4%	39,4%	17,8%	21,8%	12,9%	1,7%

Fuente: Elaboración propia con datos de Latinobarómetro (2018).

Para finalizar el análisis y realizar un ejercicio de correlación respecto a la satisfacción de los individuos con los servicios que recibe del Estado como retribución por el pago de impuestos se utiliza la información resultante de la encuesta telefónica “Servicios Públicos en México”, realizada por el Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, de la Cámara de Diputados en 2016. Los entrevistados dijeron en su mayoría (48.2%) que los servicios son inadecuados. Ante este escenario, si la opinión pública considera insuficiente la provisión de servicios públicos, por lo tanto, “la resistencia fiscal aumenta”, al considerar improductivo el pago de impuestos (Pérez, 2015, pág. 61).

Con ello se establece la siguiente matriz de correlación, producto de las opiniones públicas y evidencia empírica revisada (tabla 4). Donde resalta lo siguiente:

- 1) Existe relación directa positiva entre la satisfacción de los individuos con los servicios públicos recibidos y el cumplimiento tributario.
- 2) Dada la condición anterior, si existe cumplimiento y participación ciudadana para denunciar actos de corrupción y fraude fiscal, se eleva la confianza en las instituciones.
- 3) La confianza en instituciones, por su parte, dada su connotación positiva, genera mayor propensión en los individuos a cumplir con sus obligaciones, dada la legitimidad que le otorgan a sus instituciones.
- 4) La corrupción como tal, tanto en el entorno público como en el privado, tiene una relación negativa con el cumplimiento fiscal, dado el mal uso de los recursos.

Tabla 4. Matriz de correlación.

Acción	Condición de relación	Cumplimiento fiscal: aumenta (+), disminuye (-)
Satisfacción con servicios públicos	Relación directa positiva	(+)
Confianza en instituciones	Relación directa positiva	(+)
Corrupción en instituciones	Relación directa negativa	(-)
Corrupción en sector de empresarios	Relación directa negativa	(-)
Corrupción en servicios públicos	Relación directa negativa	(-)
Denuncia de corrupción y fraude fiscal	Relación directa positiva	(+)
Evasión fiscal	Relación directa negativa	(-)

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

La corrupción se ha convertido en un factor determinante en la toma de decisiones de los contribuyentes, en donde interviene además la falta de confianza que se tiene en las instituciones. La evidencia empírica lo demuestra tras haber analizado diferentes fuentes de información, donde se puede resumir lo siguiente:

- 1) La corrupción desincentiva la tributación al quebrantar el pacto fiscal existente, pues los impuestos deben ser usados para atender las demandas sociales y no terminar en beneficio de unos pocos.
- 2) Si no existe calidad en el gasto público, y más aún existe corrupción en la provisión de los servicios, se desmotiva al cumplimiento y el respeto a la legalidad.
- 3) La corrupción, sea pública o privada, genera grandes problemas, como pobreza, desigualdad, informalidad laboral, poco desarrollo y atrasos económicos.
- 4) La corrupción rompe con todo el esfuerzo institucional para mejorar la confianza de las instituciones en nuestro país. Si bien es cierto que no todos se prestan a actos de corrupción, si se tiene la oportunidad y más de alguno corre el riesgo, perjudica a todo un sistema que lucha, al menos normativamente, en deshacerse de estos actos o actitudes.
- 5) La denuncia y participación ciudadana en la detección y prevención de actos de corrupción resulta fundamental, pues hay una condición de responsabilidad que debe ser cumplida más allá del pacto fiscal. Los ciudadanos debemos ser partícipes de la tributación, pero también defensores de lo público.
- 6) La evasión fiscal como problema social y económico debe ser atendido no solamente desde la perspectiva de la autoridad fiscal, sino como una política nacional de combate contra la defraudación, donde participen el sector empresarial, las instituciones educativas y la ciudadanía con el fin de no replicar más las conductas nocivas que se van aprendiendo o replicando con el paso del tiempo.

Por lo anterior, la corrupción, la evasión y la desconfianza en las instituciones, generan desaliento en el cumplimiento tributario y en la cooperación individual con el estado. No se podrá contar con una ciudadanía contributiva si no se atiende de manera contundente el fenómeno de la corrupción, al igual que se generen los canales adecuados para la denuncia y la prevención de actos indeseables. Los sistemas anticorrupción, por tanto, son una medida de política adecuada para este fin; sin embargo, si se le añade más burocracia al sistema, correrá el riesgo de ser capturado por intereses políticos o manejado bajo intereses económicos y no se saldrá del círculo vicioso en el que se encuentra nuestro país.

Referencias

- Arellano, David (2017). *Corrupción como proceso organizacional: comprendiendo la lógica de la desnormalización de la corrupción*. Revista Contaduría y Administración de la UNAM, Núm. 62, pp. 810-826. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2016.01.005>
- Bigio, S. y Ramírez-Rondán, N. (2006) *Corrupción e indicadores de desarrollo: Una revisión empírica*. Serie de documentos de trabajo, Banco Central de Reserva del Perú.
- Casar, M. (2015). *La corrupción: Enemigo público #1*. En *La corrupción en México: Transamos y no avanzamos*. Disponible en: http://imco.org.mx/indices/documentos/2015_ICI_Libro_La%20corrupcion_en_Mexico.pdf. Consultado: 01 de abril de 2021.
- Casar, M. (2016). *Anatomía de la Corrupción*, IMCO, 2da. edición, pp. 98, Disponible en: https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2016/10/2016-Anatomia_Corrupcion_2-Documento.pdf. Consultado: 01 de abril de 2021.
- Castañeda, R. V. (2015). *La moral tributaria en América Latina y la corrupción como uno de sus determinantes*. Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales (224), 103-132.
- Castellanos, M. (2016). *¿Qué es la corrupción?* Instituto de Problemas Nacionales. Disponible en: <http://revistasdigi.usac.edu.gt/ipn/index.php/IPN/article/view/44/74>. Consultado: 01 de abril de 2021.
- CESOP Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública (2016). *Encuesta Servicios Públicos en México*. Disponible en: <http://www5.diputados.gob.mx/index.php/camara/Centros-de-Estudio/CESOP/Opinion-Publica/Encuestas/Encuesta-telefonica-nacional-Servicios-Publicos-en-Mexico>. Consultado: 01 de abril de 2021.
- Clausen, B., Aart K., y Zsolt N. (2009). *Corruption and Confidence in Public Institutions: Evidence from a Global Survey*. Policy Research Working Paper 5157, World Bank, Washington, DC.
- Código Fiscal de la Federación. Texto vigente en 2020.
- Coleman, James (1988). *Social Capital in the Creation of Human Capital*. The American Journal of Sociology, 94, pp. S95-S120.
- Giarrizzo, V. y Sivori, J.S. (2010). *La inconsistencia de la moral tributaria: El caso de los moralistas evasores*. Pecunia, 10, pp. 95-124
- Hinojosa, A. (2008). *Evasión y elusión fiscal: su abordaje a través de la integración de una nueva estrategia educativa*. Ponencia presentada en el Congreso Virtual Internacional “Los Grandes Problemas Nacionales”, coorganizado por el Congreso del Estado de Nuevo León y la Universidad Autónoma de Nuevo León.

- INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2019a). Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/envipe/2019/default.html#Documentacion>. Consultado: 01 de abril de 2021.
- INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2019b). Encuesta Nacional de Calidad e Impacto Gubernamental (ENCIG). Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/encig/2019/>
- Latinobarómetro. Análisis de datos en línea. Disponible en: <https://www.latinobarometro.org/latOnline.jsp>, Consultado: 31 de marzo de 2021.
- Machado, M. A. (2006). *Construyendo ciudadanía forjamos un país sin corrupción*. Lima: Forum Solidaridad Perú.
- OCDE/CAF/CEPAL (2018). *Perspectivas económicas de América Latina 2018: Repensando las instituciones para el desarrollo*. Éditions OCDE, París. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1787/leo-2018-es>.
- Pardinas, J. (2015). *Impunidad, Corrupción y Competitividad*. En La corrupción en México: Tranzamos y no avanzamos. Disponible en: http://imco.org.mx/indices/documentos/2015_ICI_Libro_La%20corrupcion_en_Mexico.pdf, Consultado: 01 de abril de 2021.
- Pérez, L. M. (2015). *Corrupción y evasión fiscal*, en La corrupción en México: Tranzamos y no avanzamos, IMCO. Disponible en: <https://imco.org.mx/indices/la-corrupcion-en-mexico/capitulos/analisis/corrupcion-y-evasion-fiscal>, Consultado: 01 de abril de 2021.
- Prieto, M.J. (1994). *Medidas para mejorar el cumplimiento de las obligaciones tributarias: las amnistías fiscales*. En Anales de estudios económicos y empresariales, nº 9, pp. 219-239.
- Rodríguez, G. (2001). Evasión Fiscal, Boletín Mexicano de Derecho Comparado, nueva serie, año XXXIV, núm. 100, enero-abril. Disponible en: <http://www.ejournal.unam.mx/bmd/bolmex100/BMD10008.pdf>. Consultado: 31 de marzo de 2021.
- Soto, R. (2003) Pontificia Universidad Católica de Chile, “*Corrupción desde una perspectiva económica*” Disponible en: <https://repositorio.uc.cl/bitstream/handle/11534/4824/000349738.pdf?sequence=1>.
- Transparencia Internacional (2009). Guía de lenguaje claro sobre la lucha contra la corrupción. Disponible en: <https://transparencia.org.es/wp-content/uploads/2014/10/Gu%C3%ADa-de-lenguaje-claro-sobre-lucha-contra-la-corrupci%C3%B3n.pdf>. Consultado: 31 de marzo de 2021.
- Transparencia Mexicana (2021). Mejora percepción de corrupción en México 2020; riesgo de impunidad, latente. Disponible en: <https://www.tm.org.mx/ipc2020/>. Consultado: 01 de abril de 2021.
- Transparencia Mexicana (2011). Índice Nacional de Corrupción y Buen Gobierno, Transparencia Mexicana. Disponible en: <https://www.tm.org.mx/wp-content/uploads/2013/05/01-INCBG-2010-Informe-Ejecutivo1.pdf>. Consultado: 01 de abril de 2021.
- World Values Survey (2005). *World Values Survey, Confidence: The government*. Disponible en: <http://www.worldvaluessurvey.org/WVSONline.jsp>. Consultado: 31 de marzo de 2021.

FORTALECIMIENTO DE LA COMPETITIVIDAD MEDIANTE LA PLANEACIÓN ESTRATÉGICA EN LA MIPYME SINALOENSE

Patricia Carmina Inzunza Mejía¹, Nereyda Moreno Álvarez²

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Recibido: 06/04/2021

Aceptado: 01/06/2021

Publicado: 21/06/2021

Resumen.- El objetivo de analizar la incidencia de la planeación estratégica en la competitividad de una MIPYME, con enfoque cualitativo, de tipo exploratorio y descriptivo basado en el método hermenéutico se registra el estudio del estado del arte de la planeación estratégica y la ventaja competitiva. Se aplica el estudio de caso en la empresa, considerando que la gestión administrativa parte de hechos empresariales desde 4 acciones ejecutables: 1) La iniciativa, 2) La provisión y administración de recursos, 3) La toma de decisiones y 4) La toma de riesgos. Como resultado, la planeación estratégica fortalece la competitividad de una MIPYME al considerar 7 elementos nodales: 1) estrategias orientadas al manejo de las tecnologías de la información y las comunicaciones, 2) estrategias de innovación, 3) estrategias de diferenciación, 4) estrategias de habilidades y competencias al personal, 5) estrategias de sustentabilidad, 6) servicio y atención al cliente, y 7) prestigio e imagen de la empresa. Finalmente, la oportunidad de crear una empresa reside en las competencias, el talento y las condiciones para que el personal desarrolle sus habilidades con creatividad. El plan estratégico solo es la herramienta que revela información para comunicar al personal los elementos del entorno dinámico y cambiante.

Palabras clave: Planeación Estratégica, Competitividad, Empresa, Sinaloa.

STRENGTHENING COMPETITIVENESS THROUGH THE STRATEGIC PLANNING IN THE SINALOENSE COMPANY

Abstract.- The objective of analyzing the impact of strategic planning on the competitiveness of a company, with a qualitative approach, exploratory and descriptive based on the hermeneutical method registers the study of the state of the art of strategic planning and competitive advantage. The case study is applied in the company, considering that administrative management starts from business facts from 4 executable actions: 1) Initiative, 2) Provision and administration of resources, 3) Decision making and 4) Risk taking. As a result, strategic planning strengthens the competitiveness of a company when considering 7 nodal elements: 1) strategies oriented to the management of information and communication technologies, 2) innovation strategies, 3) differentiation strategies, 4) skills and competencies strategies for staff, 5) sustainability strategies, 6) customer service and support and 7) prestige and image of the company. Finally, the opportunity to start a business resides in skills, talent and conditions for staff to develop their skills creatively. The strategic plan is only the tool that discloses information to communicate to staff the elements of the dynamic and changing environment.

Keywords: Strategic Planning, Competitiveness, Company, Sinaloa.

Introducción

Se reconoce que los sistemas de planeación estratégica de recursos empresariales, son sistemas para la competitividad que subestiman los procesos de gestión administrativa, Mohamed y Noorliza (2021). Ápice que descubre que los planificadores o consultores empresariales se basan principalmente en métodos convencionales, restando importancia a la gestión estratégica. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la empresa tendrá beneficios económicos, sociales, administrativos y productivos, si los planes estratégicos se implementan y evalúan permanentemente en el mediano y largo plazo desde una gestión empresarial disciplinada y cuidada.

Es desde el proceso de gestión estratégica para la implementación y evaluación de estrategias planeadas, que se podría fortalecer la competitividad de la empresa, dado que, cuanto más disciplina y rigurosidad en la gestión administrativa

¹ Dra. Patricia Carmina Inzunza Mejía, es Profesora e Investigadora de Tiempo Completo, Titular "C" de la Universidad Autónoma de Sinaloa, Email: inzunzap@uas.edu.mx. Catedrática de Gestión Empresarial en la Maestría en Administración de Micros, Pequeñas y Medianas Empresas (**Autor correspondiente**).

² Lic. Nereyda, Moreno Álvarez, es Estudiante de la Maestría en Administración de Micros, Pequeñas y Medianas Empresas de la Universidad Autónoma de Sinaloa, Email: nery-1982@live.com.mx

para convertirla en una gestión estratégica, mejor será el desempeño y competitividad de la empresa instrumentando la planeación estratégica con un sistema de gestión.

Si bien, la literatura científica ha documentado que grandes empresas como General Electric, Nike y el *Boston Consulting Group* han aplicado y usado con éxito, los conceptos y técnicas relacionados con la planeación estratégica, también ha sido evidente, que los profesionales de los negocios y los investigadores de las ciencias administrativas se han enfocado en perfeccionar los conceptos y técnicas para beneficiar a las empresas pequeñas y medianas que son objetos de sus asesorías o de estudio.

Aunque los estudios seminales de la planeación estratégica ofrecen conocimiento aplicado y de utilidad para las grandes corporaciones, se demostró que ese basamento empírico y teórico, podría aplicarse a micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES), en una suerte de profesionalizar empresarialmente tanto al empresario como a su personal, además de que fuera la herramienta que les permita asumir los riesgos de fallas a los que no está exenta la MIPYME, las deficiencias en costos y la pérdida financiera que hacen recurrir a la administración estratégica a través de la planeación para alcanzar ventajas competitivas y consolidar la competitividad de la empresa en un ambiente globalizado, inestable y de pobreza. Por esto, en la medida que la gestión administrativa se oriente bajo la aplicación de una planeación estratégica controlada y evaluada, se logra manejar eficientemente las operaciones empresariales en el mundo cambiante que les obliga a reinventarse.

Las preguntas de investigación que guían el estudio son ¿La implementación del plan estratégico fortalecerá la competitividad en la empresa Comercial Beltrán Hermanos?, además de plantear si ¿El desempeño laboral, coadyuvará en la marcha de un nuevo modelo de negocios, basado en la planificación estratégica? En tal sentido, con el propósito de aportar ideas al sistema integral de una organización micro, pequeña y mediana, se analizan diversas investigaciones realizadas a través del tiempo y en diversas zonas geográficas que dan muestra de lo que podría aplicarse en empresas sinaloenses de esta naturaleza. Los estudios revisados, coinciden de manera general que el principal aporte es el crecimiento empresarial de la MIPYME objeto de estudio.

El caso de estudio que ocupa el presente artículo es el de la empresa Comercial Beltrán Hermanos. El análisis teórico, será de utilidad para la empresa al identificar sus ventajas competitivas que la diferencian de las demás de su misma naturaleza, mediante la eficiencia de la gestión administrativa en el control y evaluación de sus operaciones a fin de explorar el ambiente en el que está inmersa la organización para satisfacer a sus clientes y cumplir con sus proyecciones financieras, sociales y estratégicas.

Es importante mencionar que la planeación tiene diversas acepciones, al igual de su origen y evolución, tanto que, la utilizamos en todos los ámbitos de la vida y en la cotidianidad del diario vivir, tan es así que, Henry Fayol, creador de la teoría clásica de la administración la incorporó como primer elemento del proceso administrativo en 1916, en la idea que la empresa se prepare ante lo inesperado. De ahí la importancia de aplicarla la planeación estratégica mediante la gestión administrativa para alcanzar ventajas competitivas y consolidar la MIPYME.

Se estima que, al aplicar la planeación estratégica en la MIPYME, mediante la gestión administrativa con intervenciones científicas, se generan beneficios económicos, sociales y ambientales en la organización, además de ofrecer herramientas al empresario, al personal y al proceso de gestión estratégica con las que se desarrolla el control y la evaluación de las operaciones empresariales.

Materiales y métodos

Desde un enfoque cualitativo, de tipo exploratorio y descriptivo, basado en el método hermenéutico se realizó el estudio de las teorías seminales, así como el análisis del estudio del arte desde la revisión de artículos científicos recientes que exponen temas de planeación estratégica y competitividad para fundamentar elementos teóricos probatorios, además de aportar información reciente acerca del estado del arte de cada variable de estudio que permite analizar información científica tras la búsqueda y gestión de la información en bases de datos científicas como Scopus y Elsevier acerca de dos palabras clave de estudio a las que se reconoce como categorías de estudio: planeación estratégica y ventaja competitiva en los últimos cinco años.

Se realizaron 32 fichas bibliográficas que se generaron del cimiento teórico clásico que se estudió en 6 teorías seminales que sientan las bases para los estudios recientes.

1) La teoría de Shapero referente a la acción humana como factor determinante en la gestación de una empresa.

- 2) La teoría de las motivaciones humanas de McClelland.
- 3) La teoría de la Perspectiva Empresarial de Ronstadt.
- 4) La teoría de la creación de la nueva empresa de Timmons.
- 5) La teoría de la motivación y la determinación de Gibb.
- 6) La teoría de la innovación empresarial de Varela.

Así mismo, se continuo con el uso de 57 fichas bibliográficas generadas del análisis teórico reciente que se vinculó a procedimientos detallados sobre la manera de aplicar la planeación estratégica al analizar el Caso de la Empresa Comercial Hermanos.

De los 78 artículos recuperados se eligieron 14 documentos que registran estudios sobre estas categorías de análisis con las que se pudo inferir que son 7 los elementos centrales que eslabonan la planeación estratégica con las ventajas competitivas para las MIPYME y desde los que se avanzaría en las empresas al registrar e implementarlos en sus planes estratégicos para lograr objetivos y estructurar sus procesos vinculados previamente a los factores internos y externos. Estos 7 elementos centrales que se descubren en los estudios recientes, se precisan en el apartado de resultados de este documento.

De lo analizado teóricamente, se diseñó la ruta del diagnóstico a la empresa; por lo que, se utilizó el método de estudio de caso para aplicarlo. En la primera etapa, esto implicó realizar un análisis de la realidad económica y social de la MIPYME, en la segunda etapa se desarrollaría un diagnóstico de la empresa para continuar en una tercera etapa del estudio en sus diversos entornos o ambientes. La tercera etapa incorporará el desarrollo de 7 procesos mutuamente incluyentes con los que se desarrolla el modelo básico de planeación estratégica (ver figura 1):

- 1) Primero se parte de un diagnóstico de la empresa.
- 2) Defina la filosofía de la empresa.
 - a. Declaración de la visión.
 - b. Declaración de la misión y de valores.
- 3) Análisis externo de la empresa.
 - a. Amenazas.
 - b. Oportunidades.
- 4) Análisis interno de la empresa.
 - a. Fortalezas.
 - b. Debilidades.
- 5) Establecimiento de los objetivos generales.
- 6) Diseño, evaluación y selección de estrategias.
- 7) Diseño del plan estratégico.



Fuente: Elaboración propia con información de Wheellen y David Hunger (2007).

Resultados

El análisis se desarrolla desde dos rutas, una referente al basamento clásico y la otra desde estado del estudio de la cuestión de los últimos 5 años.

Se redescubre que, desde la teoría clásica seminal, la teoría de Shapero (1975) se sustenta en hechos o eventos empresariales, haciendo de estos hechos la variable dependiente, y dejando a la acción humana la parte ejecutable de acciones estratégica como las variables independientes.

Estas variables independientes en términos de planeación estratégica pueden ser los indicadores de la matriz FODA que se representa en factores sociales, económicos, políticos, sociales, medioambientales, culturales, situacionales; entre otros, que bien pueden ser internos o externos a la empresa. Operacionalmente, los hechos empresariales están marcados por 4 acciones ejecutables por personas:

- 1) La iniciativa: Obedece a la determinación de una persona o grupo de personas para identificar y desarrollar la oportunidad de empresa.
- 2) Provisión y administración de recursos: Es el proceso de determinar las necesidades físicas, humanas, financieras y tecnológicas, así como la forma de obtenerlos y asignarlos; de ahí que la capacidad de dar gestión o realización de la planeación, organización, dirección y control en la empresa.
- 3) Libertad empresarial: Es la capacidad que tiene el empresario de tomar decisiones sobre la gestión y funcionamiento de la empresa.
- 4) Toma de riesgos: Es la habilidad para asumir los beneficios o afrontar las pérdidas que la empresa produce.

Estas acciones son parte gestacional de toda empresa que nace con creatividad e innovación como parte de la gestión administrativa de cualquier empresa, sea cual sea su giro y su tamaño. En este sentido, el proceso de la gestión administrativa, al ser fortalecido por la planeación estratégica se convertiría en gestión estratégica con visos innovadores de sustentabilidad y desarrollo tecnológico desde las partes administrativas, en virtud que estas 5 acciones, pueden ser ejecutadas por el inversionista (la condición 2, 3 y 4), el gerente y trabajadores (cumplen la condición 3) y el empresario cumple las 4 acciones.

En el análisis es evidente la identificación de factores relevantes en 3 áreas centrales: 1) la empresa, 2) el empresario y 3) el entorno como parte del desarrollo de la planeación estratégica que permite evaluar estas tres áreas mediante consideraciones cualitativas, cuantitativas, estratégicas y éticas en las que se basa la gestión administrativa o proceso dinámico que se desarrolla por periodos de tiempo a través de acciones estratégicas en la organización que está expuesta a un entorno y de la cual se espera un resultado favorable por parte del empresario y sus trabajadores.

Así también, al realizar el estudio del estado de la cuestión se arroja la descripción y aplicación del modelo básico de planeación estratégica en la MIPYME que se compone de 7 procesos mutuamente incluyentes a través de 4 etapas diferentes.

Además se infiere que con la implementación del plan estratégico se fortalece la competitividad de una MIPYME desde la consideración de 7 elementos centrales que deben contemplarse en la planeación estratégica son: 1) la instrumentación de estrategias orientadas a un mayor manejo de las tecnologías de la información y las comunicaciones, 2) estrategias de innovación, 3) estrategias de diferenciación, 4) estrategias de habilidades y competencias al personal, 5) estrategias de sustentabilidad, 6) servicio y atención al cliente y 7) prestigio e imagen de la empresa.

De este modo y desde el modelo de Timmons y Spinelli que se sigue bajo el principio rector de la oportunidad al crear una empresa, se destaca que la oportunidad no reside en el dinero, ni en las redes, ni en las estrategias, ni en el plan estratégico; sino más bien, en la competencia, el talento y los recursos para que el personal desarrolle sus habilidades con creatividad.

Al respecto, el plan estratégico solo es la herramienta que provee información para comunicar al personal y al empresario que es quien manipula todos los elementos del entorno dinámico y cambiante. La manipulación del ambiente la realiza el empresario con base a las estrategias del plan estratégico, donde la creatividad es el elemento

central y el plan estratégico es la herramienta básica que al conjugarse serian el puente para fortalecer la competitividad de una empresa.

Tal como lo señalan las teorías seminales de la gestión administrativa, la unidad de análisis es la empresa y el ambiente en el que se desenvuelve. De ahí que la planeación estratégica es la herramienta que permite reflejar un estadio o condición actual y futura de la empresa desde una perspectiva empresarial; sin embargo, la gestión administrativa es el vehículo que permite al empresario y todo sujeto que tiene relación con la empresa, evaluar la posición de la empresa, tomar las decisiones y llevar acciones requeridas mediante cinco estrategias funcionales:

- 1) Diagnosticar el ambiente y de los factores relacionados con el empresario, la empresa y el entorno.
- 2) Evaluar fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas desde la condición del empresario, la empresa y el entorno, desde indicadores y consideraciones cualitativas, cuantitativas y éticas.
- 3) Determinar la relación entre las evaluaciones y cada momento particular de la empresa.
- 4) Certificar procesos, productos y servicios como un aspecto estratégicamente ético.
- 5) Desarrollar la evaluación integral de la empresa.

Discusión

Para fundamentar teóricamente el estudio de caso de la Empresa Comercial Beltrán Hermanos como MIPYME objeto de estudio, en una primera etapa de la investigación se indagaron las teorías seminales que dan referencia a la implementación de la planeación estrategias. Se descubre que la teoría de Shapero (1975) es uno de los referentes más sólidos de la gestión administrativa para desarrollar un plan estratégico. Rescata el proceso empresarial desde la parte seminal, al que se le atribuye como factor determinante en la planeación estratégica, una acción humana que por engarce y repetición da inicio a un conjunto de acciones que se agrupan en la gestión administrativa.

De acuerdo a Varela (2008, p.173), se considera que la gestión administrativa se conduce en apego a procedimientos científicos “desde la motivación al logro de las personas, con una secuencia lógica para lograr que las cosas se hagan, desde la identificación y definición de un problema, deseo de resolverlo, identificación de los medios para resolverlo, comprensión de las dificultades para solucionarlo, visualización del personal que podría colaborar y anticipación de lo que ocurriera si la gestión es exitosa o se falla”, para lo cual se aplica la planeación estratégica.

Otra base teórica clásica se registra en la argumentación de Ronstadt (1983) que se sustenta en estudios sobre emprendimiento con perspectiva empresarial, entendiendo que se sigue un proceso dinámico que ocurre en diversos periodos en los que se gestionan, dirigen, controlan y evalúan diversas acciones que se ven influenciadas por varios eventos y por la intervención de personas. Al respecto, la teoría de Timmons (1994) refiere que el emprendimiento debe realizarse en la oportunidad de crear y reinventar una empresa; es decir, ante las fuerzas del ambiente de la empresa que impulsan su crecimiento y dominan los procesos empresariales.

Con base a esto, el empresario debe enfocar su estrategia hacia la oportunidad, siempre que exista la colaboración de un equipo empresarial y el dinamismo del líder empresarial para ejecutar hacia la conformación de valor los procesos de uso creativo, cuidadoso para el crecimiento de la organización en el largo plazo, con bases holísticas, sustentables e integradoras.

Una corriente del pensamiento administrativo acorde a las necesidades de los países en vías de desarrollo, es la que ha impulsado Alan Gibb al expresar con contundencia los componentes básicos para la creación de una nueva empresa. Al igual que Timmons (1994), la propuesta de Gibb (1988) se enfoca en la creación de una nueva empresa desde los factores culturales y motivacionales, así como las competencias y habilidades en las que se basa más que nada la creación de una empresa familiar.

En este sentido, con el propósito de relacionar el planteamiento del problema descrito acerca de la incidencia que tiene el plan estratégico en la empresa, se identifica su vínculo con la gestión administrativa a fin de alinearla con la empresa para fines de competitividad. De ahí que se procede a revisar la literatura científica que revela resultados de estudios recientes, lo que permite registrar las diferencias y concordancias al analizar el tema del plan estratégico para fortalecer la competitividad de las empresas.

En teoría, Elbanna, Al Katheeri y Colak (2020) consideran que al estar realizando la gestión administrativa en la empresa, se ejecuta en sí mismo, un proceso de puesta en marcha y evaluación de estrategias alineadas al desarrollo

de un plan estratégico. Por esto, se estima que un plan estratégico es propiamente parte de la gestión administrativa al estar estrechamente afines a la vida administrativa y económica de la empresa.

El vínculo se fortalece cuando se instrumenta la gestión administrativa para aplicar la planeación estratégica dentro de la empresa. Es desde este ejercicio que se desarrolla una práctica integrada y de ser una gestión administrativa pasa a ser una gestión estratégica al aplicar los procesos de formulación, implementación y evaluación permanente de las estrategias. Esa relación que potencializa la vida organizacional y la rentabilidad de la empresa, es el balance que se encuentra en las decisiones de la gestión administrativa con base científica que se orienta hacia una gestión estratégica basada en planes estratégicos como parte de un sistema empresarial que detona la competitividad de la empresa.

Los recientes estudios de Elbanna, Al Katheeri y Colak (2020) afirman que las empresas deben planificar de manera permanente e intensa, con la finalidad de dar atención a las necesidades de la empresa. Al igual que Ziari, Hajian Hossein Abadi, y Khavarian Garmsir (2020) sostienen que la implementación del plan estratégico fortalece la competitividad de una empresa desde el espectro regional, es decir, desde la aplicación de la planeación estratégica adaptada a las necesidades de la empresa en su entorno inmediato y desde la meta FODA como la herramienta de planificación que abre la puerta a estrategias competitivas que deberán ser evaluadas recurrentemente.

Al analizar el estudio de Ziari, Hajian Hossein Abadi, and Khavarian Garmsir (2020), se entiende que hay evidencia creciente y un cuerpo de estudio sobre competitividad que se presenta por los métodos de planeación estratégica para alcanzar las metas y lograr los objetivos de la empresa que coinciden con lo afirmado en el estudio de Wei, Duan y Yan (2021) al referir que el desarrollo de las organizaciones madura con la aplicación disciplinada de la planeación estratégica, lo que demuestra que la vida empresarial se consolida, al relacionarse con objetivos estratégicos claros y ventajas competitivas en el mercado.

Asimismo, el estudio de Wei, Duan y Yan (2021) sugiere que es necesario implementar la planeación de estrategias correspondientes para fortalecer todos los factores del modelo de diamante que permite la interacción entre estos, a fin de aprovechar las oportunidades de desarrollo actuales de la empresa.

En consecuencia, la META-FODA como herramienta estratégica fortalecerá la competitividad de la empresa; dado que, de manera sistematizada incorpora estrategias y procesos enraizados en el contexto que muestran los recursos y capacidades internas de la empresa, registrando al mismo tiempo, los retos que ofrece el entorno externo. Este ejercicio o práctica, conduce a la competitividad regional desde una planificación estratégica sumamente territorializada o tropicalizada, es decir, acorde a las condiciones y necesidades de la empresa para fortalecer su competitividad.

Al respecto, se considera que la planeación estratégica se puede aplicar desde una base holística y con base a la sustentabilidad, entendiendo que desde los planes estratégicos se instrumente acciones para efectos de cuidar y proteger el medio ambiente, como acciones positivas que impactan no solo al medio ambiente, sino también las actividades empresariales y humanas del personal de la empresa, clientes y proveedores.

Por su parte Barbosa, Castañeda-Ayarza y Lombardo Ferreira (2020) consideran que, para que la sociedad tenga un desarrollo sustentable, se requiere que las organizaciones realicen esfuerzos complejos que les permitan mantener y recrear la competitividad, al mismo tiempo que asumen su rol protagónico en la mejora del impacto ambiental en la vida económica y productiva de la sociedad.

Con la gestión estratégica de recursos humanos se asegura la permanencia del mayor número de empleados en el manejo de habilidades tecnológicas para promover y lograr los objetivos del plan estratégico de la empresa. Esto se corresponde con la evidencia que registran Wassell y Bouchard (2020) al argumenta que si las organizaciones integran de manera innovadora la tecnología en las prácticas de gestión estratégica de recursos humanos (SHRM), impulsan la gestión del talento y crean mayores ventajas competitivas, lo que es consistente con la relación positiva de la planeación estratégica en el desempeño de los trabajadores en su jornada laboral que plantean Alwedyan, Alhamouri, y Hayajneh (2020) al referir que un mejor desempeño se facilita si están claras las metas, los objetivos, el plan estratégico y la implementación, control y evaluación de las estrategias.

Para Rahayu, Cahyana y Fitriani (2020), la planeación estratégica debe estar íntimamente vinculada a la educación o capacitación del personal de la empresa; es decir, la mejora del desempeño laboral será visible, siempre que el personal sepa cómo poner en marcha el modelo de negocios que la empresa se ha fijado para fortalecer la competitividad, lo

que se relaciona con la escuela para dueños, escuela empresarial o la estrategia de universidad en la empresa que para efectos de estudio, tendrá lugar en otro momento de investigación.

De ahí que Alwedyan, Alhamouri, y Hayajneh (2020) sugieren fortalecer las jordanas laborales al aplicar la de planificación y fortalecer las estructuras administrativas. Además, recomiendan incrementar el rol de fiscalización sobre la implementación de planes estratégicos y la evaluación continua del desempeño de los empleados para monitorear su comportamiento en todo momento, teniendo en cuenta la necesidad de una ventaja competitiva potenciadora del desempeño de los empleados y la planificación estratégica.

Otro aspecto que funge como eslabón entre un plan estratégico y la competitividad es el desarrollo sustentable. Al respecto, Barbosa, Castañeda-Ayarza y Lombardo Ferreira (2020) explican que las pequeñas empresas podrían convertirse en organizaciones sustentables, si en sus planes estratégicos operativos, se delinean y aplican acciones que configuren un modelo de gestión empresarial apegado al diamante de la competitividad, dando origen a la gestión estratégica sostenible como modelo integrado que permite a las MIPYMES vincular aspectos de los ODS a sus actividades empresariales de manera holística, fácil y controlable, lo que resultaría en una ventaja competitiva.

Un planteamiento similar es el de Flor Vallejo, Antony, Douglas, Alexander y Sony (2020) quienes diseñaron una hoja de ruta para implementar la sostenibilidad en la empresa mediante el modelo Lean Six Sigma. Dejan claro que los procesos de mejora continua elevan sus ventajas competitivas para lo que se requiere un marco estructurado y estandarizado para sostener el modelo Lean Six Sigma en el tiempo.

En otro sentido, una de las maneras de integrar el plan estratégico para lograr ventajas competitivas de la empresa, es a través de un modelo de gestión estratégica sustentable, con bases conceptuales bien establecidas, con triple resultado (económico, social y ambiental) y bajo un cuadro de mando integral debidamente documentado para ser evaluado en el momento que la alta dirección lo requiera.

Para esto, Barbosa, Castañeda-Ayarza y Lombardo Ferreira (2020) consideran que es fundamental el uso de un modelo de gestión administrativa integrado que sea estratégico y sustentable, que le permita a la MIPYME, insertarse a la sustentabilidad en sus actividades cotidianas de una manera holística, factible y controlable, lo que resulta en una ventaja competitiva, en la que además, se permita evaluar la planeación estratégica e implementar la reingeniería o reestructura de procesos desde la gestión estratégica sustentable, tal como se ha desarrollado en la empresa brasileña que analizaron Barbosa, Castañeda-Ayarza y Lombardo Ferreira (2020) y que sin duda, podría ser aplicada a la MIPYME de la región. Esto permitiría aplicar una herramienta teórica validada, que al ser controlada y evaluada, ofrecerá evidencia para demostrar la efectividad e incidencia de la planeación estratégica en ventajas competitivas en el largo plazo. Por esta razón, la diferenciación en productos y servicios permite a la empresa alcanzar su éxito al crear, sostener y solventar valor económico, Islami, Topuzovska Latkovikj Drakulevski y Borota Popovska (2020).

Ghobakhloo y Fathi (2020) consideran que los retos a los que se enfrentan las empresas modernas en un entorno competitivo están representados por la innovación como el eje transversal de sus prácticas diarias, brindando a las MIPYMES en particular, la necesidad de internalizar nuevos esquemas de gestión que les permitan redefinir formalmente y diferenciadamente sus estrategias con el fin de promover de innovación dentro de sus organizaciones.

Park y Mithas (2020) coinciden con la idea de que la MIPYME debe adoptar las TIC para configurar capacidades organizativas que le permitan lograr una ventaja competitiva en entornos digitales complejos pero organizados con base a la planeación estratégica. También Rahayu, Cahyana y Fitriani (2020) proponen un modelo de negocios basado en el uso de la tecnología de la información y la comunicación con base científica y sustentable. Park y Mithas (2020) sugieren que las MIPYMES adopten una perspectiva configuracional estratégica, para explicar las capacidades digitales y no digitales clave en la producción del resultado. Del mismo modo Mohamed y Noorliza (2021), estiman que la empresa debe transformarse en el marco de la economía digital, en donde interactúen simultáneamente las personas, los procesos y las Tecnologías de la Información y la Comunicación para garantizar una ventaja competitiva que se distinga por diferenciarse como líderes en innovación de sus productos y servicios.

Por su parte Islami *et al.* (2020) conceptualizan un modelo de estrategia de diferenciación en las que destacan los componentes de la cadena de valor para generar ventajas competitivas y un mejor desempeño organizacional desde un plan estratégico.

Con esto se comprende como estrategia diferenciadora la instrumentación de la escuela empresarial, es decir, que adentro de la empresa se deliñen acciones de capacitación que bien podrían definir una ventaja competitiva, como por ejemplo, la Escuela Coppel, o la Universidad Wero Roll, solo por citar algunas empresas del contexto sinaloense.

Entonces, encontramos que desde un programa de capacitación para el personal que puede delinear la Escuela de la Empresa Comercial Beltrán Hermanos, mejoraría el desempeño laboral, y así se coadyuvaría en la marcha de un nuevo modelo de negocios para la empresa, desde la planificación estratégica pero basada en acciones científicas y tecnológicas para la capacitación y profesionalización empresarial.

Desde este planteamiento, es fundamental analizar todo el proceso empresarial y diseñar un sistema de información para la gestión estratégica que permita explicar el entorno interno y externo de la empresa para determinar el modelo de negocios e institucionalizar la estrategia de escuela o simplemente programas de capacitación permanente para el personal.

Con esto, el nuevo modelo de negocios que se plantearía, en definitiva, se basa en la planeación estratégica, desde el cual se realiza un análisis de la situación externa e interna de la empresa, se usan las TIC, se diseñan planes y programas de capacitación empresarial para el personal, adecuadas a los requerimientos de la planeación estratégica de la empresa y con base a las tendencias mundiales para dar paso al proceso de gestión estratégica para finalizar con la sistematicidad del control y evaluación de las estrategias para identificar áreas de oportunidad y mejora.

De ahí que se requiere del diseño de un modelo de negocios de direccionamiento estratégico que articule la innovación, la diferenciación y el uso de las TIC's, en las prácticas diarias de la MIPYME, logrando así un mejor desempeño de su personal, un mayor impacto de la gestión administrativa y el fortalecimiento de la competitividad de la empresa con prestigio ante sus trabajadores, ante sus clientes y proveedores.

Al respecto, Harun, Rahman Lubis, Darsono, Djalil y Chan (2020) afirman que las ventajas competitivas en una organización son influidas por la innovación, la reputación organizada que tiene y la competencia desarrollada desde la gestión estratégica de la planeación, lo que implica que todos los esfuerzos para mejorar el desempeño de las empresas deben orientarse hacia la mejora de la planeación, la competencia tecnológica, la innovación y la reputación.

También las herramientas de prospectiva son cada vez más utilizadas por diferentes organizaciones, especialmente las PYMES, para la planificación estratégica a largo plazo y para entrar en los mercados y superar a los rivales a través de la obtención de una ventaja competitiva, Gholipoor y Mozaffari (2020).

Conclusiones

Para efectos de este estudio, los conceptos gestión empresarial o gestión administrativa se usan semiológicamente. Desde el aspecto teórico, los estudios clásicos sugieren que para que sea eficiente, se sujetará a dos condiciones de factibilidad y deseabilidad; es decir, primero se trata de identificar si la gestión administrativa es necesaria o deseable, y en segundo momento, se observa si puede ser ejecutable o realizable dando vigencia a la factibilidad y partiendo de un diagnóstico en el contexto real de la empresa.

Dentro de la generalidad de la gestión administrativa, existe una diversidad de acciones y patrones que caracterizan a cada proceso empresarial que se configura por la esencia y razón de ser de la empresa; de ahí que, si la gestión administrativa se basa en la planeación estratégica, esta se convierte en gestión estratégica. Se puede resumir que entre lo real y lo deseable la acción humana es detonante de la gestión estratégica que se estructura de diversos factores, indicadores o variables identificables y descriptibles, pero que solo pueden manipularse por individuos desde la planeación estratégica como una herramienta estructurada y secuencial que permite ejecutar el control y la evaluación de cada acción y de cada proceso administrativo. Con esto, se tocan múltiples factores con los que se ejecuta la gestión empresarial.

El análisis deja en claro que los procesos de creación y recreación de la empresa descansan en el espíritu y la motivación empresarial que aplican a cualquier tipo, pequeñas o grandes, lucrativas o no lucrativas, comerciales o de servicios; dado que, se basa en la creación de empresas desde una perspectiva innovadora que implica imaginación y creatividad, motivación y compromiso; así como, valores relacionados al sentido de pertenencia, integridad, familiaridad, trabajo en equipo y visión de largo plazo.

Las teorías analizadas coinciden en que para desarrollar una gestión administrativa eficiente, esta se debe conducir con bases estratégicas desde la planeación, para destacar las fuerzas del ambiente interno y externo; es decir, para impulsar los aspectos positivos y convertir lo que es negativo en una oportunidad de desarrollo; e incluso, para aprovechar las situaciones neutras a través de las estrategias descritas en la planeación.

Estas estrategias pueden ser la escuela para dueños o la escuela en la empresa, basada en una educación y formación con orientación hacia la vida empresarial y atención al cliente, invitación a personas a formar parte de la empresa en carácter de socios que bien pueden ser los mismos trabajadores, invitación a un cliente a que se le suministre el producto o el servicio de manera directa mediante convenios de colaboración flexibles y benéficos para ambas partes, conocimiento y seguimiento de empresas modelo de las que tenga que aprender la alta dirección, apoyo de un consultor en calidad de mentor para el acompañamiento y orientación en la vida empresarial, entre otras.

Al dar respuesta a las preguntas de investigación, con el análisis teórico se concluye que la incidencia de un plan estratégico en la empresa depende de la gestión administrativa como nodo vinculante; es decir, de la relación estrecha de la planeación estratégica con la gestión administrativa al formular, implementar y evaluar acciones registradas en un plan estratégico como herramienta de gestión administrativa.

Por esta razón, es desde la implementación de sistemas de planeación en la asignación de recursos empresariales que se da una mejor toma de decisiones considerando estrategias de diferenciación de productos y servicios, de innovación productiva, de uso de las TIC, de atención y servicio al cliente, de mayor competencia laboral y desde acciones orientadas a la sustentabilidad.

Se recupera lo expresado por Islami *et al.* (2020), quienes señalan que el éxito de las empresas está determinado por su capacidad de ser flexibles en la planificación estratégica y en la integración de factores internos de producción para la creación de estrategias innovadoras de diferenciación. Por lo que, si en el plan estratégico se consideran formas innovadoras de educar y de utilizar las TIC para contratar, capacitar, desarrollar y retener trabajadores de alto potencial, se generarían ventajas competitivas al dotar de competencias digitales y tecnológicas al personal de la empresa.

Para Wassell y Bouchard (2020) se considera que una estrategia innovadora es la aplicación de las TIC que al combinarla con los procesos de gestión estratégica de recursos humanos conducen a un mayor desempeño de la empresa, dado que es el recurso humano el que tiene las competencias necesarias para aplicar el plan estratégico. Al respecto se deberá considerar seriamente la estrategia “Escuela para dueños” o la “Universidad en la Empresa”.

Finalmente se considera que los departamentos y tecnologías de recursos humanos son los actores más influyentes en la planificación estratégica de una organización; por lo tanto, el personal de la empresa debe participar en roles complementarios y autónomos más fuertes dentro de la gestión estratégica y la aplicación del plan estratégico.

Es claro que las micro, pequeñas y medianas empresas enfrentan mayor dificultad para instrumentar la planificación y operacionalización de esfuerzos necesarios para convertir la empresa en una organización sostenible; sin embargo, se registra que desde estrategias sustentables, claramente definidas en el plan estratégico, se fortalece la competitividad de la empresa. Pese a que la planificación estratégica con bases de sustentabilidad representa un desafío aun mayor para la MIPYME, se reconoce como un área de oportunidad en la literatura especializada de gestión administrativa, al estudio de los modelos de gestión estratégica sustentable, que podrían ser líneas de investigación abiertas para otros estudios a realizar y que de momento, solo revelamos como un campo de estudio fértil para fortalecer la competitividad.

Referencias bibliográficas

- Alwedyan, A.M., Alhamouri, A.A. and Hayajneh, O.M.R. (2020). The Effect of Strategic Planning on the Performance of Workers in Jordanian Universities, *Academy of Strategic Management Journal*, 19 (6), pp. 1-11.
- Barbosa, M., Castañeda-Ayarza, J.A. and Lombardo Ferreira, D.H. (2020). Sustainable Strategic Management (GES): Sustainability in small business, *Journal of Cleaner Production*, 258 (120880), DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120880.
- Elbanna, S., Al Katheeri, B. and Colak, M. (2020). The harder firms practice strategic management, the better they are 1, *Strategic Change*, 29 (5), pp. 561-569. DOI: 10.1002/jsc.2365.R.
- Flor Vallejo, V., Antony, J., Douglas, J.A., Alexander, P. and Sony, M. (2020). Development of a roadmap for Lean Six Sigma implementation and sustainability in a Scottish packing company, *TQM Journal*, 32 (6), pp. 1263-1284. DOI: 10.1108/TQM-02-2020-0036.

- Ghobakhloo, M. and Fathi, M. (2020). Corporate survival in Industry 4.0 era: the enabling role of lean-digitized manufacturing, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31 (1), pp. 1-30. DOI: 10.1108/JMTM-11-2018-0417.
- Gholipoor, P. and Mozaffari, M.M. (2020). Designing a strategic foresight model in small and medium-sized enterprises, *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, 14 (2-4), pp. 292-313.
- Gibb, A. (1988). *Stimulating New Business Development*, MDP ILO, Genova.
- Harun, H., Rahman Lubis, A., Darsono, N., Djalil, M.A. and Chan, S. (2020). Does competitive advantage mediate the effect of competency, innovation, and reputation on the performance of rural banks?, *Human Systems Management*, 39 (2), pp. 155-168. DOI: 10.3233/HSM-190595.
- Islami, X., Topuzovska Latkovikj, M., Drakulevski, L. and Borota Popovska, M. (2020). Does differentiation strategy model matter? Designation of organizational performance using differentiation strategy instruments – an empirical analysis, *Business: Theory and Practice*, 21 (1), pp. 158-177. DOI: 10.3846/btp.2020.11648.
- McClelland, D. (1961). *The Achieving Society*, MacMillan, NuevaYork.
- Mohamed, S.M.S. and Noorliza, K. (2021). Explaining the Competitive Advantage of Enterprise Resource Planning Adoption: Insights Egyptian Higher Education Institutions, *Journal of Information Technology Management*, 12 (4), pp. 1-21. DOI: 10.22059/jitm.2020.292788.2424.
- Park, Y.K. and Mithas, S. (2020). Organized complexity of digital business strategy: A configurational perspective, *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 44 (1), pp. 85-127. DOI: 10.25300/MISQ/2020/14477.
- Rahayu, S., Cahyana, R., Fitriani, L. (2020). Strategic planning to improve the competitiveness of educational institutions, *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9 (3), pp. 1746-1749.
- Ronstadt, R. (1983). *The decision not to Become and Emtrepreneur*, FOER, Babson College USA.
- Shapero, A. (1975). The Displaced, Uncomfortable Entrepreneurs, *Psychology Today*, 9 (6), pp. 83-133.
- Timmons, J. (1994). *New Venture Creation*. PriceBabson, USA.
- Varela V.R. (2008). *Innovación empresarial: Arte y ciencia en la creación de empresas*, PrenticeHall, México.
- Wassell, S. and Bouchard, M. (2020). Rebooting strategic human resource management: Integrating technology to drive talent management, *International Journal of Human Resources Development and Management*, 20 (2), pp. 93-113. DOI: 10.1504/IJHRDM.2020.106275.
- Wei, J., Duan, H., Yan, Q. (2021). Shale gas: Will it become a new type of clean energy in China? — A perspective of development potential, *Journal of Cleaner Production*, 294 (126257), DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.126257.
- Wheelen, L. Thomas y David, J. Hunger (2007). *Administración Estratégica y Política de Negocios: Conceptos y Casos*, Pearson Educación, México.
- Ziari, K., Hajian Hossein Abadi, M. and Khavarian Garmsir, A.R. (2020). Making Competitive Cities in the Light of the Meta-SWOT Tool: A Case Study of Tehran, Iran, *Planning Practice and Research*, 35 (4), pp. 466-484. DOI: 10.1080/02697459.2020.1757844.

AvaCient

Se terminó de imprimir el 28 de junio de 2021,
por el Departamento de Comunicación y Difusión
del Instituto Tecnológico de Chetumal,
Tecnológico Nacional de México.

Tiraje impreso de 200 ejemplares.

Disponible en Internet:

<http://itchetumal.edu.mx/avacient/index.php/revista/index>

Ciudad Chetumal, Quintana Roo, México, 2021.

síguenos en <https://www.facebook.com/avacient>

Disponible en:
<http://itchetumal.edu.mx/avacient/index.php/revista/index>



latindex

Fuente
Académica
Plus
EBSCOhost

Actualidad
Iberoamericana

PERIÓDICA
Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias

ERIH PLUS
EUROPEAN REFERENCE INDEX FOR THE
HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES

LatinREV
Red Latinoamericana de Revistas en Ciencias Sociales

ROOT INDEXING
RESEARCH ORIENTED OPEN ACCESS JOURNALS

LivRe
Revistas de Livre acesso

Academic
Resource
Index
ResearchBib

biolat
biografías Latinoamericanas
Proyecto de Investigación sobre la vida y el arte

BASE
Full Text Database

MIAR
Matriz de Información para el
Análisis de Revistas

INDEX COPERNICUS
INTERNATIONAL

CiteFactor
Academic Journals

Google
Académico

Scientific Indexing
Services

PKP INDEX

OAJI
.net Open Academic
Journals Index

email: avacient@itchetumal.edu.mx
Av. Insurgentes No. 330 esquina Andrés Quintana Roo, Col. David Gustavo Gutiérrez Ruiz, Apdo. postal 267,
C.P. 7013, Chetumal Quintana Roo. Tel. (01-983) 2-23-30 y 2-10-19
www.itchetumal.edu.mx
#OrgulloTecNM